

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав  
потребителей и благополучия человека  
Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр  
медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
Федеральной службы по надзору в сфере защиты  
прав потребителей и благополучия человека  
Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей  
и благополучия человека по Пермскому краю  
Секция профилактической медицины Отделения медицинских наук РАН  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Пермский государственный  
медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АНАЛИЗА РИСКА  
ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ САНИТАРНО-  
ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ  
НАСЕЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

Материалы  
IX Всероссийской научно-практической  
конференции с международным участием

(Пермь, 15–16 мая 2019 г.)

*Под редакцией профессора А.Ю. Поповой,  
академика РАН Н.В. Зайцевой*

Пермь 2019

УДК 614.4  
А437

**А437** **Актуальные** вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей : материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – 738 с.

ISBN 978-5-398-02167-7

Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей» обобщают научный и практический опыт по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в период реализации национальных проектов.

Материалы конференции содержат результаты развития научно-методических подходов к контрольно-надзорным мероприятиям в рамках развития риск-ориентированной модели (в том числе за безопасностью потребительской продукции), итоги оценки рисков для здоровья населения при воздействии разнородных факторов внешней, производственной и образовательной среды, образа жизни. Представлен опыт организации, ведения и совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга, в том числе без взаимодействия с юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями. В ряде статей приведены примеры реализации риск-ориентированного надзора, формирования профилей риска продукции и т.п. Описаны методические подходы к математическому моделированию систем и процессов. Отражена реализация информационных технологий в анализе риска и персонализированной профилактике заболеваний.

Публикации российских и зарубежных исследователей посвящены актуальным вопросам оценки качества атмосферного воздуха, питьевой воды, безопасности пищевых продуктов, факторов образа жизни. Значительная часть статей отражает вопросы, связанные с оценкой воздействия физических факторов (шума, электромагнитного излучения) в условиях интенсивного развития крупных городов и агломераций. Приводится оценка эффективности медико-профилактических технологий.

В целом в материалах конференции содержатся результаты исследований и методических разработок, актуальных для практической деятельности службы при проведении гигиенических расследований, исследований, экспертиз. Опыт территорий может быть использован для решения целого ряда задач регионального и муниципального уровней в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей.

Материалы предназначены для специалистов органов и организаций системы Роспотребнадзора, научно-исследовательских учреждений, образовательных учреждений высшего образования по медико-профилактическому направлению, студентов, аспирантов, врачей и специалистов, работающих в смежных областях науки и практики.

#### **Редакционная коллегия:**

д-р мед. наук, проф. А.Ю. Попова, акад. РАН Н.В. Зайцева,  
д-р биол. наук, проф. И.В. Май, К.П. Лужецкий, А.А. Нижегородова

ISBN 978-5-398-02167-7

© ФБУН «Федеральный научный центр  
медико-профилактических технологий  
управления рисками здоровью  
населения», 2019

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

### Председатель

Попова Анна Юрьевна,  
д-р мед. наук, проф.

Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главный государственный санитарный врач Российской Федерации

### Заместители председателя

Зайцева Нина Владимировна,  
акад. РАН, д-р мед. наук, проф.

Научный руководитель ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Алексеев Вадим Борисович,  
д-р мед. наук

Директор ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

### Члены организационного комитета

Бузинов Роман Вячеславович,  
д-р мед. наук

Руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Архангельской области

Горяев Дмитрий Владимирович

Руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю

Кузьмин Сергей Владимирович,  
д-р мед. наук, проф.

Начальник Управления научного обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и международной деятельности Роспотребнадзора

Костарев Виталий Геннадьевич,  
канд. мед. наук

Руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю

Кошурников Дмитрий Николаевич

Председатель совета молодых ученых и специалистов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Лужецкий Константин Петрович,  
д-р. мед. наук

Заместитель директора по организационно-методической работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Май Ирина Владиславовна,  
д-р биол. наук, проф.

Заместитель директора по научной работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Рейс Джакус

Доктор медицины, Страсбургский университет (г. Страсбург, Франция)

Спенсер Петер

Профессор Института профессиональных медицинских наук штата Орегон, г. Портленд, США (по согласованию)

Тсакалоф Андреас

Профессор медицинской химии Университета Фессалии школы медицины, г. Ларисса, Греция (по согласованию)

Фельдблюм Ирина Викторовна,  
д-р мед. наук, проф.

Заведующий кафедрой эпидемиологии с курсом гигиены и эпидемиологии ФПК и ППС ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (по согласованию)

Федоренко Екатерина Валерьевна,  
д-р мед. наук

Заместитель директора по научной работе РУП «Научно-практический центр гигиены» (г. Минск, Республика Беларусь)

### Технический секретариат конференции

Котлякова Ксения Петровна

Заведующий отделением научной, методической и патентной информации ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Нижегородова Александра Андреевна

Редактор ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

**Организаторам и участникам IX Всероссийской  
научно-практической конференции с международным участием  
«Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-  
эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей»**

Уважаемые коллеги!

От имени Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека приветствую организаторов, участников и гостей IX Всероссийской конференции «Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей»!

Ваша конференция проходит в ответственный период начала реализации национальных и федеральных проектов, направленных на обеспечение прорывного научно-технологического и социально-экономического развития России, повышения уровня жизни, создания условий и возможностей для самореализации и раскрытия таланта каждого человека.

Роспотребнадзор приступил к выполнению мероприятий ряда национальных проектов, в том числе «Демография» и «Экология», направленных на решение таких задач стратегического развития Российской Федерации, как увеличение численности населения страны, снижение уровня смертности, повышение уровня жизни граждан.

Все это требует от органов и организаций Службы совершенствования риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

В настоящее время в рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» основные усилия Роспотребнадзора сосредоточены на формировании системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое и безопасное питание для повышения качества жизни нынешнего и будущего поколений.

Создается система мониторинга состояния фактического питания различных групп населения, связывающая состояние здоровья со структурой питания и качеством пищевой продукции, разрабатываются региональные и муниципальные программы по укреплению здоровья населения, ведется модернизация приборной базы испытательных лабораторных центров.

В реализации мероприятий федеральных проектов «Чистая вода» и «Чистый воздух» национального проекта «Экология» проводится совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга с углубленной оценкой качества воздуха и воды, всесторонним анализом влияния факторов среды на здоровье.

Обмен практическим опытом работы, знакомство с новыми научными разработками и лучшими практиками, несомненно, обеспечат более эффективную работу на местах и тесное взаимодействие специалистов разного профиля и видов деятельности.

Радует, что в рамках конференции проводится конкурс работ молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. Непосредственное общение профессионалов высокого уровня с теми, кто только начинает свой трудовой путь, позволяет быстрее и глубже понять специфику методов работы, увидеть перспективы научного и личностного роста.

Уверена, что в ходе работы конференции состоится всестороннее обсуждение всех заявленных тем и конструктивный обмен мнениями ученых и практиков.

Желаю конференции успеха, а ее организаторам, участникам и гостям полезных встреч и плодотворной работы.

Руководитель Федеральной службы по надзору  
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,  
главный государственный санитарный врач  
Российской Федерации

 А.Ю. Попова

Раздел I

---

**Правовые, научно-методические  
и организационные аспекты  
анализа риска здоровью  
населения Российской Федерации**



## Эффективность и резервы достижения стратегических приоритетов в снижении неинфекционных заболеваний, связанных с факторами окружающей среды

**Н.В. Зайцева**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Рассмотрены вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ как неотъемлемой части достижения стратегических приоритетов в снижении потерь здоровья вследствие воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды. Показано, что с воздействием загрязнений атмосферного воздуха, питьевых вод, почв, а также под влиянием физических факторов (шума, электромагнитного поля, вибрации и др.) вероятно связано более 75 тысяч дополнительных случаев смерти и около 3 млн заболеваний детского и взрослого населения, в том числе по приоритетным причинам – болезням системы кровообращения и новообразованиям. В углубленных исследованиях показано, что деятельность хозяйствующих субъектов высоких категорий риска связана не только с формированием риска, но и с причинением вреда здоровью экспонированного населения вследствие нарушения обязательных требований санитарного законодательства. Рассматриваются механизмы правовых регулирующих воздействий, позволяющих предотвратить потери здоровья населения, связанные с качеством окружающей среды. Показано, что в 2018 г. в результате деятельности Роспотребнадзора предотвращен экономический ущерб в виде недопроизводства ВВП более 312 млрд руб. Установлены и количественно оценены на примере актуальных классов заболеваний существующие резервы и пределы управления по достижению стратегически значимых приоритетов, определены направления дальнейшего повышения его эффективности.

**Ключевые слова:** санитарно-эпидемиологическое благополучие, риск здоровью, вред здоровью, эффективность, резерв, управляющие воздействия.

Основные положения Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», а также «Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2024 года» определяют ключевые направления деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [3]. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации и, в частности, гигиенической безопасности граждан, остается приоритетным направлением, требующим дальнейшего развития научно-методической поддержки наиболее актуальных задач.

В стране активно развиваются механизмы стратегического и проектного управления, реализуемые, в том числе, через направленную деятельность органов и организаций Роспотребнадзора [1, 2]. Обеспечение гигиенической безопасности населения будет достигаться путем участия в реализации, прежде всего, таких федеральных проектов, как «Чистая вода», «Чистый воздух» национального проекта «Экология», ведомственной целевой программы «Организация государственного

санитарно-эпидемиологического надзора и обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения Государственной программы «Развитие здравоохранения», Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации, а также достижения целей национальных проектов «Здравоохранение и «Демография» [7].

Несмотря на различие задач, поставленных в этих стратегических документах, общим посылом является народосбережение, увеличение ожидаемой продолжительности жизни до 80 лет, в том числе продолжительности здоровой жизни до 67 лет к 2024 г. Вместе с тем качество окружающей среды остается важным фактором формирования потерь здоровья населения, находящегося в зонах сочетанных экспозиций [5]. Так, динамический и многофакторный анализ данных федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга показал, что в целом по стране с загрязнением атмосферного воздуха, питьевых вод городских и сельских поселений вероятно связано более 75 тысяч смертей и около 3,0 млн заболеваний детского и взрослого населения. При этом необходимо подчеркнуть, что за последние годы доля потерь здоровья населения, связанная с качеством окружающей среды, постепенно снижается (в среднем на 17 % за период 2016–2018 гг.). Наиболее существенные результаты в 2016–2018 гг. (–40 %) получены в отношении тенденций к снижению дополнительных случаев заболеваний и смерти, ассоциированных с качеством атмосферного воздуха, менее значимые – с воздействием физических факторов (+10,2 и –2,4 % соответственно). Приоритетными факторами риска продолжают оставаться такие атмосферные загрязнители, как окислы азота, бенз(а)пирен, формальдегид, дигидросульфид, гидроксibenзол, хлор и его соединения, фтористый водород, взвешенные вещества и др. соединения. Загрязнение питьевых вод отмечено по содержанию хлора и его соединений, аммиака, металлов, бора и др., почв – тяжелых металлов, микробиологическому и паразитарному загрязнению.

Существенная опасность сохраняется и в некоторой степени возрастает в отношении формирования заболеваний, ассоциированных с воздействием физических факторов, – шума, электромагнитного излучения, вибрации. Это прежде всего проявляется в вероятности формирования дополнительных случаев заболеваний сердечно-сосудистой, нервной систем, органов слуха.

Углубленные исследования показали, что по среднему потенциальному риску причинения вреда здоровью ( $R_{cp}^1$ ) приоритетные позиции в основных классах деятельности занимают «Добыча полезных ископаемых» ( $4,57 \cdot 10^{-2}$ ), «Деятельность воздушного транспорта» ( $1,88 \cdot 10^{-1}$ ), «Сбор и очистка воды» ( $6,10 \cdot 10^{-3}$ ). На примере только этих видов деятельности можно видеть, что частота нарушений обязательных требований, в том числе определяемых ст. 15, 19–21 Федерального закона № 52-ФЗ, составила соответственно 7,07; 3,21; 4,14 случая на одну проверку. Данные виды деятельности характеризуются пространственной неравномерностью распределения величин  $R_{cp}^1$  по территории РФ, значительной долей (27,2–36,0 %) субъектов чрезвычайно высокой и высокой категорий, численностью населения, находящегося под сочетанным воздействием факторов окружающей среды, более 20 млн человек. Потенциальные риски причинения вреда здоровью прогнозируются в виде системных негативных ответов по 13 классам заболеваний ( $U_j^1$  0,00008–0,02614), в том числе по болезням органов дыхания, кровообращения, пищеварения, по болезням нервной, мочеполовой, эндокринной систем и др.

В отношении приведенных в качестве примера видов деятельности гигиеническая оценка внешнесредового риска репрезентативно подтвердила результаты оценки



потенциального риска причинения вреда субъектами экономической деятельности. Деятельность исследуемых хозяйствующих субъектов 1-й категории сформировала многосредовую экспозицию с превышением гигиенических нормативов до 4 ПДК<sub>сс</sub> в атмосферном воздухе (азота диоксид, фенол, формальдегид, взвешенные вещества, марганец, свинец), до 4 ПДК в питьевой воде (хлорорганические соединения, свинец, никель), до 86 ПДК в почве (свинец, медь, никель, цинк, марганец), до 90 дБ по максимальному и до 66,6 дБ по эквивалентному уровням шума. Уровни суммарного канцерогенного риска составили до  $1,19 \cdot 10^{-3}$  для взрослого и до  $1,64 \cdot 10^{-3}$  для детского населения и оцениваются как неприемлемые; вклад приоритетных факторов риска (бензол, формальдегид, хром, свинец, дихлорбромметан) составил до 19,8–69,6 %. Индексы неканцерогенной опасности превышены для 18 критических органов и систем (органы дыхания, нервная система, почки, иммунная система, система крови, нейроэндокринная система и др.), *HI* 1,14–5,13 при остром и 1,1–47,6 при хроническом воздействии; приоритетные факторы риска – марганец, медь, хром, кадмий, хлористый водород, формальдегид, взвешенные вещества, хлороформ (1,5–25,4 *HQ*). Пути поступления – ингаляционный и пероральный. Длительная шумовая экспозиция в зоне влияния субъекта, осуществляющего «деятельность воздушного транспорта», формирует умеренные риски для здоровья населения к 15 годам жизни, а высокие – к 47–48 годам.

В углубленных исследованиях состояния здоровья экспонированного населения установлены особенности реализации рисков в виде причинения вреда здоровью различной степени тяжести. Вред здоровью реализовался в результате нарушения ст. 15, 19–22 Федерального закона № 52-ФЗ на популяционном и индивидуальном уровнях в виде дополнительных случаев заболеваний; реализация вреда составила 6,5–13,1 % от расчетной величины потенциального риска  $R^i_j$ ; вред оценивался как легкий в 83–100 % доказанных случаев; проявлялся отклонением лабораторных и функциональных показателей гомеостаза в виде нарушений активности окислительных и антиоксидантных процессов, повышения местной и общей, в том числе специфической, сенсibilизации, развития воспалительных реакций и интоксикации, изменения показателей вегетативной, эндокринной и секреторной регуляции, генетической нестабильности на уровне ДНК клетки (различия с физиологическим уровнем и уровнем групп сравнения до 3,5–6,4 раза); в условиях экспозиции хлорорганическими соединениями, металлами на территориях наблюдения у лиц с установленными вариантами полиморфизма генов (HLA-DRA, TNF, TLR4, ANKK1, ESR1, HTR2A, CPOX, NR3C1, FAS, MMP9, CYP1A1, GSTA, TCF7L2) регистрировались достоверно повышенные уровни заболеваний органов дыхания, пищеварения, нервной и эндокринной систем ( $p < 0,05$ , различия до 6,4 раза).

Неудовлетворительное качество окружающей среды может выступать в качестве значимой причины потерь занятости населения в процессе производства валового внутреннего продукта. Анализ причин утраты трудоспособности в связи со смертью и заболеваниями показал, что по ассоциированным с качеством окружающей среды классам болезней общие потери составили в 2018 г. около 39 млн рабочих дней, что позволило оценить сумму недопроизведенного ВВП на величину 124 млрд руб.

Масштабная реализация концептуально новой риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ показала ее эффективность в части предотвращения вреда здоровью населения РФ, связанного с деятельностью хозяйствующих субъектов высоких категорий риска, сопровождающейся нарушением обязательных

требований санитарного законодательства и ухудшением качества окружающей среды. Анализ результатов управляющих действий Роспотребнадзора по соблюдению нормативного качества объектов окружающей среды показал, что при отсутствии их регулирования (нулевой вариант) уровень загрязнения, а также ассоциированные с ним уровни смерти и заболеваний населения были бы существенно выше.

Так, снижение загрязнения питьевых вод, атмосферного воздуха, почв селитебных территорий позволило вероятно предотвратить в 2018 г. возникновение более 150 тысяч дополнительных случаев смерти и более 7,6 млн дополнительных случаев заболеваний детского и взрослого населения. В целом по Российской Федерации управляющими действиями Роспотребнадзора в 2018 г. предотвращено более 8,2 % от общей смертности населения страны, в том числе в результате снижения воздействия физических факторов – 4,3 %, улучшения качества питьевой воды – 1,7 %, атмосферного воздуха – 1,4 %, почвы – 0,74 %. Доля вероятно предотвращенной заболеваемости составила в 2018 г. 6,7 % от общей заболеваемости населения РФ, в том числе в результате улучшения качества атмосферного воздуха – 3,2 %, питьевой воды – 2,8 %, почвы – 0,6 %, снижения уровня физических факторов – 0,06 %.

В 2018 г. сумма предотвращенных в результате деятельности Роспотребнадзора экономических потерь валового внутреннего продукта составила более 312,7 млрд руб., в том числе от смертности и заболеваемости, ассоциированных с воздействием факторов окружающей среды, 56,8 и 259,9 млрд руб. соответственно.

Экономическая эффективность деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в 2018 г. составила по критерию предотвращенных потерь ВВП РФ 42,1 руб. на 1 руб. затрат.

Оценивая достигнутый результат как весьма существенный, следует подчеркнуть важность дальнейшего совершенствования научно-методических аспектов оценки результативности и эффективности управляющих решений не только с позиций недопроизводства валового внутреннего продукта, но и с учетом пределов и резервов управляемости стратегическими показателями состояния здоровья населения, ассоциированными с воздействием факторов окружающей среды и отвечающих на меры государственного регулирования в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. К таким показателям, прежде всего, относятся снижение потерь здоровья населения в связи с заболеваниями и смертностью от болезней системы кровообращения и новообразованиями.

Анализ результативности деятельности Роспотребнадзора по достижению предела управляемости в отношении болезней системы кровообращения в 2017 г. показал уровень результативности для заболеваемости 68 %, резерв управления – 32 % (близкий к пороговому уровню). Результативность по достижению предела управляемости смертностью от болезней системы кровообращения составляет 29 %, резерв управления – 71 %, что можно характеризовать как значительный. Полученные результаты позволяют судить о вкладе и ограничениях системы государственного управления в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия человека в достижение целевых показателей состояния здоровья населения по критериям заболеваемости и смертности на примере заболеваемости и смертности по причине новообразований и болезней системы кровообращения. Установлено, что Роспотребнадзор за счет проведения контрольно-надзорных мероприятий может добиться дополнительного снижения заболеваемости населения новообразованиями на 79,7 сл. на 100 тысяч человек, заболеваемости системы кровообращения на

106,1 случая на 100 тысяч человек; добиться дополнительного снижения смертности населения от новообразований на 2,9 случая на 100 тысяч человек, что составляет 24,2 % до достижения целевого уровня. Следует отметить, что стратегический целевой уровень по этой патологии составляет 185 сл. на 100 тысяч человек при фактической смертности в 2017 г. – 197 случаев на 100 тысяч человек. По прогнозам может быть достигнуто дополнительное снижение смертности населения от болезней системы кровообращения на 37,2 случая на 100 тысяч человек, что составляет 26,9 % до достижения целевого уровня (целевой уровень – 450 случаев на 100 тысяч человек, фактическая смертность в 2017 г. – 588 случаев на 100 тысяч человек) [4, 6]. Таким образом, Роспотребнадзор за счет обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия имеет резервы для достижения целевых показателей по снижению смертности от новообразований в объеме 24,2 %, от болезней системы кровообращения – 26,9 %. Оставшуюся долю смертности (до достижения целевых уровней) необходимо снижать за счет управляющих действий в других областях: в сфере экологии, здравоохранения, популяризации здорового образа жизни и пр.

Дальнейшее повышение эффективности регулирующих воздействий по достижению стратегических приоритетов за счет использования их резервов и учета пределов и ограничений лежит в плоскости развития методологии, практики оценки и управления многофакторными рисками, гармонизации гигиенических нормативов с международно принятыми уровнями и разработки risk-based стандартов, развития модели риск-ориентированного надзора с оптимизацией нормативно-правовой базы, СГМ, методологии оценки и доказательства причинения вреда здоровью на популяционном и индивидуальном уровнях и т.п. Научное обоснование и осуществление на территориях размещения хозяйствующих субъектов высоких категорий риска комплексных программ профилактических мероприятий является основой минимизации риска и причинения вреда здоровью населения. В этом отношении может представлять интерес разработанная матрица категорированных мероприятий по управлению рисками здоровью и минимизации причиненного вреда; предложен комплекс гигиенических рекомендаций для конкретных условий причинения вреда, в том числе для территориальных Управлений Роспотребнадзора, хозяйствующих субъектов, администраций территорий, экспонированного населения. Разработанные методические основы системного гигиенического анализа и порядок оценки условий причинения вреда здоровью человека при нарушении законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в результате хозяйственной деятельности субъектов с различными профилями внешнесредового риска апробирован и может быть тиражирован в практике деятельности Роспотребнадзора по управлению рисками здоровью на территории РФ для достижения стратегических приоритетов.

### Список литературы

1. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, А.Ю. Попова, В.Б. Алексеев, О.В. Долгих [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2014.
2. Методические подходы к расчету фактических и предотвращенных медико-демографических и экономических потерь, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94 (7). – С. 95–99.

3. Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2024 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/news/34168/> (дата обращения: 11.04.2019)

4. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Опыт методической поддержки и практической реализации риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора: 2014–2017 гг. // Гигиена и санитария. – 2018. – № 1 (97). – С. 5–9.

5. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины // Гигиена и санитария. – 2014. – № 93 (5). – С. 5–10.

6. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, А.Л. Мишина, С.В. Ярушин // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (12). – С. 1125–9.

7. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 11.04.2019).

## **Оптимизация градостроительных решений с использованием сводных расчетов загрязнения атмосферы и методология оценки риска на территории муниципальных образований**

**М.В. Винокуров, М.В. Винокурова**

НИИ «Экотоксикологии» ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (УГЛТУ),  
г. Екатеринбург, Россия

В условиях реализации Градостроительного кодекса и Постановления Правительства РФ № 222 от 3 марта 2018 г. «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон» (с изменениями и дополнениями от 21.12.2018 г.) важным фактором является учет загрязнения атмосферного воздуха от промышленных и транспортных источников в населенных пунктах в районе размещения планируемой жилой застройки. С целью обоснования и выбора управленческих решений разработана муниципальная информационная система оценки качества атмосферного воздуха городов с использованием методов расчетного мониторинга с учетом методологии оценки риска с целью принятия градостроительных управленческих решений, оценки эффективности экологических программ, оценки достаточности природоохранных мероприятий, связанных с обеспечением санитарно-эпидемиологического благополучия на территориях.

**Ключевые слова:** система существующих и перспективных жилых объектов оценки качества атмосферного воздуха, атмосферный воздух, загрязнения, автотранспорт, оценка риска, управленческие решения.

В условиях реализации Градостроительного кодекса и Постановления Правительства РФ № 222 от 3 марта 2018 г. «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон» (с изменениями и дополнениями от 21.12.2018 г.) важным фактором является учет загрязнения атмосферного воздуха от промышленных и транспортных источников в крупных населенных пунктах в районе размещения планируемой жилой застройки при необходимости размещения объектов инфраструктуры [1, 3]. В качестве методической основы может быть использована методология оценки риска в соответствии с Р 2.1.10.1920–04 [2, 4], утвержденным главным государственным санитарным врачом Российской Федерации.

Анализ результатов расчетов загрязнения на территориях городов: Екатеринбург – 304 вещества, Краснотурьинска – 115 веществ, Серова – 91 вещество, Каменск-Уральского – 134 вещества, Асбеста – 116 веществ, Ревды – 97 веществ, Первоуральска – 124 вещества, Нижнего Тагила – 228 веществ, Усинска – 150 веществ, Кемерово – 210 веществ, Липецка – 150 веществ, Сургуты – 80 веществ; на территории поселений ХМАО: пос. Лянтор – 57 веществ, пос. Федоровский – 26 веществ, пос. Белый Яр – 65 веществ, пос. Барсово – 33 вещества, пос. Солнечный – 35 веществ, пос. Нижнесортымский – 37 веществ, пос. Угут – 41 вещество, пос. Ульт-Ягун – 45 веществ, пос. Локосово – 57 веществ, пос. Русскинская – 52 вещества, пос. Сытомино – 48 веществ, пос. Лямина – 37 веществ, пос. Тундрино – 42 вещества; на территории Ямальского района: пос. Мыс-Каменское – 32 вещества, село Новый Порт – 46 веществ, село Панаевск – 63 вещества, село Салемал – 52 вещества, село Сеяха – 31 вещество, село Яр-Салинское – 45 веществ; на территории Тазовского района: пос. Тазовский – 35 веществ, село Антипаюта – 38 веществ, село Газ-Сале – 48 веществ, село Гыда – 52 вещества, село Находка – 43 вещества, свидетельствует о целесообразности усиления в практике планирования градостроительных решений мероприятий по оценке вероятности причинения вреда в результате хозяйственной деятельности как источника негативного воздействия.

С этой целью НИИ «Экотоксикологии» УГЛТУ разработана система оценки качества атмосферного воздуха городов с использованием методов расчетного мониторинга с учетом методологии оценки риска с целью принятия градостроительных управленческих решений, оценки эффективности экологических программ, для оценки достаточности природоохранных мероприятий, связанных с обеспечением санитарно-эпидемиологического благополучия на территориях в связи с воздействием выбросов предприятий и транспорта.

Данная система может быть использована для обоснования устойчивого развития территорий, решения вопросов размещения и реконструкции промышленных объектов инфраструктуры населенных пунктов, размещения жилых массивов.

В ходе реализации муниципальной информационной системы на основании расчета формируется база данных о максимальных разовых, среднегодовых концентрациях загрязнений в атмосферном воздухе, уровнях риска, которая позволяет оценить опасность для здоровья населения токсических веществ, обладающих неблагоприятным воздействием, как на существующее положение, так и на перспективу. Кроме того, данная система позволяет следить за состоянием парковых территорий и других рекреационных зон населенных пунктов в связи с загрязнением воздушного бассейна.

Постоянно система, действующая на основе «Соглашения с муниципалитетами и правительствами областей (округов)», позволяет оперативно оценивать качество атмосферного воздуха с целью обоснования и выбора управленческих решений:

1. По оценке эффективности природоохранных мероприятий, проводимых промышленными предприятиями, и в целом по муниципальному образованию для выбора приоритетных направлений экологической политики на уровне предприятий и муниципального образования.

2. По оптимизации градостроительных решений, в том числе:

- размещению и реконструкции промышленных объектов;
- экологическому обоснованию размещения отдельных объектов в условиях сложившейся застройки;
- проектов детальной планировки;
- генеральных планов городов.

3. По оценке соблюдения достаточности санитарно-защитных зон (СЗЗ) и оценки возможности использования территорий в границах СЗЗ.

Сотрудниками НИИ «Экотоксикологии» УГЛТУ на основании работ по оценке уровней загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов и оценке риска разработана соответствующая информационная система на базе сертифицированных программных продуктов «Эколог – город», «Магистраль – город» – системы расчетного мониторинга качества атмосферного воздуха, согласованной с Главной геофизической обсерваторией (ГГО) им. А.М. Воейкова.

Данная система ориентирована на получение данных о содержании всех токсических веществ, поступающих в атмосферу населенных пунктов, где отсутствуют систематические наблюдения за качеством атмосферного воздуха.

Расчеты рассеивания загрязняющих веществ проводятся с использованием официальной информации о выбросах предприятий, транспорта. Градостроительная ситуация учитывается по данным генерального плана проектов детальной планировки и информации кадастровой карты.

При выполнении расчета учитываются данные среднесезонных наблюдений: температура почвы, изменения температуры воздуха на высоте 10 м, изменение скорости и направления ветра на высоте 10 м, количество осадков. Эти данные среднесезонных наблюдений обобщены ГГО им. А.И. Воейкова и используются для выполнения расчетов в виде специальных коэффициентов.

Все возможности моделей и программ были реализованы для разработки муниципальной информационной системы оценки качества атмосферного воздуха городов по максимальным разовым и среднегодовым концентрациям.

На основании расчетов информация о приземных концентрациях отображается на картографической основе по всему перечню загрязняющих веществ. Для создания геоинформационной модели применялась ГИС MapInfo Professional 12.0.2 (русская версия).

Муниципальная информационная система сформирована на основании выполненных работ в рамках муниципальных контрактов в городах Свердловской, Тюменской, Липецкой и Кемеровской областей, Ханты-Мансийского автономного округа, Ямало-Ненецкого автономного округа и Республики Коми.

Данная информационная система может быть реализована для любого муниципального образования на территории России.

### Список литературы

1. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе / утв. Приказом Минприроды России от 06.06.2017, № 273, рег. в Минюсте России 10 августа 2017 г. № 47734. – М., 2017.
2. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
3. Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга / Б.А. Кацнельсон, Л.И. Привалова, С.В. Кузьмин, В.И. Чибураев, Б.И. Никонов, В.Б. Гурвич. – Екатеринбург: АМБ, 2001. – 244 с.
4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 143 с.

## Обоснование устойчивого развития территорий Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского округов с использованием методологии оценки риска здоровью населения (на примере Ямальского, Тазовского и Сургутского районов)

**М.В. Винокуров<sup>1</sup>, М.В. Винокурова<sup>1</sup>,  
Д.Г. Ткачев<sup>1</sup>, Н.Г. Кашапов<sup>1</sup>, И.И. Козлова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>НИИ «Экотоксикологии» ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (УГЛТУ),  
г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ХМАО – Югре»,  
г. Ханты-Мансийск, Россия

Все изученные территории являются крупнейшими источниками углеводородного сырья. Выполнено санитарно-гигиеническое обоснование деятельности по нефтегазодобыче и нефтегазопереработке на территориях ХМАО и ЯНАО.

**Ключевые слова:** городское население, сельское население, трудодоступные территории, оценка риска.

Ямальский район располагается на крайнем северо-западе Азии или на севере Евразийского материка, входит в состав Ямало-Ненецкого автономного округа, являющегося частью Западно-Сибирского экономического района. Это один из двух крупнейших по площади муниципальных образований ЯНАО, уступает только Тазовскому району. Расположен на полуострове Ямал за Северным полярным кругом и входит в Арктическую зону РФ. Площадь Ямальского района 148 000 км<sup>2</sup> (19,2 % территории автономного округа). Протяженность района с севера на юг 780 км, с запада на восток – 220 км.

Ямальский район расположен в северо-западной части Ямало-Ненецкого автономного округа. На востоке он граничит с Тазовским районом, на юге – с Надымским районом, на юго-западе – с Приуральским районом, на западе и севере граница проходит по смежеству с акваторией Байдарацкой губы и Карского моря.

Численность населения Ямальского района составляет 16 565 человек. Плотность: 0,11 чел./км<sup>2</sup>.

В составе территории муниципального образования Ямальский район образованы и наделены статусом сельского поселения муниципальные образования: Мыс-Каменское с входящими в его состав селом Мыс-Каменный (административный центр) и поселком Яптик-Сале; село Панаевск; село Салемал; село Сеяха; село Новый Порт; Яр-Салинское с входящими в его состав селом Яр-Сале и поселком Сюнай-Сале.

Деревни Тамбей и Порц-Яха не наделены статусом поселения, расположены на межселенной территории и входят в состав территории муниципального района. Ранее в связи с прекращением существования были упразднены населенные пункты пос. Дровяной, села Мордыяха, Моррасале и Таркосале, деревни Сабетта и Усть-Юрибей.

Тазовский район – административно-территориальная единица и муниципальный район в составе Ямало-Ненецкого автономного округа Российской Федерации. Расположен за Полярным кругом, на правой стороне Обской губы, простирается на 750 км с севера на юг и до 300 км с запада на восток. Почти вся территория района находится на Гыданском полуострове. Центральный населенный пункт – поселок Тазовский. Этот район известен суровыми погодными условиями, затяжной полярной зимой и северными ветрами.

Площадь территории – 174 343,92 км<sup>2</sup>. Важное транспортное значение в районе имеют реки Таз, Пур, Обская губа, Гыданская губа, Тазовская губа. Навигация длится с июля по сентябрь.

Самые крупные реки района – Таз, Танама, Мессояха, Юрибей.

В муниципальный район входят пять муниципальных образований со статусом сельского поселения: 1) поселок Тазовский; село Антипаюта; село Газ-Сале; село Гыда; село Находка, а также одна межселенная территория без статуса поселений.

В Тазовский район входит девять населенных пунктов: Антипаюта, Газ-Сале, Гыда, Матюй-Сале, Находка, Тадебя-Яха, Тазовский, Тибей-Сале, Юрибей.

Расстояние до окружного центра – г. Салехарда – водным путем – 986 км, воздушным – 552 км, до областного центра – г. Тюмени – водным путем – 2755 км, воздушным – 1341 км. Ближайшая железнодорожная станция п. Коротчаево находится в 230 км.

Сургутский район является самым крупным районом в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре по численности населения и объему промышленного производства. Его площадь составляет 105,5 тысячи км<sup>2</sup>. Протяженность границ – 1800 км, с севера на юг – 560 км, с запада на восток – 400 км. За время существования внешний облик района и его пограничные очертания претерпевали изменения, причем, как и само название территории – уезд, край, территория, местность, район.

Всего в состав Сургутского района входят 13 городских и сельских поселений: городские поселения – Лянтор, Федоровский, Белый Яр, Барсово; сельские поселения – Солнечный, Нижнесортымский, Угут, Ульт-Ягун, Локосово, Рускинская, Сытомино, Лямина, Тундрино



Административный центр Ямальского района: – с. Яр-Сале. Национальный состав: ненцы – 71,5 %; ханты – 2,4 %; манси – 0,1 %; русские – 24,0 %.

Административный центр Тазовского района: п. Тазовский, расположенный в 200 километрах севернее Полярного круга. Национальный состав: ненцы – 53,64 %, русские – 30,10 %, украинцы – 4,71 %, татары – 3,05 %, ногайцы – 0,98 %, другие – 7,44 %.

Административный центр Сургутского района: город Сургут (не входит в состав района). Национальный состав: русские – 54,55 %, татары – 8,10 %, украинцы – 7,33 %, башкиры – 3,17 %, ханты – 2,55 %, азербайджанцы – 2,39 %, ногайцы – 2,35 %, другие – 19,56 %.

Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1715-р от 13 ноября 2009 г. утверждена «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года», которая по энергетическому освоению поставила полуостров Ямал в один ряд с регионами Восточной Сибири и Дальнего Востока, Северо-Западного региона России и континентального шельфа Российской Федерации [5].

Промышленное производство в Ямальском районе представлено добычей полезных ископаемых, обрабатывающей отраслью производства, а также производством и распределением электроэнергии, газа и воды.

На территории Ямальского района открыто 26 месторождений углеводородного сырья. Часть запасов находится в нераспределенном фонде недр, а часть запасов – в распределенном фонде недр. Лицензии имеют 13 участков: Бованенковское, Крузенштернское, Западно-Тамбейское, Малыгинское, Северо-Тамбейское, Тасийское, Новопортовское, Южно-Тамбейское и Харасавейское, Северо-Тасийский участок, Усть-Юрибейское, Малоямальское, Каменномысское.

Наиболее значительным по запасам газа месторождением Ямальского района является Бованенковское – 4,9 трлн м<sup>3</sup>. Начальные запасы Харасавейского, Крузенштернского и Южно-Тамбейского месторождения составляют около 3,3 трлн м<sup>3</sup> газа. Комплексное освоение месторождений суши Ямала планируется осуществить путем создания трех промышленных зон – Бованенковской, Тамбейской и Южной, с каждой из которых связана своя группа месторождений.

Агропромышленный комплекс Ямальского района включает в себя оленеводство, промышленную переработку продукции оленеводства и рыбодобывающее производство – виды деятельности, тесно связанные с традиционным хозяйством коренных малочисленных народов Севера.

На территории Тазовского района добывается 26 % природного газа в ЯНАО и 1,6 % конденсата, открыто более 30 месторождений.

В настоящее время реализуются такие масштабные проекты, как разработка Салмановского (Утреннего) нефтегазоконденсатного месторождения ООО «НОВАТЭК – ЮРХАРОВНЕФТЕГАЗ», Западно-Мессояхского и Восточно-Мессояхского месторождений ЗАО «Мессояханефтегаз», строительство нефтепроводной системы «Заполярье – НПС «Пур-Пе» ОАО «Сибнефтепровод», разработка месторождений Большехетской впадины ТПП «Ямалнефтегаз» ООО «Лукойл-Западная Сибирь», Заполярного месторождения ООО «Газпром добыча Ямбург», строительство завода СПГ «Арктик СПГ-2».

Агропромышленный комплекс Тазовского района. 44 предприятия различных форм собственности производят сельхозпродукцию. В числе предприятий – 17 сельскохозяйственных, 8 рыбодобывающих, 2 рыбоперерабатывающих, 66 на-

циональных общин, 35 крестьянско-фермерских и малых хозяйств, 3000 личных оленеводческих хозяйств. В АПК ЯНАО занято более 13 тысяч человек, где 90 % составляют коренные малочисленные народы Севера. Ежегодно производится до 2 тысяч тонн продукции из мяса оленя и свыше 7 тысяч тонн рыбы, включая ценные сиговые породы. Производство валовой сельхозпродукции более 710 млн рублей, из них 57,9 % приходится на сельскохозяйственные организации, 41,7 % на личные подсобные хозяйства, доля крестьянских (фермерских) хозяйств незначительна – 0,4 %.

В Сургутском районе одиннадцать нефтяных компаний, объемы, добычи которых составляют в общей сложности более 110 млн тонн, работают на месторождениях Сургутского района. Безусловный лидер среди них – ОАО «Сургутнефтегаз». В числе других стабильных и успешных добывающих предприятий и объединений НК «Роснефть», ООО «Лукойл – Западная Сибирь», ОАО «Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз», НК «Славнефть», ОАО «Томскнефть ВНК». ООО «Газпром переработка» и ООО «Газпром трансгаз Сургут» обеспечивают транспортировку и переработку десятков тысяч миллиардов кубических метров газа в год. Район пересекают четыре крупных магистральных нефтепровода: Нижневартовск – Самара, Сургут – Полоцк, Холмогоры – Клин, Усть-Балык – Нижневартовск, газопровод Уренгой – Челябинск, десятки нефте- и газопровод Уренгой – Челябинск, десятки нефте- и газопроводов местного значения, железные и автомобильные дороги. Выпуск промышленной продукции постоянно увеличивается. Среднегодовой прирост производства ежегодно составляет более 10 процентов. Район занимает лидирующие позиции в округе по добыче нефти, на его долю приходится более 40 % от общей добычи нефти в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре.

Суммарный валовый выброс от промышленных предприятий Ямальского района включает 98 веществ и составляет 262 138,585171 т/год.

Основной вклад (более 95,6 %) в загрязнение воздушного бассейна вносят выбросы следующих 11 промышленных объектов: ООО «Газпром нефть Новый Порт», ООО «Газпром трансгаз Ухта» (крановые площадки линейной части газопровода Бованенково-Ухта II), ООО «Газпром трансгаз Ухта» (Воркутинское ЛПУ МГ), объекты Бованенковского НГКМ филиала Ямальского ГПУ ООО «Газпром добыча Надым», объекты обустройства сеноман-аптских залежей Харасавэйского ГКМ, комплекс объектов в районе КС «Байдарацкая» газопровода Бованенково – Ухта, Воркутинское ЛПУ МГ, строительство эксплуатационных скважин Бованенковского ГКМ филиала «Ухта бурение» ООО «Газпром бурение», ОАО «Ямал СПГ» (в том числе площадки, морской порт, ЕРС), управление «Ямалэнергогаз» ООО «Газпром добыча Надым» (объекты Харасавэйского ГКМ), ООО «Бурэнерго», ООО «Газпром добыча Надым», строительство скважин УКПГ-3 Бованенковского НГКМ (филиал УОРИСОФ) [2].

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу из источников Ямальского района представлены в основном веществами 4-го класса опасности (47,15 %) и веществами, для которых установлен ОБУВ (45,72 %) [2].

Наибольшие вклады в уровень загрязнения атмосферы (более 99 %) обуславливают выбросы следующих загрязняющих веществ: углерода оксид (47,01 %); метан (45,04 %); азота диоксид (4,39 %); азота оксид (1,89 %); керосин (0,66 %); серы диоксид (0,51 %) [2].

С целью оценки состояния воздушного бассейна и обоснования устойчивого развития труднодоступных территорий Ямальского района созданы базы данных вы-

бросов промышленных источников для расчета приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе сельских поселений и вахтовых жилых поселков: пос. Сабетта, пос. Дровяной, с. Мордыяха, с. Моррасале, пос. Мыс-Каменный, пос. Новый Порт, пос. Панаевск, пос. Салемал, пос. Сеяха, д. Сунэйсале, пос. Тамбей, с. Таркосале, д. Усть-Юрибей, д. Яптик-Сале, с. Яр-Сале, д. Порц-Яха, вр. пос. Харасавей.

В Тазовском районе приоритетными промышленными предприятиями являются: ОАО «НК «Роснефть» – «Ямалнефтепродукт», филиал «Тазовское предприятие по обеспечению нефтепродуктами», ООО «Арктикстроймост», ОАО «Аэропорт Сургут», филиал ОАО «Интегра-Геофизика» – «Ямалгеофизика-Восток» Сейсморазведочная партия № 33, ООО «СП ВИС-МОС», ОАО «Авиакомпания «ЮТэйр», Тарко-Салинский центр ОВД филиала «Аэронавигация Севера Сибири» ФГУП «Госкорпорация по ОрВД», ДОО «Спецгазавтотранс» ОАО «Газпром», филиал АО «Ямалкоммунэнерго», филиал ОАО «Ростелеком», АО «Ванкорнефть»; ООО «РосДорСтрой», ООО «Газпром георесурс» производственный филиал «Севергазгеофизика», АО «Краснодарстройтрансгаз», ООО «АК «Ямал», Тарко-Салинский центр ОВД филиала «Аэронавигация Севера Сибири» ФГУП «Госкорпорация по ОрВД»; филиал АО «Ямалкоммунэнерго», ООО «АК «Ямал», ОАО «Сибнефтегеофизика»; Тарко-Салинский центр ОВД филиала «Аэронавигация Севера Сибири» ФГУП «Госкорпорация по ОрВД», филиал АО «Ямалкоммунэнерго», ООО «АК «Ямал», ОАО «Сибнефтегеофизика»; Тарко-Салинский центр ОВД филиала «Аэронавигация Севера Сибири» ФГУП, филиал АО «Ямалкоммунэнерго», ООО «АК «Ямал», филиал АО «Ямалкоммунэнерго» [2].

С целью оценки состояния воздушного бассейна и обоснования устойчивого развития труднодоступных территорий Тазовского района созданы базы данных выбросов промышленных источников для расчета приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе сельских поселений: пос. Тазовский, пос. Новозаполярный, с. Газ-Сале, с. Антипаюта, с. Гыда, с. Находка.

Суммарный валовый выброс от промышленных предприятий Сургутского района включает 168 веществ, выбрасываемых стационарными источниками Сургутского района, и составляет 2 076 869,50 т/год.

Приоритетными загрязнителями по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу (т/год) являются загрязняющие вещества: азота диоксид, азота оксид, углерод (сажа), серы диоксид, углерода оксид, гексан, пентан, метан, углеводороды предельные  $C_1-C_5$ , углеводороды предельные  $C_6-C_{10}$ , этан [4].

Приоритетными промышленными предприятиями по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу (т/год), расположенных в Сургутском районе и учтенных при оценке влияния по фактору химического воздействия на атмосферный воздух сельских территорий (вклад более 96 %), являются: НГДУ «Нижнесортимскнефть» ОАО «Сургутнефтегаз» (38,19 %), НГДУ «Федоровскнефть» ОАО «Сургутнефтегаз» (28,79 %), НГДУ «Лянторнефть» ОАО «Сургутнефтегаз» (4,91 %), «Сургутская ГРЭС-2» (4,69 %), ООО «РН-Юганскнефтегаз» (3,96 %), УВСИНГ ОАО «Сургутнефтегаз» (3,45 %), ООО «Газпром трансгаз Сургут» (2,91 %), НГДУ «Быстринскнефть» ОАО «Сургутнефтегаз» (2,03 %), ТПП «Повхнефтегаз» ООО «Лукойл-Западная Сибирь» (1,77 %), НГДУ «Комсомольскнефть» ОАО «Сургутнефтегаз» (1,56 %), «НГДУ «Сургутнефть» ОАО «Сургутнефтегаз» (1,40 %), ТПП «Когалымнефтегаз» ООО «Лукойл-Западная Сибирь» (1,39 %), «Сургутская ГРЭС-1» (1,19 %), Компания «КанБайкалРезорзес ИНК» (1,01 %) [4].

С целью оценки состояния воздушного бассейна и обоснования устойчивого развития труднодоступных территорий Сургутского района созданы базы данных выбросов промышленных источников для расчета приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений: городское поселение Лянтор; городское поселение Федоровский; городское поселение Белый Яр; городское поселение Барсово; сельское поселение Солнечный; сельское поселение Нижнесортымский; сельское поселение Угут; сельское поселение Ульт-Ягун; сельское поселение Локосово; сельское поселение Русскинская; сельское поселение Сытомино; сельское поселение Лямина; сельское поселение Тундрино.

Методология оценки риска здоровью населения на основе математического моделирования рассеивания атмосферных загрязнителей является единственно приемлемым способом оценки конкретной ситуации на труднодоступных территориях Ямальского, Тазовского и Сургутского районов. Расчетные методы позволяют построить полноценную модель загрязнения объекта окружающей среды с возможностью ее оценки в любой точке изучаемого пространства. Расчеты рассеивания выбросов загрязняющих веществ по Ямальскому, Тазовскому и Сургутскому районам выполнены в соответствии с «Методами расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе», утв. приказом Минприроды России № 273 от 06.06.2017 г., рег. в Минюсте России № 47734 10 августа 2017 г. [5]. Вместе с тем точность расчетов зависит от двух основных аспектов – качества исходной информации и точности выбранной модели. При выборе модели расчета загрязнения объектов окружающей среды для целей оценки риска следует иметь в виду, прежде всего, ее способность определять не только максимальные уровни загрязнения, но и осредненные на заданный период экспозиции, в максимальной степени учитывать все факторы, влияющие на распространение загрязнения [3].

Исходные данные для расчета приземных концентраций взяты из проектов нормативов ПДВ предприятий. По данным расчета максимальные разовые и среднегодовые приземные концентрации всех загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест Ямальского и Тазовского районов не превышают соответствующие предельно допустимые значения.

По данным расчетов приоритетными загрязняющими веществами являются: азота диоксид (0,35 ПДК<sub>мр</sub>), азот (II) оксид (0,17 ПДК<sub>мр</sub>), углерод (сажа) (0,1 ПДК<sub>мр</sub>), углерода оксид (0,18 ПДК<sub>мр</sub>), метан (0,24 ПДК<sub>мр</sub>), бенз(а)пирен (0,24 ПДК<sub>мр</sub>), метанол (0,17 ПДК<sub>мр</sub>) [2].

К приоритетным загрязнителям атмосферного воздуха Ямальского района с учетом их опасности и величин поступления в атмосферу от изучаемых источников относятся 25 веществ: кадмия оксид, марганец и его соединения (в пересчете на марганец (IV) оксид), свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец), хром (в пересчете на хрома (VI) оксид), азота диоксид, аммиак, азот (II) оксид, сажа, серы диоксид, дигидросульфид, углерода оксид, фтористые газообразные соединения в пересчете на фтор, метан, бензол, этилбензол, бенз(а)пирен, трихлорметан (хлороформ), тетрахлорметан (углерод четыреххлористый), гидроксibenзол (фенол), ацетальдегид, формальдегид, керосин, взвешенные вещества, мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий), диоксины (в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлордибензо-1,4-диоксин) [2].

В соответствии с Р 2.1.10.1920-04 при идентификации опасности из полного перечня веществ рассмотрены канцерогены 1-й и 2-й группы по классификации

МАИР (12 канцерогенов) [3]. К 1-й группе (с доказанной канцерогенностью для человека) относятся семь веществ (кадмий оксид, хром (6+), сажа, бензол, бенз(а)пирен, формальдегид, диоксины), к группе 2А (вероятные человеческие канцерогены) – одно вещество (свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)), к группе 2В (возможные человеческие канцерогены) – четыре вещества (этилбензол, трихлорметан, тетрахлорметан, ацетальдегид).

Ингаляционный химический риск для здоровья в связи с загрязнением воздушного бассейна Ямальского района оценен на территории пос. Сабетта, пос. Дровяной, с. Мордыяха, с. Моррасале, пос. Мыс-Каменный, пос. Новый Порт, пос. Панаевск, пос. Салемал, пос. Сеяха, д. Сунэйсале, пос. Тамбей, с. Таркосале, д. Усть-Юрибей, д. Яптик-Сале, с. Яр-Сале, д. Порц-Яха, в. пос. Харасавей для установления и предотвращения вредного воздействия загрязнителей атмосферного воздуха.

Критические органы/системы, поражаемые рассматриваемыми приоритетными веществами, – органы дыхания, ЦНС, кровь, системы развития, иммунная, сердечно-сосудистая, нервная, костная, репродуктивная, эндокринная система, красный костный мозг, печень, почки, глаза, зубы, системные эффекты, смертность.

От ингаляционного воздействия кадмия, свинца, хрома (6+), сажи, бензола, этилбензола, бенз(а)пирена, трихлорметана, тетрахлорметана, ацетальдегида, формальдегида, диоксинов в течение всей жизни населения, проживающего на территории Ямальского района, существенного уровня развития онкологических заболеваний не прогнозируется. Прогнозируемый популяционный канцерогенный риск составляет от  $2,79 \cdot 10^{-7}$  до  $4,58 \cdot 10^{-3}$  случаев и популяционный годовой риск – от  $3,98 \cdot 10^{-9}$  до  $6,54 \cdot 10^{-5}$  случаев в год.

Наиболее высокие канцерогенные риски зарегистрированы в пос. Сабетта (от  $1,19 \cdot 10^{-6}$  до  $1,53 \cdot 10^{-6}$ ), с. Яр-Сале (от  $6,90 \cdot 10^{-7}$  до  $1,11 \cdot 10^{-6}$ ) и с. Мордыяха (от  $9,85 \cdot 10^{-7}$  до  $9,92 \cdot 10^{-7}$ ), а самые низкие в д. Порц-Яха ( $2,70 \cdot 10^{-7}$ ), д. Сюнай-Сале ( $2,52 \cdot 10^{-7}$ ) и пос. Панаевск (от  $2,45 \cdot 10^{-7}$  до  $2,46 \cdot 10^{-6}$ ). Следует отметить, что наибольший вклад в суммарные канцерогенные риски в пос. Сабетта, с. Яр-Сале и пос. Новый Порт вносит сажа, а не диоксины, как на остальных поселениях. При этом риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению и их уровни подлежат только периодическому контролю.

Индивидуальные неканцерогенные риски не превышают 1,0 и свидетельствуют о низкой вероятности возникновения неблагоприятных эффектов от воздействия всех приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха.

При ранжировании индивидуальных неканцерогенных рисков на первом месте находятся риски в связи с воздействием серы диоксида ( $HQ$  от 0,00068 до 0,091), на втором – азота диоксида ( $HQ$  от 0,0019 до 0,054), на третьем – керосина ( $HQ$  от 0,0015 до 0,042).

Наиболее высокие неканцерогенные риски зарегистрированы в пос. Сабетта, с. Яр-Сале и с. Новый Порт, а самые низкие в д. Порц-Яха, пос. Панаевск и в.п. Дровяной.

Характеристика суммарного риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном воздействии приоритетных загрязнителей проведена на основе расчета индексов опасности с учетом критических органов/систем, поражаемых приоритетными веществами (органы дыхания, ЦНС, кровь, системы развития, иммунная, сердечно-сосудистая, репродуктивная, эндокринная система, печень, почки, системные эффекты, смертность).

Индексы опасности, не превышающие 1,0 во всех рецепторных точках, свидетельствуют о низкой вероятности проявления неблагоприятных эффектов со стороны критических органов/систем. Наиболее высокие индексы опасности при хроническом воздействии на органы дыхания зарегистрированы в с. Яр-Сале (*HI* от 0,074 до 0,106), пос. Сабетта (*HI* от 0,061 до 0,084) и с. Новый Порт (*HI* от 0,022 до 0,046), а самые низкие в д. Сюнай-Сале (*HI* от 0,005 до 0,0051), пос. Панаевск (*HI* от 0,0042 до 0,0044) и в.п. Дровяной (*HI* 0,0036).

Исходные данные для расчета приземных концентраций взяты из проектов нормативов ПДВ предприятий.

В Сургутском районе по данным расчетов максимальные разовые концентрации превышают соответствующие предельно допустимые значения. Среднегодовые концентрации всех загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест не превышают соответствующие предельно допустимые значения.

Максимальные разовые концентрации по азота диоксиду превышают допустимые значения на территории поселения Лянтор, п. Лянтор в 4,82 раза (основной вкладчик предприятие ЛГ МУП «УТВиВ»), в 3,93 раза (основной вкладчик предприятие «Лянторский ВМУ»), в 2,83 раза (основной вкладчик предприятие НГДУ «Лянторнефть»); на территории поселения Локосово, с. Локосово – в 1,95 раза (основной вкладчик предприятие ООО «Запсибтрансгаз»); в поселении Федоровский, п. Федоровский – в 1,93 раза (основной вкладчик трест «Сургутнефтедорстройрем»), в 1,03 раза (основной вкладчик предприятие УТТ НГДУ трест «Федоровскнефть»); на межселенной территории (вахтовый поселок Алехинский) – в 1,51 раза (основной вкладчик предприятие НГДУ «Нижнесортымскнефть»); на территории поселения Белый Яр, п. Белый Яр – в 1,29 раза (основной вкладчик предприятие МУП ТО УТВиВ № 1, п. Белый Яр) [4].

Максимальные разовые концентрации по оксиду углерода превышают допустимые значения на территории поселения Лянтор, п. Лянтор – в 1,08 раза (основной вкладчик предприятие НГДУ «Лянторнефть»); на межселенной территории (вахтовый поселок Алехинский) – в 1,001 раза (основной вкладчик предприятие НГДУ «Нижнесортымскнефть»).

По остальным загрязняющим веществам превышений допустимых максимальных разовых концентраций в контрольных точках жилых массивов Сургутского района не прогнозируется.

Для уменьшения максимальных разовых концентраций по загрязняющим веществам – азота диоксид, углерода оксид – в атмосферном воздухе населенных мест Сургутского района проведены воздухоохраные мероприятия на источниках выбросов.

Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха Сургутского района являются 37 веществ: бериллий, медь оксид (меди оксид) (в пересчете на медь), никель оксид (в пересчете на никель), свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец), хром (в пересчете на хрома (VI) оксид), азота диоксид, аммиак, азот (II) оксид, углерод (сажа), серы диоксид, дигидросульфид (сероводород), углерода оксид, фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор), гексан, пентан, метан, смесь углеводородов предельных C1–C5 (по пентану), этан, бута-1,3-диен (1,3-Бутадиен, дивинил), бензол, этилбензол (винилбензол, стирол), этилбензол, бенз(а)пирен, дихлорметан (метилен хлористый), тетрахлорэтилен (перхлорэтилен), тетрахлорметан (хлорметил), оксиран (эпихлоргидрин), гидро-

ксибензол (фенол), 2-Метил-2-метоксипропан (2-Метокси-2-метилпропан; метил-трет-бутиловый эфир), формальдегид, эпоксиэтан (оксиран; этилена оксид), проп-2-еннитрил (акрилонитрил), проп-2-енамид (акриламид; акриловой кислоты амид), керосин, взвешенные вещества, мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий), пыль асбестосодержащая (с содержанием асбеста от 20 %).

От ингаляционного воздействия канцерогенных веществ в течение всей жизни населения, проживающего на территории Сургутского района, существенного уровня развития онкологических заболеваний не прогнозируется. Прогнозируемый популяционный канцерогенный риск составляет от  $5,55 \cdot 10^{-5}$  до  $7,96 \cdot 10^{-2}$ , популяционный годовой риск – от  $7,93 \cdot 10^{-7}$  до  $1,14 \cdot 10^{-3}$ .

По данным ранжирования суммарных канцерогенных рисков наиболее высокие риски прогнозируются на следующих территориях: поселении Локосово, с. Локосово, поселении Угут, с. Угут, поселении Барсово, п. Барсово, межселенной территории, вахтовом поселке Северный, поселении Солнечный, п. Солнечный.

Коэффициенты неканцерогенной опасности, не превышающие 1,0, свидетельствуют о низкой вероятности возникновения неблагоприятных эффектов от воздействия всех приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, поступающих из источников выбросов промышленных предприятий Сургутского района.

Величины индексов неканцерогенной опасности менее 1,0 свидетельствуют о низкой вероятности проявления неблагоприятных эффектов воздействия на критические органы/системы при комбинированном воздействии приоритетных загрязнителей (органы дыхания, ЦНС, кровь, развитие, сердечно-сосудистая система, иммунная система, репродуктивная система, нервная система, эндокринная система, печень, почки, глаза, системные эффекты, смертность). Наибольший вклад в риск развития неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии приоритетных веществ вносят: на органы дыхания и кровь – диоксид азота, на ЦНС, процессы развития, сердечно-сосудистую систему – углерода оксид, на иммунную систему, – бен(а)пирен, на репродуктивную систему – бензол, на нервную систему – гексан, на эндокринную систему и почки – свинец, на печень – керосин, на глаза – формальдегид, на системные эффекты – сажа, на смертность – диоксид серы.

По данным ранжирования индексов опасности наиболее высокие риски прогнозируются на следующих территориях:

- межселенной территории (вахтовый поселок Алехинский), поселении Лянтор, п. Лянтор, поселении Барсово, п. Барсово, поселении Федоровский, п. Федоровский – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на органы дыхания;

- поселении Лянтор, п. Лянтор, поселении Локосово, с. Локосово, поселении Федоровский, п. Федоровский, межселенной территории (вахтовый поселок Алехинский) – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на кровь;

- поселении Локосово, с. Локосово, поселении Лянтор, п. Лянтор, поселении Угут, с. Угут, поселении Барсово, п. Барсово – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на ЦНС;

- поселении Локосово, с. Локосово, поселении Лянтор, п. Лянтор, межселенной территории (вахтовый поселок Алехинский), поселении Угут, с. Угут – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на процессы развития и сердечно-сосудистую систему;

– поселении Локосово, с. Локосово, поселении Солнечный, п. Солнечный, поселении Федоровский, п. Федоровский, поселении Барсово, п. Барсово – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на иммунную систему;

– поселении Локосово, с. Локосово, поселении Барсово, п. Барсово, поселении Солнечный, п. Солнечный – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на иммунную систему;

– поселении Локосово, с. Локосово, поселении Нижнесортымский, п. Нижнесортымский, поселении Федоровский, п. Федоровский – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на репродуктивную систему;

– поселении Барсово, п. Барсово, поселении Солнечный, п. Солнечный, поселении Солнечный, п. Сайгатина – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на нервную систему;

– поселении Барсово, п. Барсово, поселении Солнечный, п. Солнечный, поселении Белый Яр, п. Белый Яр – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на печень;

– поселении Локосово, с. Локосово, поселении Белый Яр, п. Белый Яр, поселении Барсово, п. Барсово – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на почки;

– поселении Федоровский, п. Федоровский, поселении Солнечный, п. Солнечный, поселении Лянтор, п. Лянтор – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на глаза;

– поселении Угут, с. Угут, межселенной территории, вахтовый поселок Северный, поселении Лянтор, п. Лянтор, поселении Барсово, п. Барсово – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на системные эффекты;

– межселенной территории (вахтовый поселок Алехинский), поселении Лянтор, п. Лянтор, поселении Барсово, п. Барсово – при однонаправленном действии приоритетных загрязнителей на смертность.

**Выводы.** Результаты оценки риска здоровью населения Ямальского, Тазовского районов и с учетом природоохранных мероприятий Сургутского района свидетельствуют о соответствии критериям предельно допустимого риска для здоровья по величинам индивидуального канцерогенного риска и п. 2.1 СанПиН 2.2.1/2.1.1-1200-03 (новая редакция с изменениями). Коэффициенты индивидуальной неканцерогенной опасности, не превышающие 1,0, свидетельствуют о низкой вероятности возникновения неблагоприятных эффектов от воздействия всех приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха.

#### **Рекомендации:**

1. С целью оценки комплексной токсической нагрузки на население Ямальского, Тазовского, Сургутского районов необходимо организовать мониторинг загрязнения объектов окружающей среды: атмосферного воздуха, водных объектов, питьевой воды, почвенного покрова.

2. В Ямальском районе стационарные посты мониторинга загрязнения атмосферного воздуха с учетом данных оценки риска здоровью населения следует организовать в пос. Сабетта, с. Яр-Сале, с. Новый Порт и с. Мордыяха. В Тазовском районе стационарные посты мониторинга загрязнения атмосферного воздуха с учетом данных оценки риска здоровью населения следует организовать в пос. Тазовский, пос. Новозаполярный, с. Газ-Сале, с. Антипаюта, с. Гыда, с. Находка. В Сургутском районе стационарные посты мониторинга загрязнения атмосферного воздуха с учетом данных оценки риска здоровью населения следует организовать в поселении Ло-



косово, с. Локосово, поселении Угут, с. Угут, поселении Барсово, п. Барсово, межселенной территории, вахтовый поселок Алехинский, вахтовый поселок Северный, поселении Солнечный, п. Солнечный, поселении Лянтор, п. Лянтор, поселении Федоровский, п. Федоровский.

3. В Ямальском районе приоритетными загрязнителями для измерения содержания в атмосферном воздухе являются вещества: азота диоксид, азот (II) оксид, углерод (сажа), углерода оксид, метан, бенз(а)пирен, метанол. В Тазовском районе приоритетными загрязнителями для измерения содержания в атмосферном воздухе являются вещества: азота диоксид, азот (II) оксид, углерод (сажа), углерода оксид, метан, бенз(а)пирен, метанол. В Сургутском районе приоритетными загрязнителями для измерения содержания в атмосферном воздухе являются вещества: азота диоксид, азота оксид, углерод (сажа), серы диоксид, углерода оксид, гексан, пентан, метан, углеводороды предельные  $C_1-C_5$ , углеводороды предельные  $C_6-C_{10}$ , этан.

4. Для оценки распространения атмосферных загрязнений в Ямальском районе размещения источников загрязнения воздушного бассейна провести измерение содержания токсичных веществ в снеговом покрове на территории пос. Сабетта, с. Яр-Сале, с. Новый Порт и с. Мордыха; в Тазовском районе на территории пос. Тазовский, пос. Новозаполярный, с. Газ-Сале, с. Антипаюта, с. Гыда, с. Находка; в Сургутском районе на территории поселения Локосово, с. Локосово, поселения Угут, с. Угут, поселения Барсово, п. Барсово, межселенной территории, вахтовых поселков Алехинский и Северный, поселения Солнечный, п. Солнечный, поселения Лянтор, п. Лянтор, поселения Федоровский, п. Федоровский.

Во всех районах в пробах снега измерить показатели: рН среды, сухого остатка, сульфатов, хлоридов, нитратов, нитритов, азота аммиака, содержания в твердой фазе и растворенной части железа, марганца, кадмия, меди, цинка, свинца, хрома, фенола, фторидов.

5. В Ямальском, Тазовском и Сургутском районах провести оценку качественного состава водных объектов и питьевой воды по имеющимся данным. На основании обобщения имеющейся информации разработать программу мониторинга содержания токсичных веществ в водных объектах (прежде всего в источниках питьевого водоснабжения) и питьевой воде.

6. В Ямальском, Тазовском и Сургутском районах оценить качество почвенного покрова по имеющимся данным, при необходимости провести измерения содержания токсичных веществ.

7. В Сургутском районе необходимо провести дополнительные воздухоохраные мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в следующих поселениях:

- п. Лянтор, предприятие ЛГ МУП «УТВиВ»;
- с. Локосово, предприятие ООО «Запсибтрансгаз»;
- п. Федоровский, трест «Сургутнефтедорстройрем»;
- на межселенной территории (вахтовый поселок Алехинский), предприятие НГДУ «Нижнесортымскнефть»;
- п. Белый Яр, предприятие МУП ТО УТВиВ.

По остальным поселениям Сургутского района воздухоохраных мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не требуется, поскольку максимальные разовые приземные концентрации находятся в пределах предельно допустимых норм и составляют менее 1 ПДК.

### Список литературы

1. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе / утв. приказом Минприроды России № 273 от 06.06.2017 г., рег. в Минюсте России № 47734 10 августа 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).
2. Оценка состояния окружающей среды Ямальского района: отчет. – Екатеринбург: НИИ «Экотоксикологии», 2018.
3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 143 с.
4. Разработка комплексной системы оценки экологической ситуации в населенных пунктах Сургутского района. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах Сургутского района расчетным методом от выбросов предприятий, гигиеническая оценка существующих и проектируемых территорий в рамках реализации основного мероприятия «Осуществление мероприятий по функционированию и актуализации геоинформационных систем в сфере охраны окружающей среды и природопользования» подпрограммы «Организация мероприятий межпоселенческого характера по охране окружающей среды» муниципальной программы «Организация мероприятий межпоселенческого характера по охране окружающей среды» распространению информации по охране окружающей среды, внедрение программных средств в области охраны окружающей среды: отчет. – Екатеринбург: НИИ «Экотоксикологии», 2018.
5. Распоряжение Правительства РФ № 1715-р от 13 ноября 2009 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).

## **Проблемы создания банка данных санитарно-гигиенической паспортизации канцерогенно-опасных организаций и его использования для оценки профессионального риска здоровью работников от канцерогенно-опасных факторов**

**В.В. Дворянов, А.В. Иваненко, Е.В. Судакова,  
Е.М. Осипова, Е.В. Бестужева, А.С. Кузнецов,  
С.А. Скворцов**

ФБУН «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» Роспотребнадзора,  
г. Москва, Россия

Представлены результаты онкологической заболеваемости населения г. Москвы и данные паспортизации канцерогенно-опасных организаций. Предложены мероприятия по усовершенствованию этой работы.

**Ключевые слова:** злокачественные новообразования, канцерогенный риск, паспорт канцерогенно-опасной организации.

Указом Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» в качестве одной из приоритетных целей развития определено повышение ожидаемой продолжительности жизни населения до 78 лет к 2024 г. и до 80 лет к 2030 г. Для ее реализации необходимо добиваться сокращения уровня смертности и травматизма от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний за счет перехода в сфере охраны труда к системе управления профессиональными рисками. Также отмечена важность реализации программ борьбы с онкологическими заболеваниями и поставлена задача по обеспечению к 2024 г. снижения смертности от новообразований, в том числе от злокачественных, до 185 случаев на 100 тысяч населения.

Для разработки программ необходима оценка заболеваемости и смертности населения от онкологических заболеваний, оценка канцерогенной опасности предприятий, организаций или их структурных подразделений и разработка профилактических мероприятий как для работающих, так и для населения, проживающего под воздействием канцерогенно-опасных объектов.

Проблемы развития профессиональной онкозаболеваемости были подняты в Англии, когда при лечении рака яичек у мальчиков-трубочистов хирург Персиваль Потт в 1775 г. описал злокачественную опухоль, которую назвал «рак трубочиста». 5 июля 1788 г. Британским парламентом был принят закон запретивший трубочистам использовать труд мальчиков младше 8 лет – первый в мире закон о защите человека от канцерогенов на рабочем месте.

Международная организация труда (МОТ) в Конвенции № 139 от 1974 г. «О профилактике и контроле профессиональных рисков, вызываемых канцерогенными веществами и агентами» (не ратифицирована Россией) в статьях 1–5 определила следующие мероприятия, направленные на профилактику профессионального рака:

- периодическое определение канцерогенных веществ и агентов, подвергать воздействию которых на производстве запрещено или допускается только с разрешения или под контролем;
- принятие мер для замены канцерогенных веществ и агентов, воздействию которых работники могут подвергаться в ходе своей работы, неканцерогенными веществами или агентами, или менее вредными веществами или агентами;
- минимизация числа работников, подвергающихся воздействию канцерогенных веществ или агентов, а также продолжительности и степени такого воздействия;
- принятие мер по защите работников от воздействия канцерогенных веществ или агентов и создание соответствующей системы регистрации;
- информирование работников, которые подвергались, подвергаются или могут подвергаться воздействию канцерогенных веществ и агентов, всей имеющейся информацией о связанных с этим опасностях и мерах, которые должны приниматься;
- организация медицинских обследований работников, как в период работы, так и после него, для оценки степени воздействия и контроля над состоянием их здоровья в отношении профессиональных заболеваний.

В настоящее время в РФ действует СанПиН 1.2.2353-08, в разделе III «Основные мероприятия по профилактике канцерогенной опасности» которого определены требования, соответствующие Конвенции МОТ № 139, а также дополнительно введен пункт о проведении санитарно-гигиенической паспортизации, по результатам которой формируются базы данных о канцерогенно-опасных организациях. В соответ-

вии с приведенными в документе определениями под терминами: «*канцерогенно-опасное предприятие (организация)*» – понимается предприятие (организация), на котором работники подвергаются или могут подвергнуться воздействию производственных канцерогенных факторов и/или существует потенциальная опасность загрязнения окружающей среды канцерогенами; «*использование канцерогенных факторов (веществ) в организации*» – любая трудовая деятельность, при которой работник может подвергнуться воздействию канцерогенных факторов (веществ), включая производство и переработку канцерогенных веществ, обращение с канцерогенными веществами (в том числе в лабораторных условиях или при лечении онкологических больных), хранение канцерогенных веществ, транспортирование, удаление и обработку отходов, выброс канцерогенных веществ в результате производственной деятельности, эксплуатацию, ремонт и очистку оборудования и контейнеров и др.

Следовательно, при проведении паспортизации неверно останавливаться только на промышленных предприятиях и не рассматривать иные виды экономической деятельности, где также используются канцерогенные факторы и применяются производственные процессы, обладающие канцерогенной опасностью. Остро стоит проблема недоучета предприятий – особенно микро- и малых, работники которых входят в группу повышенного риска нарушения здоровья из-за слабого контроля условий труда. Единичные паспорта имеются по автозаправочным станциям и станциям технического обслуживания автотранспорта, где имеются рабочие места, на которых сотрудники могут подвергаться воздействию канцерогенно-опасных факторов и процессов, малым предприятиям строительной индустрии, химчисткам. В организациях, осуществляющих проходческие работы или эксплуатирующих подземные сооружения, на работников возможно воздействие радона и его короткоживущих дочерних продуктов. В медицинских и других организациях, использующих источники ионизирующего излучения, сотрудники могут подвергаться его воздействию. Так в 2017 г. общее число организаций, использующих техногенные источники ионизирующего излучения на территории города Москвы, составило 2016 (в 2016 г. – 1904). Кроме того, в городе функционирует свыше 4 тысяч медицинских рентгеновских кабинетов, что на порядок превышает количество оформленных паспортов. Это свидетельствует как о недостаточной информированности работодателей, так и об осуществляющих контроль специалистах Роспотребнадзора относительно наличия возможной канцерогенной опасности на предприятии.

В РФ в 2017 г. было впервые выявлено 617 177 случаев злокачественных новообразований, число умерших составило 290 662 человека. В общей структуре смертности это вторая причина после сердечно-сосудистых заболеваний [1].

В городе Москве, так же, как и в РФ, злокачественные новообразования являются второй по значимости причиной смерти после болезней системы кровообращения. В 2017 г. было зарегистрировано 26 217 случаев смерти от злокачественных новообразований (210,69 на 100 тысяч населения). В динамике за период с 2013 по 2017 г. этот показатель увеличился на 4,5 %.

Среди причин смерти москвичей трудоспособного возраста новообразования находятся на третьем месте, после болезней системы кровообращения, травм и отравлений. Однако в структуре смертности женщин они находятся на первом месте – 30,7 % (показатель смертности 43,68 на 100 тысяч населения).

В МР 2.2.9.0012-10 и Р 2.2.1766-03 в качестве приоритетных мер для профилактики онкозаболеваемости рассматривается уменьшение воздействия канцеро-

генных химических и физических факторов на производстве и в природной среде. Регулярное наблюдение за условиями труда, состоянием здоровья работников (предварительные и периодические медосмотры, группы диспансерного наблюдения, целевые медосмотры и др.), контроль защитных приспособлений и применения средств индивидуальной защиты (СИЗ), информирование работников о существующем риске нарушений здоровья, необходимых мерах защиты и профилактики; пропаганде здорового образа жизни (борьба с вредными привычками, занятия физкультурой и профессионально ориентированными видами спорта) и другие меры оздоровления помогут достигнуть снижения заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований.

Региональный банк данных по результатам паспортизации канцерогенно-опасных организаций в г. Москве ведется с 1999 г. По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2017 году» на 01.01.2018 г. в Москве насчитывалось 621 (2016 г. – 543) канцерогенно-опасное предприятие, на которых производятся и/или применяются канцерогенные вещества и/или продукты, что составляет 9,4 % от общего количества объектов надзора промышленного профиля. В контакте с канцерогенами работает 14 894 человека (1,9 % от общего числа промышленных рабочих), 26,8 % из которых составляют женщины (3991 работница). Наиболее представительными производственными канцерогенами (в контакте с которыми в г. Москве работает 1000 человек и более), являются формальдегид, отработанные газы дизельных двигателей, минеральные масла, соединения никеля и шестивалентного хрома, N-нитрозамины, эпихлоргидрин, трихлорэтилен и тетрахлорэтилен, кремний диоксид кристаллический. Работники канцерогенно-опасных организаций – это многочисленная и относительно хорошо очерченная группа повышенного онкологического риска. При этом профессиональная онкологическая заболеваемость в г. Москве не выявляется начиная с 2009 г., а до этого фиксировалась в виде единичных случаев в год [3, 6, 9]. С целью повышения выявляемости профзаболеваний в городе Приказом Департамента здравоохранения г. Москвы № 915 от 25.12.2017 г. в составе Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Городская поликлиника № 3 Департамента здравоохранения города Москвы» был организован Центр профессиональной патологии.

Для своевременного выявления и полноценного учета организаций и их структурных подразделений (производств, технологических процессов, цехов, производственных участков и рабочих мест), на которых работники могут подвергаться воздействию канцерогенных факторов, необходимо проводить специальную оценку условий труда, а также паспортизацию канцерогенно-опасных организаций. Помимо этого возможно выделять канцерогенно-опасные вещества, содержащиеся в выбросах предприятий, как при проведении экспертизы проектов предельно допустимого выброса в соответствии с п. 4.2.1. СанПиН 2.1.6.1032-01, так и по анализу государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду Федеральной службы по надзору в сфере природопользования. В соответствии с приказом Минприроды России № 379 от 09.09.2010 г. «Об утверждении перечня объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности на территории города федерального значения Москва и подлежащих федеральному государственному экологическому надзору» в перечень входит 1784 объекта, на большей части которых применяются

канцерогенно-опасные вещества и процессы. Активизация этой работы поможет в реализации программы по борьбы с онкологическими заболеваниями в соответствии с Указом Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г.

### Список литературы

1. Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность) [Электронный ресурс]. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018. – 250 с. – URL: [http://www.oncology.ru/service/statistics/malignant\\_tumors/2017.pdf](http://www.oncology.ru/service/statistics/malignant_tumors/2017.pdf) (дата обращения: 14.03.2019).

2. Конвенция Международной организации труда № 139 о профилактике и контроле профессиональных рисков, вызываемых канцерогенными веществами и агентами (Женева, 24 июня 1974 г.) [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.03.2019).

3. МУ 2.2.9.2493-09. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогенно-опасных организаций и формирование банков данных: методические указания [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.03.2019).

4. МР 2.2.9.0012-10. Модель региональной программы первичной профилактики рака. Методические рекомендации [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.03.2019).

5. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ № 204 от 07.05.2018 г. [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.03.2019).

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – М., 2018. – 229 с. – URL: <http://77.rospotrebnadzor.ru/images/Moskvagosdoklad2017.pdf> (дата обращения: 14.03.2019).

7. Приказ Минприроды России № 379 от 09.09.2010 (ред. от 28.04.2014) «Об утверждении перечня объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности на территории города федерального значения Москва и подлежащих федеральному государственному экологическому надзору» [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.03.2019).

8. Р 2.2.1766-03. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: руководство [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.03.2019).

9. СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.03.2019).

10. СанПиН 2.1.6.1032-01. 2.1.6. Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений, санитарная охрана воздуха. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.03.2019).

## Экологическое сопровождение на территории Республики Алтай пусков РН «Протон» с космодрома «Байконур»

**А.Н. Зяблицкая<sup>1</sup>, Л.В. Щучинов<sup>2</sup>,  
В.Б. Алексеев<sup>3</sup>, Т.В. Нурисламова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай»,

<sup>2</sup> Управление Роспотребнадзора по Республике Алтай,  
г. Горно-Алтайск, Россия

<sup>3</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических  
технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,  
г. Пермь, Россия

Представлены данные экологического мониторинга влияния ракетно-космической деятельности на окружающую среду Республики Алтай с 2011 г. Проведены идентификация химического состава 23 проб атмосферного воздуха в 14 населенных пунктах Республики Алтай, 8 проб снегового покрова в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей; определение валового содержания химических элементов в 26 пробах почвы; количественное определение N-нитрозодиметиламина, N-нитрозодиэтиламина в 6 пробах воды поверхностных водоемов. В результате проведенных исследований установлено, что в 6 пробах атмосферного воздуха, в 6 пробах воды поверхностных водоемов идентифицируются N-нитрозодиэтиламин, N-нитрозодиметиламин. Организовано информирование органов власти, местного самоуправления, населения о результатах осуществляемого мониторинга.

**Ключевые слова:** ракетно-космическая деятельность, районы падения отделяющихся частей ракет-носителей, N-нитрозодиметиламин, мониторинг.

За последние полвека деятельность космического комплекса и реализация целевых космических исследовательских программ стали важным фактором формирования мировой социально-политической обстановки. На сегодняшний день развитие космического комплекса определяет уровень национальной безопасности и качество жизни населения промышленно развитых стран.

Однако развитие этой отрасли сопряжено не только с научно-техническим прогрессом, обороноспособностью, новыми открытиями, но и с ее все возрастающим влиянием на ближний космос, атмосферу, поверхность Земли. Загрязнение химическими веществами территорий, непосредственно прилегающих к местам расположения пусковых установок, территорий, выделенных под районы падения отделяющихся частей ракет-носителей – лишь часть экологических проблем, появившихся с развитием ракетно-космической деятельности (РКД).

На территории Алтае-Саянского региона выделено во временное пользование несколько районов падения (РП) отделяющихся частей ракет-носителей (ОЧРН). Республика Алтай в соответствии с договором от 27 октября 2000 г. является одним из субъектов Российской Федерации, территория которого используется для эпизодического падения ОЧРН типа «Протон», «Союз», запускаемых с космодрома «Байконур».

Район падения № 309, площадь 45,1 км<sup>2</sup>, охватывающий частично Усть-Канский район, используется для приземления вторых ступеней РН «Союз» и ее модификаций (на углеводородных топливах). Районы № 326, № 327, расположенные на тер-

ритории пяти административных районов Республики Алтай, – Чойского, Турочакского, Чемальского, Онгудайского и Улаганского, площадью 3056 и 2198 км<sup>2</sup>, используются для приземления фрагментов вторых ступеней РН «Протон» (на гидразинном топливе). Населенных пунктов на территории РП нет (рис. 1).

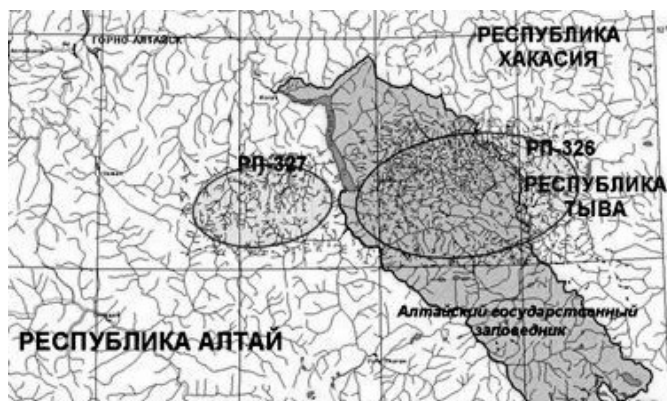


Рис. 1. Схема расположения районов падения на территории Алтае-Саянского региона

Наиболее неблагоприятными последствиями ракетно-космической деятельности могут быть загрязнение территории районов падения отделяющимися частями РН, компонентами ракетных топлив, в первую очередь, несимметричным диметилгидразином (НДМГ), используемым в качестве горючего в РН «Протон-М».

Вопрос негативного влияния ракетно-космической деятельности на окружающую среду и здоровье населения имеет большой резонанс среди жителей Республики Алтай. Периодически отдельные общественные организации проявляют повышенный интерес к проблеме последствий влияния ракетно-космической деятельности. Следует отметить, что представляемая информация не всегда является объективной и нередко преувеличивается негативное влияние РКД на окружающую среду и здоровье населения. В связи с этим получение адекватной оценки влияния ракетно-космической деятельности на окружающую среду и здоровье населения крайне важно для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, для обоснования управленческих решений, информирования гражданского общества и органов власти всех уровней об уровнях рисков для здоровья.

Управлением Роспотребнадзора по Республике Алтай с 2011 г. на территории пяти административных районов республики, входящих в РП, организован эколого-гигиенический мониторинг, представляющий собой комплексную систему оценки воздействия ракетно-космической деятельности от запусков РН с космодрома Байконур на окружающую среду и состояние здоровья населения. Эколого-гигиенический мониторинг включает два основных направления:

- экологический мониторинг окружающей среды с контролем качества атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почвы и растительности;
- медико-экологический мониторинг состояния здоровья населения по обращаемости за медицинской помощью в медицинские организации в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей.



В ходе проведения экологического мониторинга с 2011 г. ежегодно с мая по октябрь на территориях, входящих в районы падения отработанных ступеней РН, на базе аккредитованного испытательного лабораторного центра (ИЛЦ) исследуются пробы воды из подземных источников водоснабжения, поверхностных водоемов, пробы почвы, овощей, дикорастущих ягод, ореха, грибов, используемых населением в пищу, на содержание нитратов, тяжелых металлов, показатели радиационной безопасности (рис. 2).



Рис. 2. Отбор проб окружающей среды после запуска РН «Протон-М»

С 2014 г. начаты исследования объектов окружающей среды на содержание НДМГ методом хромато-масс-спектрометрии на базе ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай». Каждый запуск ракеты-носителя «Протон-М» сопровождался отбором проб объектов окружающей среды на наличие НДМГ.

Во всех исследованных пробах содержание тяжелых металлов, радионуклидов не превышает установленных гигиенических нормативов, наличие НДМГ не выявлено.

В 2017 г. между Управлением Роспотребнадзора по Республике Алтай и ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» (ФГУП ЦЭНКИ) достигнута договоренность об участии специалистов санитарной службы региона в совместных облетах территории районов падения ОЧ РН после запусков с космодрома «Байконур» РН «Протон-М» (рис. 3).

С целью обеспечения экологического мониторинга на территории населенных пунктов, относящихся к зонам возможного влияния ракетно-космической деятельности, на базе Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, были выполнены:

- идентификация химического состава проб атмосферного воздуха в населенных пунктах Республики Алтай;
- работы по определению валового содержания химических элементов в пробах почвы;
- количественное определение N-нитрозодиметиламина, N-нитрозодиэтиламина в пробах воды поверхностных водоемов;
- идентификация химического состава проб снега, воды поверхностных водоемов, отобранных в районах падения ОЧ РН.



Рис. 3. Отбор проб снежного покрова при облете РП № 327

Отбор проб объектов окружающей среды (вода поверхностных водоемов, почва, снег) проводился в послепусковой период в ходе экологического обследования РП № 326, № 327 рабочей группой из представителей ФГУП «ЦЭНКИ», ИВЭП СО РАН, санитарной службы Республики Алтай. Экологическое сопровождение пусков выполнялось в соответствии с «Программой экологического мониторинга в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей № 309, № 310, № 326, № 327 и на прилегающей к ним территории Республики Алтай» (рис. 4).

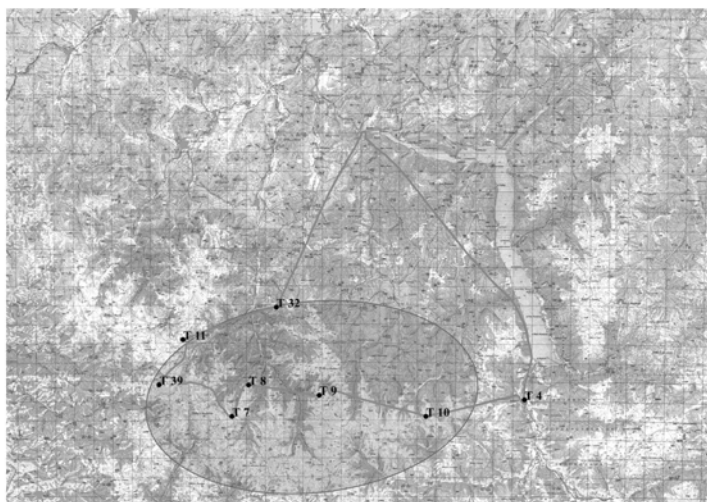


Рис. 4. Точки отбора проб окружающей среды в РП ОЧ РН на территории Республики Алтай

Отбор 23 проб атмосферного воздуха с целью идентификации его химического состава осуществлялся на территории 14 населенных пунктов Майминского, Турочакского, Чойского, Чемальского, Улаганского районов, расположенных в зоне возможного влияния ракетно-космической деятельности. В качестве кон-

трольного района выбраны населенные пункты Кош-Агачского района, расположенные на значительном удалении от районов падения ОЧ РН. Отбор проб атмосферного воздуха регламентирован РД 52.04.186-89. Одновременно проводились метеорологические наблюдения за температурой, влажностью воздуха, за скоростью, направлением ветра, атмосферным давлением, состоянием погоды. Пробы воздуха исследованы гибридным методом – газовой хроматографии и масс-спектрометрии. В пробах атмосферного воздуха населенных пунктов Чемальского, Турочакского, Улаганского районов идентифицированы ароматические углеводороды, фенол, фенолсодержащие соединения, N-нитрозодиэтиламин, N-нитрозодифениламин, фталаты. В ходе идентификации химических соединений, обнаруженных в пробе атмосферного воздуха, отобранного в Кош-Агачском районе, определены ароматические углеводороды, производные бензола и фенола, бензофенон, органические кислоты. Превышений ПДК не выявлено.

В 31 пробе почвы, отобранной в 14 точках мониторинга, проведено определение валового содержания 17 химических элементов (литий, магний, алюминий, титан, ванадий, хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, мышьяк, селен, стронций, кадмий, свинец). Превышений ПДК и ОДК в период наблюдений не выявлено.

С целью количественного определения N-нитрозодиметиламина выполнены исследования 6 проб воды р. Челушман, р. Бия, оз. Телецкое, оз. Аспагайское, оз. Т.11. В результате выполненного химического анализа превышения гигиенического норматива N-нитрозодиметиламина не установлено. Концентрации N-нитрозодиметиламина изменялись от 0,0004 до 0,00765 мг/дм<sup>3</sup>.

Высокие концентрации N-нитрозодиметиламина обнаружены в пробах воды р.Челушман (0,77 ПДК), воды оз. Телецкое (0,67 ПДК).

В послепусковой период в апреле 2018 г. на территории РП № 327 (Улаганский район) с целью идентификации химических соединений были отобраны и направлены на исследование в ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (г. Пермь) 8 проб снега. Отбор проб снега проводился в соответствии РД 52.04.186-89. По результатам аналитических исследований образцов снега, отобранных в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей на территории Республики Алтай, в 2 исследованных пробах выявлены гидразин 1,1-диметил и гидразин 1,2-диметил.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования осуществляемого экологического мониторинга с целью получения объективных данных по результатам исследований.

Результаты осуществляемого Управлением Роспотребнадзора по Республике Алтай мониторинга доводятся до сведения главы Республики Алтай, правительства региона, глав муниципальных образований Республики Алтай, руководителей региональных общественных организаций, организовано широкое освещение данного вопроса в средствах массовой информации.

Проводимая работа, информирование органов власти, местного самоуправления, населения о результатах осуществляемого мониторинга позволяют снять социальную напряженность среди жителей региона по вопросам негативного воздействия ракетно-космической деятельности на состояние здоровья, окружающую среду Республики Алтай.

### Список литературы

1. Братков А.А., Серегин Е.П., Горенков А.Ф. Химмотология ракетных и реактивных топлив. – М.: Химия, 1987.
2. Кречетов П.П., Королева Т.В., Кондратьев А.Д. Несимметричный диметилгидразин как фактор воздействия на окружающую природную среду при осуществлении ракетно-космической деятельности. – М.: Пеликан, 2008. – 63 с.
3. Кричевский С.В. Экологическая политика и экологическая безопасность ракетно-космической деятельности (методологические и практические аспекты) // Конверсия в машиностроении. – 2006. – № 2. – С. 32–36.
4. Кричевский С.В. Экологическая безопасность и экологическая политика аэрокосмической деятельности (актуальные вопросы новейшей истории) // Тез. докл. ИИЕТ РАН: годичная науч. конф. – М.: Диполь-Т, 2003. – С. 433–435.
5. Экологический портал Республики Алтай [Электронный ресурс]. – URL: <http://ekologia-ra.ru> (дата обращения: 20.02.2019).

## Формирование профилей риска продукции для оптимизации контрольно-надзорных мероприятий на примере строительных и отделочных материалов

**Н.В. Никифорова, И.В. Май**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Приведен подход к формированию профиля риска продукции на основании использования данных о частоте выявленных нарушений требований (норм) безопасности продукции и соответствующих нарушений здоровья потребителя с учетом тяжести этих нарушений. Приведен пример реализации данного подхода на примере фанеры клееной, панелей фанерованных и аналогичных материалов из слоистой древесины (ТН ВЭД – 4412). Указаны основные виды неопределенностей оценки риска, возникающие при использовании данного метода.

**Ключевые слова:** профиль риска, продукция, фанера, лабораторное сопровождение, надзор.

Президентом Российской Федерации в послании Федеральному собранию 4 декабря 2014 г. в качестве основного направления развития государственного контроля было названо внедрение риск-ориентированного подхода в деятельность контрольно-надзорных органов [1].

Модернизация системы контрольно-надзорной деятельности продолжается. В 2016 г. правительство Российской Федерации утвердило «дорожную карту» по совершенствованию контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации

на 2016–2017 гг., а программа реформы контрольно-надзорной деятельности входит в состав приоритетных направлений стратегического развития Российской Федерации до 2025 г. [3]. Одним из приоритетных проектов «Реформы контрольной и надзорной деятельности» является «Внедрение Стандарта комплексной профилактики нарушений обязательных требований». Основной целью внедрения является обеспечение системного инкорпорирования профилактической работы в текущую деятельность контрольно-надзорных органов. Минэкономразвития указывает при этом, что для внедрения стандарта должен быть проведен предварительный анализ состояния подконтрольной среды, который включал бы типизацию подконтрольных субъектов, выявление типовых и массовых нарушений обязательных требований, причин и условий их совершения, идентификацию наиболее значимых рисков причинения вреда, их распределения в зависимости от видов подконтрольных субъектов (объектов), территорий, видов экономической деятельности, определение динамики изменений рисков за предшествующий период и т.п.

Выявление типовых и массовых нарушений обязательных требований, предъявляемых к объектам надзора, позволит, в том числе, оптимизировать и повысить эффективность контрольно-надзорной деятельности за счет акцентуации надзора на наиболее рискованных и наиболее часто встречаемых нарушениях объектами требований.

Например, в рамках деятельности Роспотребнадзора выявление типовых и массовых нарушений обязательных требований в отношении безопасности продукции, а также идентификация наиболее значимых рисков для здоровья потребителей в зависимости от видов продукции и факторов риска продукции позволило бы усовершенствовать программы лабораторного сопровождения проверок и повысить эффективность надзорной деятельности службы.

В рамках этого направления совершенствования лабораторного сопровождения контрольно-надзорной деятельности и предлагается формировать «профили риска» продукции.

**Целью исследования** явилось установление профиля риска продукции на примере фанеры клееной, панелей фанерованных и аналогичных материалов из слоистой древесины (ТН ВЭД 4412).

**Материалы и методы.** В качестве примера для формирования профиля риска продукции были выбран один вид продукции из категории строительных и отделочных материалов – фанера клееная, панели фанерованные и аналогичные материалы из слоистой древесины (ТН ВЭД – 4412).

Для формирования профиля риска данного вида продукции использовали результаты скрининговых целевых лабораторных исследований безопасности полимерных и полимерсодержащих строительных и отделочных материалов, проведенных Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в 2015 г. Было исследовано 166 образцов материалов, соответствующих коду ТН ВЭД 4412. Всего выполнено 816 исследований по 20 показателям безопасности. Результаты лабораторных исследований продукции были использованы для оценки частоты выявленных нарушений санитарно-эпидемиологических требований (норм), установленных для продукции данного вида.

Для оценки тяжести нарушения здоровья населения использовали коэффициенты тяжести нарушения здоровья, полученные в результате, выполнения научно-исследовательской работы по теме «Научное обоснование методологии оценки риска продукции для здоровья человека» (Государственный контракт № 359-ПД на выполнение научно-исследовательских работ от 15.09.2006 г.)

**Результаты и их обсуждение.** Под профилем риска продукции понимается типовой для конкретного вида продукции спектр нормируемых показателей безопасности, по которым вероятность нарушения гигиенического норматива наиболее высока с учетом тяжести последствий этих нарушений [2]. Таким образом, формирование профиля риска продукции подразумевает определение уровня риска для каждого отдельного нормируемого инструментально-измеряемого показателя продукции.

Потенциальный риск отдельного нормируемого инструментально-измеряемого показателя продукции представляет собой произведение частоты выявленных нарушений санитарно-эпидемиологических требований (норм), установленных для данного параметра (фактора риска), на вероятность возникновения ответа со стороны здоровья с учетом тяжести этого ответа.

Формирование профилей риска продукции возможно и целесообразно проводить на основании глубокого анализа уже полученных результатов контрольно-надзорной деятельности за безопасностью продукции (как на уровне региона, так и на уровне Российской Федерации в целом) за ряд предшествующих лет, данных обширных скрининговых направленных исследований в отношении качества и безопасности определенного типа продукции.

Для характеристики вероятности нарушения гигиенического норматива, установленного для определенного вида продукции, может быть использована частота выявленных нарушений санитарно-эпидемиологических требований (норм), установленных для инструментально измеряемого параметра (фактора риска) продукции.

Данный показатель может быть вычислен по формуле

$$p_i^u = \frac{n_i^u}{N_i^u},$$

где  $p_i$  – вероятность нарушений обязательных требований безопасности, предъявляемых к продукции по  $i$ -му фактору опасности в ходе одной проверки;

$n_i$  – число проб  $u$ -го вида продукции с установленными нарушениями обязательных требований по  $i$ -му фактору опасности;

$N_i$  – общее число проб  $u$ -й продукции, исследованной по  $i$ -му фактору опасности.

Установлено, что частота нарушений обязательных гигиенических требований в отношении фанеры клееной, панелей фанерованных и аналогичных материалов из слоистой древесины по нормируемым показателям составила: по формальдегиду – 0,25, аммиаку – 0,07, специфическому запаху – 0,03, фенолу – 0,02, метанолу – 0,02.

По остальным изучаемым показателям: хлористому водороду, стиролу, дибутилфталату, диоктилфталату, акрилонитрилу, толуолу, ксилолу, метилметакрилату, бутилацетату, этиленгликолю, изопропиловому спирту, удельной эффективной активности естественных радионуклидов, удельной активности цезия-137 превышений гигиенических нормативов не установлено.

Ввиду того, что потенциальный риск отдельного нормируемого инструментально-измеряемого показателя продукции представляет собой произведение частоты выявленных нарушений санитарно-эпидемиологических требований (норм), установленных для данного параметра (фактора риска), на вероятность возникновения ответа со стороны здоровья с учетом тяжести этого ответа для каждого показателя, рекомендуется устанавливать соответствующие виды потенциальных нега-

тивных эффектов со стороны здоровья потребителя. Должна производиться оценка тяжести этих последствий для здоровья человека. При наличии нескольких вариантов ответа со стороны здоровья на воздействие фактора опасности продукции для установления величины риска предлагается использовать ответ со стороны здоровья, характеризующийся наибольшей тяжестью (табл. 1, 2).

Т а б л и ц а 1

Вероятные эффекты со стороны здоровья при нарушении обязательных требований, предъявляемых к продукции (код ТН ВЭД 4412)

Показатель	Критические органы и системы	Класс болезней	Коэффициент тяжести нарушения здоровья
Формальдегид	Органы дыхания	Болезни органов дыхания	0,0019
	Глаза	Болезни глаза и его придаточного аппарата	0,00001
	Иммунная система (сенсibilизирующее воздействие)	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	0,001
	Новообразования	Новообразования	0,062
Аммиак	Органы дыхания	Болезни органов дыхания	0,0019
Фенол	Сердечно-сосудистая система	Болезни системы кровообращения	0,056
	Почки	Болезни мочеполовой системы	0,001
	Центральная нервная система	Болезни нервной системы	0,002
	Печень	Болезни органов пищеварения	0,005
	Органы дыхания	Болезни органов дыхания	0,0019
Метанол	Влияние на развитие организма	Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	0,063
Специфический запах	Органы дыхания	Болезни органов дыхания	0,0019
	Глаза	Болезни глаза и его придаточного аппарата	0,00001

При наличии данных о вероятности возникновения ответа со стороны здоровья потребителя (нарушении функций, возникновения заболеваний и пр.) на факт и интенсивность нарушения показателя безопасности продукции могут использоваться эти данные. Оптимальным является наличие данных о факторах наклона, отражающих увеличение вероятности развития нарушений здоровья населения, при воздействии фактора опасности продукции.

В условиях отсутствия подобных данных рекомендуется рассматривать наихудший сценарий воздействия, когда каждое нарушение обязательных санитарных требований влечет за собой нарушение здоровья потребителя (вероятность принимается равной 1,0). Полученные результаты используются исключительно для выделения приоритетов лабораторного сопровождения контрольно-надзорной деятельности.

Таким образом, продукция характеризуется набором показателей с соответствующими величинами риска, совокупность которых характеризует профиль риска определенной группы продукции. Пример установленного профиля риска фанеры клееной, панелей фанерованных и аналогичных материалов из слоистой древесины (ТН ВЭД 4412) приведен в табл. 2.

Таблица 2

Профиль риска «Фанера клееная, панели фанерованные и аналогичные материалы из слоистой древесины»

Показатель	Частота нарушений обязательных требований в отношении продукции	Вероятные эффекты со стороны здоровья при воздействии факторов опасности продукции (класс болезней)	Коэффициент тяжести нарушения здоровья	Риск <sup>1</sup>
Формальдегид	0,25	Новообразования	0,062	$1,55 \cdot 10^{-2}$
Метанол	0,02	Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	0,063	$1,26 \cdot 10^{-3}$
Фенол	0,02	Болезни системы кровообращения	0,056	$1,12 \cdot 10^{-3}$
Аммиак	0,07	Болезни органов дыхания	0,0019	$1,33 \cdot 10^{-3}$
Специфический запах	0,03	Болезни органов дыхания	0,0019	$5,70 \cdot 10^{-5}$

На основании полученного профиля риска продукции можно планировать лабораторное сопровождение контроля безопасности данного вида товара. Так, в данном случае максимальные и высокие риски формируются в отношении показателей – формальдегида, метанола, фенола, аммиака. Данные показатели должны быть в первую очередь включены в программу лабораторного сопровождения проверок данного типа продукции. Остальные показатели должны включаться в программу лабораторного сопровождения по остаточному принципу, но не исключаться полностью.

Формирование и использование профилей риска продукции позволяет совершенствовать программы лабораторного сопровождения контрольно-надзорных мероприятий через увеличение числа проб и исследований по «рисковым» показателям и сокращение числа измерений низко-рисковых показателей. При отсутствии данных о потенциальном вреде здоровью потребителей на одно нарушение обязательных требований базой для оптимизации контроля может служить «профиль нарушений».

Нацеленность программ лабораторного контроля на приоритетные показатели опасности продукции при снижении частоты измерений малорезультативных показателей в конечном итоге должно обеспечить рост безопасности потребительского рынка без повышения общих затрат на инструментальное сопровождение проверок. Вместе с тем полное исключение низко-рисковых показателей из программ лабораторного сопровождения надзорной деятельности не допускается. Необходимо исследовать данные показатели в скрининговом режиме, когда расширенные исследования проводятся в отношении большого количества однородной продукции и направлены на формирование профиля риска товара или стохастически, по принципу случайной выборки, – для оценки среднего уровня соблюдения гигиенических нормативов безопасности продукции. Доля таких исследований в соответствии с рекомендациями мировой практики может составлять порядка 20 %.

Неопределенности в установлении уровней риска нормируемых инструментально-измеряемых показателей продукции для формирования профилей риска продукции могут быть обусловлены погрешностями методов измерения показате-

<sup>1</sup> Риск рассчитан при условии отсутствия данных о вероятности возникновения ответа со стороны здоровья потребителя (вероятность принимается равной 1,0).



лей, недостаточностью накопленных статистических данных, недостаточным периодом наблюдения, использованием укрупненных категорий (классов болезней) и их тяжести при установлении вероятных нарушений здоровья потребителей при нарушении обязательных требований, предъявляемых к безопасности продукции.

### Список литературы

1. Зубарев С.М. О современном этапе реформы надзорной деятельности в Российской Федерации [Электронный ресурс] // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина. – 2018. – № 1 (41). – С. 13–23. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-sovremennom-etape-reformy-nadzornoj-deyatelnosti-v-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 30.03.2019).

2. К вопросу об обеспечении риск-ориентированного надзора за безопасностью потребительской продукции на едином экономическом пространстве Евразийского экономического союза / И.В. Гаевский, Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.Т. Карымбаева, С.И. Сычик, Е.В. Федоренко // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 1. – С. 4–16. DOI: 10.21668/health.risk/2019.1.01

3. План мероприятий («Дорожная карта») по совершенствованию контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации / утверждено распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 апреля 2016 г. № 559-р [Электронный ресурс]. – URL: <http://ekologia-ra.ru> (дата обращения: 04.03.2019).

## Краткий обзор применения Байесовского подхода к оценке рисков по таблицам сопряженности 2×2

**В.Ф. Обеснюк**

ФГУП «Южно-Уральский институт биофизики» ФМБА,  
г. Озерск, Челябинская область, Россия

Практике и теории статистического тестирования уже более 100 лет, однако только в последние десятилетия путем статистического моделирования обнаружено, что номинальная вероятность ошибочных заключений при использовании классических тестов Пирсона и Фишера превышает реально достигаемые величины. В обзоре освещены ключевые публикации по истории, методологии и практическому применению подхода Байеса к оценке таблиц сравнительного двухвыборочного анализа. Показаны принципиальные отличия последовательной континуальной параметрической методологии, отличающие ее от частотной/фриквентистской парадигмы классической теории, допускающей непосредственную измеримость вероятности. Тем не менее применение внутренние противоречивых классических тестов обычно не приводит к катастрофическим ошибкам для такого узкого класса статистических объектов, как четырехпольные таблицы сопряженности.

**Ключевые слова:** фактор, эффект, таблица сопряженности, гипотеза, бета-распределение, риск.

Инструментом и объектом статистической оценки для двух однородных выборок, элементы которых связаны с одним из двух возможных исходов, является известная четырехпольная таблица сопряженности воздействующих факторов и вызванных ими исходов (исследование «случай – база»); возможен также анализ связи исходов с признаками (исследование «случай – контроль»). Такие задачи традиционно возникают в медицине, социологии, эпидемиологии, при производственном контроле качества и во многих других отраслях науки и технологий, где результат действия некоторого вредного или полезного фактора зависит не только от анализируемой причинно-следственной связи, но и определяется волей случая, обеспечивающего как индивидуальную вариабельность исхода, так и его вариабельность в структуре выборки. Например, широко распространившиеся в конце XX в. термины «доказательная медицина» и «доказательная эпидемиология» непосредственно связаны именно с анализом четырехпольных таблиц, являющихся основным инструментом рандомизированных контролируемых испытаний [2, 10]. Принято считать [2], что термин «доказательная медицина» был предложен учеными университета Мак-Мастера г. Торонто (Канада) в 1990 г., однако ее приемы, непосредственно связанные с математической статистикой, впервые получили свое распространение задолго до этого в демографии и биологии. Такие науки, как биометрия, эпидемиология и генетика, также занимаются изучением закономерностей изменчивости биологических объектов с использованием упомянутого инструментария. Это происходит, несмотря на то что исторически на переломе XIX и XX вв. развитие аппарата таблиц сопряженности вместе с созданием известного журнала *Biometrika* было направлено в поддержку эволюционной теории Чарльза Дарвина и для опровержения генетических теорий. Пример четырехпольной таблицы с результатами, выраженными неотрицательными целыми числами  $M$ ,  $N$ ,  $K$ ,  $L$ , получающимися в простейшем эпидемиологическом исследовании «случай – база», приведен ниже.

Таблица 1

Результаты наблюдений в когортном методе

Выборка	Исход [+]	Исход [-]
Выборка 1, признак/фактор [+]	$M$	$N - M$
Выборка 2, признак/фактор [-]	$K$	$L - K$

Фактически речь идет о сопоставлении долей  $\beta \approx M/N$  и  $\alpha \approx K/L$  изучаемых специфических событий в однократных выборках с объемами  $N$  и  $L$ . При этом целью является даже не сопоставление собственно выборок, а сравнение величины долей специфических событий в соответствующих генеральных совокупностях, из которых выборки были извлечены. Имплицитно предполагается, что обе они являются представительными, несмотря на практическое отсутствие критериев и доказательств их представительности, что вообще характерно для однократных выборок в гуманитарных исследованиях. В процессе анализа эмпирических данных необходимо, как правило, ответить на два вопроса:

1. Какова относительная величина наблюдаемого (клинического) эффекта в одной выборке по сравнению с другой?
2. Адекватна ли вероятностная модель, используемая для объяснения наблюдений?

Статистические методы не подменяют клиническую медицину, сохраняя ведущую роль главного медицинского инструмента – понятия клинической значимости, тесно связанного с показателями клинического эффекта – распространенностью, относительным риском, отношением правдоподобий, избыточным риском, отношением шансов. Только с помощью статистических исследований или повторных экспериментов можно подтвердить или опровергнуть эффективность клинического метода. Несмотря на свою примитивность, таблицы сопряженности чрезвычайно удобны для разведочного статистического анализа. Четырехпольные таблицы с двумя однородными выборками позволяют обеспечить необходимую статистическую строгость в силу того, что известен характер распределения для каждой из них – биномиальный. Важным инструментом улучшения надежности анализа является байесовская теория. Однако при этом необходимо отдавать себе отчет в том, что байесовский подход в прикладной статистике чрезвычайно непопулярен. Сторонниками его применения являются едва ли более 5 % исследователей, а в области статистики таблиц сопряженности на теорию Байеса опирается вряд ли более 1 %. И все же нельзя руководствоваться только его непопулярностью, если речь идет о совершенствовании доказательной базы, хотя бы потому, что анализируемые оценки долей специфических событий  $\beta$  и  $\alpha$  в генеральных совокупностях непрерывны, а вся статистика Карла Пирсона и Рональда Фишера, работающая с таблицей  $M, N, K, L$  – дискретна. По этой причине по Фишеру ключевая параметрическая гипотеза  $H_0$  всегда простая, и с ней либо с ее отрицанием связана конечная вероятность. По Байесу же, апостериорная вероятность любой простой гипотезы при равновероятном приоре всегда равна нулю в силу непрерывности рассматриваемых распределений, зависящих от  $\beta$  и  $\alpha$ . Поэтому есть смысл рассматривать только сложные основные или альтернативные гипотезы. Благодаря этим обстоятельствам вывод о статистической значимости наблюдений в теории Фишера/Пирсона фактически делается на основе оценки условной вероятности  $\hat{P} = P(Data | H_0)$ , где под обозначением *Data* подразумевается наблюдаемый набор чисел в таблице сопряженности, а также все еще более удаленные от нулевой гипотезы дискретные варианты таблиц. В отличие от этого, байесовская теория способна оперировать более адекватной и востребованной оценкой  $P(H_0 | Data)$ , где *Data* – это все четыре числа в наблюдаемой таблице сопряженности. Формальная перестановка аргументов способна существенно влиять на величину рассчитанной вероятности, то есть  $P(H | Data) \neq P(Data | H)$ . На наш взгляд наиболее разумно требовать оценки самих конкурирующих гипотез, то есть  $P(H_0 | Data)$  или хотя бы  $P(H_1 | Data)$ . Это означает, что понятия статистической значимости являются условными, а в подходах Фишера/Пирсона и Лапласа/Байеса они различаются. Тесты Фишера и Пирсона дают ответы совсем не на те вопросы, которые интересуют биостатистиков. Большие сомнения в рамках частотной парадигмы вызывают любые попытки точного расчета вероятности  $P(Data | H_0)$  для четырехпольных тестов на основе полностью гипотетического распределения, свойственного нулевой гипотезе, которая до опыта может не иметь никакого эмпирического подтверждения. Это обстоятельство разрушает всю концепцию теста Фишера. Он декларирует важность оценки периферии этого распределения (*P-value*), в то время как недостаточно на-

дежно оценивается уже его центральная часть, соответствующая нулевой параметрической гипотезе. Малое  $P$ -значение служит его автору индикатором при обосновании принятия решения по аналогии с известным в математике методом доказательства «от противного». Широкое использование этого прототипа в строгой математике обусловлено тем, что ложноположительные и ложноотрицательные заключения там просто невозможны. Однако в статистике вообще и в теории четырехпольных таблиц в частности они имеют место почти всегда, благодаря чему «статистическая логика» не эквивалентна математической.

Таким образом, традиционная статистика содержит в своей основе внутреннее противоречие, заложенное такими выдающимися учеными, как К. Пирсон и Р. Фишер. Применение специального понятия условной вероятности при получении статистических заключений, по мнению классиков, является излишним. Необходимо только отметить, что наиболее четкие формулировки этих идей присущи не столько Пирсону, сколько Фишеру. В частности, именно Фишер наиболее настойчиво внедрял понятие нулевой гипотезы, позволяющей от эмпирических данных перейти к применению теоретических (нулевых) распределений вероятности. Это касается как четырехпольных таблиц, так и выборочного анализа нормально распределенных наблюдений на основе  $F$ -распределения. Тем не менее именно Пирсон ввел в оборот термин «ожидаемая частота событий», который точно соответствует понятию «гипотезы ... о пропорциональном распределении численностей по классам» [14] в теории Фишера. Это и есть нулевая гипотеза  $H_0$ . Фишер явился активным инициатором противопоставления частотного подхода любым иным толкованиям вероятности, в особенности по отношению к идее «обратной вероятности» Огастеса де'Моргана и Пьера-Симона Лапласа, которая имеет непосредственное отношение к биномиально распределенным выборкам. Об этом можно судить по прямой цитате Фишера в основополагающей статье о природе вероятности [13]: «... обратная вероятность является ошибкой (возможно единственной ошибкой, которой посвятил себя математический мир) ... такая ошибка не захватила бы ум Лапласа, если бы в ней не было ничего, кроме ошибки».

Разумеется, здесь требуются пояснения о том, что называлось обратной вероятностью. Это можно сделать на примере сравнения двух теорем, опубликованных де'Муавром (1733) и Лапласом (1774), суть которых выражается одной и той же формулой:

$$Pr\{|\beta - M/N| \leq \delta\} \geq 1 - \varepsilon, \quad (1)$$

где натуральное  $M$  – число специфических случаев в однородной выборке объема  $N$  ( $0 \leq M \leq N$ );  $\varepsilon > 0$ ,  $\delta > 0$  – произвольные малые числа;  $\beta$  – вероятность наступления специфического события. Обе теоремы одинаково звучат: для любых  $\varepsilon > 0$ ,  $\delta > 0$  всегда найдется такое большое  $N$ , что событие  $|\beta - M/N| \leq \delta$  будет иметь по меньшей мере вероятность наступления  $1 - \varepsilon$ . Разница формулировок и доказательств заключалась в том, у Муавра вероятность  $\beta$  являлась фиксированной, а количество выборок было неограниченным, благодаря чему отношения  $M_i/N_i$  в испытаниях оказывались распределены в окрестности  $[\beta - \delta, \beta + \delta]$ ; у Лапласа при каждом испытании выборка полагалась однократной, но с неизвестным параметром  $\beta$ , допускающим апостериорное распределение оценок в окрест-

ности  $[M/N - \delta, M/N + \delta]$ . Вероятностную величину  $\beta$  Лаплас считал случайным параметром биномиального распределения, связанным со способом формирования выборки, который трудно формализовать. Именно  $\beta$  имеет смысл «обратной вероятности» (inverse probability), а процедура ее оценки имеет смысл обратной задачи. Впоследствии (в 1810 г.) Лаплас даже усилил оценку теоремы (1) для биномиальных распределений, найдя удобные для практического использования универсальные величины  $\varepsilon = 0,05$  и  $\delta = 2\sqrt{(1-\hat{\beta})\hat{\beta}/N}$ , где  $\hat{\beta}$  – оценка апостериорного центра распределения, в качестве которой могут быть выбраны мода  $\hat{\beta} = M/N$  или математическое ожидание  $\hat{\beta} = (M+1)/(N+2)$ . Подчеркнем, что прямая и обратная теоремы доказаны, и в обоих случаях величина  $1-\varepsilon$  может быть истолкована как вероятность покрытия. В современной терминологии (по Пирсону)  $\varepsilon$  – уровень значимости (уровень принятия статистического решения). Однако это не помешало Фишеру полностью отвергнуть концепцию распределенного параметра  $\beta$ . Тем не менее даже сосредоточенный параметр был ему необходим для интервального количественного оценивания, так как оценка  $M/N$  сама по себе ненадежна. Тогда становится понятно, зачем Фишеру понадобилась нулевая гипотеза – с ее помощью он независимо задает центр распределения  $\beta$ . Однако именно задание параметрических гипотез, то есть не наблюдаемых прямо событий, является внутренним противоречием его подхода, который создает необходимость толкования всех вероятностных оценок Фишера в качестве условных вероятностей вопреки безусловной частотной первоначальной парадигме. Критика байесовской и лапласовской концепций Фишером становится обоснованной, поскольку в скрытом виде она использует понятие условной вероятности и содержит те же самые критикуемые положения, что и подход Лапласа.

Подчеркнем, что изложенное выше – основной водораздел между байесовским и частотным подходами, который до сих пор пролегает между практикующими специалистами в области статистики. Байесовский подход критикуют, а иногда и отвергают, главным образом за то, что зачастую невозможно точно указать априорное распределение вероятности наступления положительного или отрицательного исхода. Однако от такой критики несложно защититься. В случаях недостатка априорной информации формально в исследовательских целях можно поступать так же, как и при применении частотного подхода, а именно – по умолчанию полагать потенциальную возможность наступления противоположных событий равновероятной (неинформативная априорная вероятность). Ведь статистиков, придерживающихся частотного подхода, за этот же недостаток почему-то не критикуют. Более того, в одной из ранних статей сам Карл Пирсон написал: «... трудно представить себе прибор, лучше задуманный для иллюстрации законов случая, чем рулетка Монте-Карло. Здесь, если вообще где-либо, мы непременно отыщем прекрасный материал для научных исследований. Начнем с простейшего предположения: [априорные] шансы за и против события равны друг другу»<sup>1</sup>.

Таким образом, современная доказательная статистика должна заниматься не просто вычислением вероятности, а ее моделированием, ранжируя возможности наступления изучаемых специфических событий. В этом – суть концепции Байе-

<sup>1</sup> Science and Monte Carlo // Fortnight Review. – 1894. – Vol. 55. – P.183–193.

са/Лапласа. Любая вероятность не наблюдаема прямо, но может быть смоделирована на основе априорных предположений. Вычислимы апостериорные условные оценки. Условные вероятности становятся центральным понятием. Они подчиняются аксиоме/формуле Байеса. Эта концепция прекрасно сопрягается с тремя аксиомами А.Н. Колмогорова, открывая простор для математического моделирования. Априорная информация и наблюдения – первичны, а гипотезы и апостериорные оценки – вторичны.

**Оценка статистической значимости различий по Байесу.** Итак, более убедительным показателем оценки силы доказательств является величина  $P(H_1 | Data)$  для такой гипотезы  $H_1$ , на которую указывали бы сами данные  $Data$ . Вероятность  $P(H_1 | Data)$  может быть определена только как условная величина. Корректное определение гипотезы  $H_1$  об априорном различии выборок должно автоматически обеспечить одинаковое покрытие как при теоретическом подсчете, так и при проверке теста методом Монте-Карло, если случайные данные сгенерированы в строгом соответствии с  $H_1$ . Сама процедура генерации случайных данных условна, так как является имитацией создания проверочной выборки со свойствами генеральной совокупности. В отличие от тестов Пирсона/Фишера, байесовские тесты должны быть направлены на поиски различий в выборках, а не на оценку вероятности соответствия данных гипотезе об отсутствии таких различий.

Байесовскому подходу к оценке таблиц сопряженности уже почти сто лет, но только в конце прошлого столетия он начал рассматриваться как продуктивная альтернатива частотной парадигме, потому что практически сразу стало ясно, что прямое вычисление вероятности  $P(H_1 | Data)$  часто сопряжено со значительными вычислительными затратами. История байесовских статистических показателей началась с попыток их обойти. По-видимому, впервые один из компромиссных байесовских показателей – «коэффициент влияния» – был введен Джоном Кейнсом [22]. Наиболее ясное его толкование под именем фактора Байеса дал Гарольд Джеффрис в одной из глав книги [20]. Теория фактора Байеса прямо базируется на формуле Байеса. Для количественного обоснования селекции гипотез  $H_i$  Джеффрис предлагал сопоставлять вероятности их соответствия имеющимся наблюдениям, т.е.  $P(H_i | Data)$ . Проще всего сделать это можно для двух взаимоисключающих гипотез, обладающих полнотой, в том смысле, что  $Pr(H_0 \cup H_1) = 1$  одновременно с  $Pr(H_0 \cap H_1) = 0$ . Тогда вместе с  $Pr(H_0) + Pr(H_1) \equiv 1$  выполнено  $P(H_0 | Data) + P(H_1 | Data) \equiv 1$ . В этом случае селекция гипотез сводится к исследованию отношения вероятностей  $P(H_1 | Data)$  к  $P(H_0 | Data)$ , где каждая из этих величин входит в формулы Байеса

$$P(H_i | Data) \cdot Pr(Data) = P(Data | H_i) \cdot Pr(H_i). \quad (2)$$

Для преодоления затруднений с оценкой величины  $Pr(Data)$  формулу (2) лучше привести к виду

$$\frac{P(H_0 | Data)}{P(H_1 | Data)} = \frac{P(Data | H_0)}{P(Data | H_1)} \cdot \frac{Pr(H_0)}{Pr(H_1)}. \quad (3)$$

Если принять обозначение  $BF_{01} = \frac{P(Data | H_0)}{P(Data | H_1)}$ , то, следуя (3), независимо от величины  $Pr(Data)$  коэффициент  $BF_{01}$  будет показывать отношение апостериорных шансов наблюдения гипотезы  $H_0$  к априорным. Это позволяет использовать  $BF_{01}$  (фактор Байеса) в качестве иной меры надежности принятия решения в пользу альтернативной гипотезы  $H_1$  при достаточно малой его величине. Применение  $BF_{01}$  служит некоторым компромиссом между противоречивым подходом Фишера и последовательным байесовским подходом. Новый показатель позволяет сохранить концепцию нулевой гипотезы (об отсутствии различий между выборками) и частотные оценки. Одновременно он предполагает байесовскую оценку конкуренции двух взаимоисключающих гипотез. Действительно, если  $H_1$  хорошо соответствует данным о повышенном риске (или повышенной распространенности) в одной из выборок, то  $P(H_1 | Data) \approx 1$ . Если же еще и сами гипотезы априорно равномоцны (лапласов принцип недостаточного обоснования, эквивалентный соотношению  $Pr(H_0) \approx Pr(H_1) \approx 0,5$ ), то  $P(H_0 | Data) \approx BF_{01}$ . В статистически значимых случаях фактор Байеса и байесовское  $P$ -значение будут одного порядка, если только под словом  $Data$  для обоих показателей будет подразумеваться одно и то же.

В случае анализа таблиц  $2 \times 2$ , оказывается, возможен также и прямой расчет  $P(H_1 | Data)$ , если в нашем распоряжении имеется сравнительно современная вычислительная техника. Следуя Джеффрису, из всех возможных вариантов выдвижения конкурирующих гипотез  $H_0$  и  $H_1$  следует рассматривать только взаимоисключающие. Здесь уместно напомнить призыв Фишера: «... learning by experience ...» («учиться на опыте»), а также длинную сентенцию о необходимости четкого описания условий применения теста, в котором как нулевая гипотеза, так и противоположная ей – обе должны иметь одинаковые ограничения: «... it must therefore be able to prove the opposite hypothesis, that ... can make such discrimination» [14]. Будем следовать этим советам, в отличие от самого Фишера. Тогда естественно принять  $H_0 = not H_1$ . Байесовское тестирование, нацеленное на поиск различий в рамках традиционного подхода  $H_0 : \{\beta = \alpha\}$ , для большинства медико-биологических изысканий приведет к бессодержательной формулировке  $H_1 : \{\beta \neq \alpha\}$ . Здесь  $\alpha$  и  $\beta$  – доли специфических событий в контрольной и исследуемой генеральных совокупностях соответственно. Практикующего исследователя вряд ли интересуют утверждения «имеются статистические основания сомневаться в сохранении пропорциональности». Гораздо прагматичнее был бы, например, ответ на вопрос: каковы доказательства того, что лечение件лезно? В когортных исследованиях содержательными были бы гипотезы  $\beta > \alpha$  (оценка влияния вредного фактора) или  $\beta < \alpha$  (оценка влияния полезного фактора). Очевидно, именно эти варианты следовало бы выбрать классикам с самого начала. Например, в задачах анализа ущерба (риска) от воздействия вредных факторов естественно принять  $H_1 : \{\beta > \alpha\}$ , тогда  $H_0 = not H_1 : \{\beta < \alpha\}$ .

Поскольку байесовский подход предполагает, что параметры биномиальных распределений являются случайными, а наблюдения выступают в роли параметров, операционной характеристикой является непрерывная плотность распределения  $f(\beta, \alpha | Data, H)$ . Тогда состояниям  $\beta = \alpha$  было бы наиболее естественно приписывать вероятностную меру  $\equiv 0$ , что почти предопределяет выбор априорных распределений. Для двух взаимоисключающих конкурирующих гипотез выполняется очевидное соотношение  $P(not H_1 | Data) + P(H_1 | Data) = 1$ , то есть решение о наблюдении статистической значимости различий между выборками можно принимать с равным успехом как на основе оценки  $P(H_1 | Data)$ , так и на основе величины  $P(not H_1 | Data)$ . По-видимому, впервые одна из указанных величин была точно рассчитана для достаточно общего случая бета-распределенных priоров в работе Патрисии Альтхам [9], несмотря на наличие еще более ранних, но содержательных публикаций по проблеме [11, 27]. Продолжением этого подхода явилось также получение прямых оценок распределений показателей относительного риска (либо отношения правдоподобий) и отношения шансов в работах [4, 28], а также распределения избыточного риска [20] с помощью законов преобразования распределений случайных величин  $\alpha, \beta$ . Кратко основные вехи в развитии байесовской теории оценивания таблиц сопряженности  $2 \times 2$  указаны в табл. 2.

Таблица 2

Основные вехи в развитии байесовского подхода к анализу таблиц  $2 \times 2$

Год	Автор	Описание достижений	Источник
1939	H. Jeffreys	Обоснование понятия фактора Байеса	[6]
1965–66	M.R. Novick, J.E. Grizzle, J. Cornfield	Первые попытки построения байесовского теста	[8, 9]
1969	P. Altham	Введение понятия байесовского $P$ -значения и указание точного алгоритма его вычисления	[7]
1970–90	Много авторов	Доказательство того, что exact Fisher test неточен – с помощью МК-моделирования	[11, 14, 15]
1984	M. Nurminen	Расчет точных распределений относительного риска, отношения шансов и избыточного риска	[11, 12, 13]
1998	R.G. Newcombe	Алгоритм приближенных интервальных оценок относительных показателей $RR, OR, ER$ по Байесу	[16–19]
1999	S.N. Goodman	Широкое использование фактора Байеса в клинической практике	[20, 21]
2002	A. Agresti	Принятие термина «байесовское $P$ -значение»	[15]
2016	ASA, много авторов	Всеобщая критика использования $P$ -значения Фишера в качестве меры доказательств	[22–28]

Обычно до начала исследования кроме гипотез  $H_1 : \{\beta > \alpha\}$  и  $not H_1$  ничего вообще нельзя предположить об ожидаемом результате, поэтому выбор равномерного неинформативного априорного распределения до процедуры оценивания был бы наиболее естественным. Примером такого подхода является вполне байесовский принцип недостаточного обоснования, сформулированный Лапласом [29]. В этом частном случае тест [9] дает оценку:



$$P(H_0 | Data) = \sum_{s=\max\{0; K+M-N\}}^K \frac{C_{K+M+1}^s C_{N+L-M-K+1}^{L+1-s}}{C_{N+L+2}^{N+1}}, \quad (4)$$

где  $C_N^n$  – биномиальные коэффициенты, описывающие число сочетаний из  $N$  по  $n$ ;  $H_0 = \text{not } H_1$ . Значение  $P(H_0 | Data)$  не изменяется при транспонировании четырех-польной таблицы, то есть одинаково для продольного и поперечного исследований. В работах [11, 15] оно получило название байесовского  $P$ -значения. Как оказалось,  $P(H_0 | Data)$  в типичных случаях меньше, чем  $\hat{P}$  Фишера в односторонних и двусторонних тестах. По смыслу априорного распределения байесовский тест Альтхам является исключительно односторонним, то есть чувствительным к знаку эффекта, в отличие от тестов «хи-квадрат», которые ничего конкретно не говорят ни о знаке эффекта, ни о его величине [3, 10]. Метод подсчета путем суммирования гипергеометрических вероятностей в данном случае по форме напоминает «точный» односторонний тест Фишера, но приводит к меньшим числовым  $P$ -значениям [9].

Самым замечательным результатом применения байесовского подхода является полное согласование байесовских  $P$ -значений с интервальными оценками таких относительных показателей, как относительный риск ( $RR$ ), отношение шансов ( $OR$ ) и избыточный риск ( $ER$ ). В отличие от этого, традиционная методология Фишера рассматривает оценки статистической значимости наблюдений и интервальные оценки относительных показателей как два различных взаимодополняющих метода анализа. В нашем же случае после получения распределений  $\phi(RR)$ ,  $\rho(OR)$ ,  $\varphi(ER)$  в процессе анализа гипотезы о повышении риска  $H_1 : \{\beta > \alpha\}$  всегда можно убедиться, что

$$P(\text{not } H_1 | Data) = \int_0^1 \phi(RR) dRR = \int_0^1 \rho(OR) dOR = \int_{-1}^0 \varphi(ER) dER, \quad (5)$$

что свидетельствует о гармонизации четырех способов анализа. Впервые численно-аналитические алгоритмы оценки функций  $\phi(RR)$ ,  $\rho(OR)$ ,  $\varphi(ER)$ , основанные на правилах преобразования законов распределения случайных величин и очевидных соотношениях  $RR = \beta/\alpha$ ,  $OR = \frac{\beta}{1-\beta} : \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{\beta(1-\alpha)}{\alpha(1-\beta)}$  и  $ER = \beta - \alpha$ , были даны в работе

[28]. Рационализированная форма записи алгоритмов рассматривалась также в публикациях [4, 21]. Если ограничиться доопытными предположениями об однородности сравниваемых выборок, то есть о равных априорных шансах возможного наблюдения изучаемого эффекта у всех представителей одной выборки, то можно убедиться, что распределения  $\phi(RR)$ ,  $\rho(OR)$ ,  $\varphi(ER)$  имеют точное представление [4, 15, 21, 29]:

$$\phi(RR) = \begin{cases} \text{const}_1 \cdot RR^M {}_2F_1(M-N, M+K+2; M+L+3; RR), & RR < 1; \\ \text{const}_2, & RR = 1; \\ \frac{\text{const}_3}{RR^{K+2}} \cdot {}_2F_1(K-L, M+K+2; K+N+3; 1/RR), & RR > 1, \end{cases} \quad (6)$$

$$\text{где } const_1 = \frac{B(M+K+2, L-K+1)}{B(M+1, N-M+1) \cdot B(K+1, L-K+1)};$$

$$const_2 = \frac{B(M+K+2, L+N-K-M+1)}{B(M+1, N-M+1) \cdot B(K+1, L-K+1)};$$

$$const_3 = \frac{B(M+K+2, N-M+1)}{B(M+1, N-M+1) \cdot B(K+1, L-K+1)}.$$

$$\rho(OR) = \begin{cases} const \cdot OR^M \cdot {}_2F_1(N+2, K+M+2; L+N+4; 1-OR), & OR \leq 1; \\ \frac{const}{OR^{K+2}} \cdot {}_2F_1\left(L+2, K+M+2; L+N+4; 1-\frac{1}{OR}\right), & OR \geq 1, \end{cases} \quad (7)$$

$$\text{где } const = \frac{B(K+M+2, L+N-K-M+2)}{B(K+1, L-K+1) \cdot B(M+1, N-M+1)}.$$

$$\phi(ER) = \begin{cases} const_1 (1-ER)^{a_2+b_1-1} F_3(a_2, b_1; 1-b_2, 1-a_1; a_2+b_1; 1-ER, 1-ER), & 0 < ER \leq 1; \\ const_2, & ER = 0; \\ const_3 (1+ER)^{a_1+b_2-1} F_3(a_1, b_2; 1-b_1, 1-a_2; a_1+b_2; 1+ER, 1+ER), & -1 \leq ER < 0, \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{где } const_1 = \frac{B(K+1, N-M+1)}{B(M+1, N-M+1) \cdot B(K+1, L-K+1)};$$

$$const_2 = \frac{B(M+K+1, L+N-K-M+1)}{B(M+1, N-M+1) \cdot B(K+1, L-K+1)};$$

$$const_3 = \frac{B(M+1, L-K+1)}{B(M+1, N-M+1) \cdot B(K+1, L-K+1)};$$

$$a_1 = M+1; \quad b_1 = N-M+1; \quad a_2 = K+1; \quad b_2 = L-K+1.$$

Здесь  ${}_2F_1(a, b; c; z)$  – гипергеометрическая функция Гаусса, ограниченная в особой нулевой точке:  ${}_2F_1(a, b; c; 0) = 1$ ;  $F_3(*)$  – гипергеометрические функции Аппеля двух аргументов, а  $B(a, b)$  – бета-функции.

**Пример.** В одном исследовании [3] на двух загрязненных радионуклидами территориях производилось сопоставление распространенности территориального признака среди двух групп населения – заболевших раком щитовидной железы и не заболевших. Группы подобраны сопоставимыми по широкому списку признаков для того, чтобы исключить возможность влияния мешающих факторов. В группе заболевших доля жителей, проживавших близко к производственному источнику радионуклидов, составила 12/62; в группе не заболевших – 27/248. Авторы связали повышенную заболеваемость раком щитовидной железы с повышенным уровнем загрязнения радионуклидами на основании оценки относительного риска (так у авторов)  $RR \in (1,04 \div 3,46)$  при 90%-ной доверительной вероятности. Такая оценка противоречит как одностороннему  $P$ -значению теста Фишера (0,061), так и факту накрытия критической области интервальными оценками отношения шансов и избыточного отношения правдоподобий по методике [6]. В то же время байесовские оценки для применяемого приора Лапласа гармонизированы и опубликованным выводам не противоречат:  $P(\text{not } H_1 | \text{Data}) = 0,035$ ;  $OR \in (1,07 \div 3,66)$ ;  $LR[+] \in (1,06 \div 2,93)$  для той же доверительной вероятности. Различия следует признать статистически значимыми с критическим уровнем 0,05 без опоры на нулевую гипотезу.

**Выводы.** Переход от дескриптивной статистики к аналитической, обеспечивающий рост теоретической и практической адекватности математического аппарата, сопровождается одновременным ростом вычислительной сложности. Тем не менее байесовский анализ четырехпольных таблиц сопряженности – одна из тех немногих процедур статистического моделирования, для которой возможны прозрачные, а с использованием современной вычислительной техники – еще и сравнительно малозатратные количественные оценки.

### Список литературы

1. Борель Э., Дельтейль Р., Юрон Р. Вероятности, ошибки. – М.: Статистика, 1972. – 176 с.
2. Ланг Т.А., Сесик М. Как описывать статистику в медицине: руководство для авторов, редакторов и рецензентов. – М.: Практическая медицина. – 2011. – 480 с. DOI: 10.1177/0272989X9801800315
3. Мартиненко И.А., Сокольников М.Э. Относительный риск заболевания раком щитовидной железы двух районов ЗАТО г. Озерск // Вопросы радиационной безопасности. – 2012. – № 2. – С. 66–70.
4. Обеснюк В.Ф., Хромов-Борисов Н.Н. Интервальные оценки показателей сравнительного медико-биологического исследования // Межвуз. сб. науч. тр. с материалами 10-й Междунар. телеконф. «Актуальные проблемы современной науки». – Томск, 2013. – Т. 2, № 1. – С. 154–156.
5. Рубанович А.В. Пересмотр критического уровня значимости (0.005 вместо 0.05): байесовский след // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2018. – Т. 58, № 5. – С. 453–462. DOI: 10.1134/S0869803118050156
6. Abramson J.H. WINPEPI updated: Computer programs for epidemiologists, and their teaching potential // Epidemiologic Perspectives and Innovations. – 2011. – Vol. 8, № 1. DOI: 10.1186/1742-5573-8-1
7. Agresti A., Caffo B. Simple and effective confidence intervals for proportions and differences of proportions result from adding two successes and two failures // The American Statistician. – 2000. – Vol. 54, № 4. – P. 280–288. DOI: 10.2307/2685779

8. Agresti A. Categorical data analysis. – New York, John Wiley & Sons Publ. – 2002. – 710 p. DOI: 10.1002/0471249688
9. Altham P. Exact Bayesian analysis of a  $2 \times 2$  contingency table and Fisher's «exact» significance test // *Journal of the Royal Statistical Society, Series B.* – 1969. – Vol. 31, № 2. – P. 261–269.
10. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials / K.F. Schulz, D.G. Altman, D. Moher [et. al.] // *British Medical Journal.* – 2010. – Vol. 340. – P. 332–869. DOI: 10.1136/bmj.c332; doi: 10.1136/bmj.c869
11. Cornfield J. A Bayesian test of some classical hypotheses // *Journal of the American Statistical Association.* – 1966. – Vol. 61. – P. 577–594.
12. Fisher R.A. On the mathematical foundations of theoretical statistics // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A.* – 1922. – Vol. 222. – P. 309–368.
13. Fisher R.A. *Statistical methods for research workers.* Edinburgh, Oliver and Boyd Publ. – 1954. – 356 p. DOI: 10.2307/2981200
14. Fisher R.A. On the interpretation of  $\chi^2$  from contingency tables, and the calculation of P // *Journal of the Royal Statistical Society.* – 1922. – Vol. 85, № 1. – P. 87–94. DOI: 10.2307/2340521
15. Fredette M. A new approximation of the posterior distribution of the log-odds ratio // *Statistica Neerlandica.* – 2002. – Vol. 56, № 3. – P. 314–329. DOI: 10.1111/1467-9574.t01-1-00057
16. Goodman S. A dirty dozen: Twelve P-value misconceptions // *Seminars in Hematology.* – 2008. – Vol. 45. – P. 135–140. DOI: 10.1053/j.seminhematol.2008.04.003
17. Goodman S.N. Toward evidence-based medical statistics. 1: The P value fallacy // *Annals of Internal Medicine.* – 1999. – Vol. 130. – P. 995–1004. DOI: 10.7326/0003-4819-130-12-199906150-00008
18. Goodman S.N. Toward evidence-based medical statistics. 2: The Bayes factor // *Annals of Internal Medicine.* – 1999. – Vol. 130. – P. 1005–1013. DOI: 10.7326/0003-4819-130-12-199906150-00019
19. Ioannidis J.P. Contradicted and initially stronger effects in highly cited clinical research // *Journal of the American Medical Association.* – 2005. – Vol. 294, № 2. – P. 218–228. DOI: 10.1001/jama.294.2.218
20. Jeffreys H. *Theory of Probability.* – Oxford, Clarendon Publ., 1939.
21. Kawasaki Y., Miyaoka E. A Posterior density for the difference between two binominal proportions and the highest posterior density credible interval // *Journal of the Japanese Society of Computational Statistics.* – 2010. – Vol. 40, № 2. – P. 265–275. DOI: 10.14490/jjss.40.265
22. Keynes J.M. *A Treatise on Probability.* – London: Macmillan & Co Publ., 1921. DOI: 10.1007/978-1-349-00843-8
23. Maritz J.S. Empirical Bayes estimation of the log odds ratio in  $2 \times 2$  contingency tables // *Communications in Statistics – Theory and Methods.* – 1989. – Vol. 18, № 9. – P. 3215–3233.
24. Mehta C.R., Hilton J.S. Exact power of conditional and unconditional tests: going beyond the  $2 \times 2$  contingency table // *The American Statistician.* – 1993. – Vol. 47, № 2. – P. 91–98. DOI: 10.2307/2685184
25. Moran J.L., Solomon P.J. A farewell to P-values? // *Critical Care and Resuscitation.* – 2004. – Vol. 6. – P. 130–137.
26. Newcombe R.G. Interval estimation for the difference between independent proportions: comparison of eleven methods // *Statistics in Medicine.* – 1998. – Vol. 17. –

P. 873–890. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0258(19980430)17:8%3C873:AID-SIM779%3E3.0.CO; 2-I

27. Novick M.R., Grizzle J.E. A Bayesian approach to the analysis of data from clinical trials // Journal of the American Statistical Association. – 1965. – Vol. 60. – P. 81–96. DOI: 10.1080/01621459.1965.10480777

28. Nurminen M. Comparative analysis of two rates. Some new approaches. – Academic dissertation, University of Helsinki, 1984. – 205 p.

29. Pham-Gia T., Turkkan N. Bayesian analysis of a 2×2 contingency table with dependent proportions and exact sample size // Statistics. – 2008. – Vol. 42, № 2. – P. 127–147.

30. Sellke T., Bayarri M.J., Berger J.O. Calibration of p-values for testing precise null hypotheses // The American Statistician. – 2001. – Vol. 55, № 1. – P. 62–71.

31. Sterne J.A.C., Smith J.D. Sifting the evidence – what’s wrong with significance test? // British Medical Journal. – 2001. – Vol. 322. – P. 226–231.

32. The American Statisticians. – 2016. – Vol. 70.

33. Zou G.Y., Donner A. Construction of confidence limits about effect measures: A general approach // Statistics in Medicine. – 2008. – Vol. 27. – P. 1693–1702. DOI: 10.1002/sim.3095

## **К вопросу совершенствования нормативно-правового регулирования обеспечения качества атмосферного воздуха в соответствии с действующими гигиеническими нормативами предприятиями, которым установлены временно согласованные выбросы вредных (загрязняющих) веществ**

**А.Н. Пережогин<sup>1</sup>, И.Г. Жданова-Заплесвичко<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Управление Роспотребнадзора по Иркутской области,

<sup>2</sup> Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»  
Министерства здравоохранения РФ,  
г. Иркутск, Россия

Представлены аспекты нормативно-правового регулирования вопроса обеспечения качества атмосферного воздуха в соответствии с установленными гигиеническими нормативами предприятиями, которым установлены временно согласованные выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. Разработаны предложения по совершенствованию нормативно-правового регулирования обеспечения качества атмосферного воздуха с учетом возможного неблагоприятного влияния на здоровье населения.

**Ключевые слова:** выбросы в атмосферный воздух, промышленные предприятия, временно согласованные выбросы, загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами, неблагоприятное влияние выбросов вредных (загрязняющих) веществ на здоровье населения.

Защита и благополучие человека, достижение высокого качества жизни, сохранение и укрепление здоровья граждан являются главными государственными целями [7, 10]. Состояние здоровья населения зависит, в том числе, от воздействия факторов окружающей среды [1, 6]. При этом одним из приоритетных санитарно-гигиенических факторов, определяющих здоровье населения, является загрязнение атмосферного воздуха [3]. Это обусловлено значительным объемом его поступления в организм человека (более 20 тысяч л/сут.), что обеспечивает более высокую экспозицию химических веществ при ингаляционном воздействии по сравнению с другими путями поступления химических веществ в организм человека [9]. Следует также отметить отсутствие у населения возможности самостоятельной минимизации риска здоровью, возникающего при воздействии химических веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий в атмосферный воздух.

Выбросы промышленных предприятий являются основным источником загрязнения атмосферного воздуха [2]. Высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями являются причиной обоснованных обращений граждан в органы государственной власти. Так, в Управление Роспотребнадзора по Иркутской области ежегодно поступает более 100 обращений граждан на неудовлетворительное качество атмосферного воздуха, в том числе от населения, проживающего в г. Братске, где уровень загрязнения атмосферного воздуха на протяжении многолетнего периода оценивается как «очень высокий».

В соответствии с национальными целями, определенными Указом Президента Российской Федерации, разработан и утвержден Национальный проект «Экология» [5]. Основной целью проекта является кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем на 20 % совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязненных городах, в том числе в г. Братске. В рамках федерального проекта «Чистый воздух» Национального проекта «Экология» предусмотрены мероприятия, направленные на снижение загрязнения атмосферного воздуха, а также мероприятия по совершенствованию нормативно-правовой базы федерального и регионального уровня.

Таким образом, решение проблемы предупреждения и устранения негативного влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье человека, научное обоснование подходов к разработке наиболее эффективных мероприятий, способствующих снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха, в том числе совершенствование нормативно-правового регулирования обеспечения качества атмосферного воздуха в соответствии с гигиеническими нормативами, приобретает особую актуальность.

Вышеизложенное явилось основанием для выполнения данной работы и определило цель исследования.

**Цель исследования** – изучить правовые аспекты, регулирующие обеспечение качества атмосферного воздуха в соответствии с установленными гигиеническими нормативами предприятиями, которым установлены временно согласован-

ные выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух (ВСВ), и разработать предложения по совершенствованию нормативно-правового регулирования обеспечения качества атмосферного воздуха с учетом возможного неблагоприятного влияния на здоровье населения.

**Результаты и их обсуждение.** В соответствии со ст. 3. Федерального закона № 96-ФЗ от 04.05.1999 г. «Об охране атмосферного воздуха» [4] основными принципами государственного управления в области охраны атмосферного воздуха являются: приоритет охраны жизни и здоровья человека, настоящего и будущего поколений; обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха человека; недопущение необратимых последствий загрязнения атмосферного воздуха для окружающей среды; научная обоснованность, системность и комплексность подхода к охране атмосферного воздуха и охране окружающей среды в целом.

В соответствии с ч. 5 ст. 12 Федерального закона № 96-ФЗ от 04.05.1999 г. «Об охране атмосферного воздуха» для стационарных источников предельно допустимые выбросы, временно разрешенные выбросы разрабатываются в порядке, установленном правительством Российской Федерации.

Порядок разработки и утверждения нормативов выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, вредных физических воздействий на атмосферный воздух и временно согласованных выбросов, а также выдачи разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации № 183 от 2 марта 2000 г. «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» [8].

В соответствии с п. 6 Положения [8] предельно допустимые выбросы устанавливаются территориальными органами Федеральной службы по надзору в сфере природопользования при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии этих предельно допустимых выбросов санитарным правилам. Во введенной в действие Постановлением Правительства РФ № 841 от 14.07.2017 г. редакции п. 6 Положения [8] указано, что соответствие предельно допустимых выбросов санитарным правилам определяется, исходя из соблюдения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха.

В соответствии с п. 7 Положения [8] в случае невозможности соблюдения юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем предельно допустимых выбросов (ПДВ) (и, соответственно, невозможности соблюдения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха) территориальные органы Федеральной службы по надзору в сфере природопользования могут устанавливать для указанных источников по согласованию с территориальными органами других федеральных органов исполнительной власти временно согласованные выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух (ВСВ).

Для установления временно согласованных выбросов юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем разрабатывается и утверждается план уменьшения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух на период поэтапного достижения предельно допустимых выбросов (далее – план), а также подготавливаются предложения по возможным срокам поэтапного достижения предельно допустимых выбросов. Предложения по срокам достижения нормативов для иных объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, не могут превышать 7 лет.

План и предложения по срокам достижения нормативов направляются в территориальный орган Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, который представляет предложения по срокам достижения нормативов в соответствующий орган государственной власти субъекта Российской Федерации на утверждение с приложением плана.

В соответствии с п. 9 (9) Положения [8] временно согласованные выбросы устанавливаются на сроки достижения нормативов, утвержденные органом государственной власти субъекта Российской Федерации. В соответствии с п. 9 (10) Положения [8] разрешение на временно согласованные выбросы выдается на один год при условии выполнения юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем плана и достижения запланированных показателей поэтапного уменьшения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

Таким образом, для выбросов химических веществ, концентрации которых согласно расчетным данным будут соответствовать гигиеническим нормативам, – согласовывается норматив ПДВ, а для химических веществ, концентрации которых не будут соответствовать гигиеническим нормативам, превышая предельно допустимые концентрации (ПДК), могут устанавливаться временно согласованные выбросы. То есть фактически может быть разрешено несоответствие качества атмосферного воздуха требованиям гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха.

Следует отметить, что законодатель не определил в качестве ограничения при выдаче разрешения на временно согласованные выбросы верхнего предела концентраций химических веществ, до которого возможно превышение ПДК, что создает неопределенность и связанные с этим риски для здоровья населения.

Пунктом 9 (7) Положения [8] определен перечень оснований для отказа в установлении временно согласованных выбросов, в том числе предоставление для установления временно согласованных выбросов неполной, недостоверной или искаженной информации; указание в качестве конечных показателей плана объемов или масс выбросов вредных (загрязняющих) веществ, превышающих предельно допустимые выбросы; мотивированный отказ органов государственной власти субъекта Российской Федерации в утверждении сроков достижения нормативов. Пунктом 7 (1) Положения [8] определены основания для мотивированного отказа органами государственной власти субъекта, включая предоставление неполной, недостоверной или искаженной информации, несоблюдение сроков достижения нормативов, указанных в плане, утвержденном на предыдущий год; повторное включение в план мероприятий, не выполненных в ходе реализации плана, утвержденного на предыдущий год; включение в план мероприятий, не обеспечивающих достижения предельно допустимых выбросов.

Вместе с тем в перечень оснований для отказа в установлении временно согласованных выбросов не включены положения, предусматривающие отказ в установлении временно согласованных выбросов на основании доказанного негативного воздействия на здоровье человека, а также неблагоприятного воздействия выбросов объекта на здоровье населения, проживающего в зоне его влияния.

Вместе с тем в соответствии со ст. 41, 42 Конституции Российской Федерации каждый имеет право на охрану здоровья и право благоприятную окружающую среду. В соответствии с п. 8 ст. 15 Федерального закона № 96-ФЗ от 04.05.1999 г. «Об охране атмосферного воздуха» действия, направленные на изменение состояния атмосферного воздуха и атмосферных явлений, могут осуществляться только



при отсутствии вредных последствий для жизни и здоровья человека и для окружающей среды.

Таким образом, представляется актуальным внесение изменений в действующее законодательство в целях совершенствования нормативно-правового регулирования обеспечения качества атмосферного воздуха в соответствии с действующими гигиеническими нормативами на объектах, которым установлены временно согласованные выбросы вредных (загрязняющих) веществ. Кроме того:

1. Дополнить первый абзац п. 7 Положения о нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 183 от 2 марта 2000 г. «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» положением о возможности установления временно согласованных выбросов только при отсутствии неблагоприятного влияния выбросов в период достижения ПДВ на здоровье населения, проживающего в зоне влияния, изложив первый абзац в следующей редакции: «В случае невозможности соблюдения юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем, имеющими источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ (за исключением радиоактивных веществ) в атмосферный воздух, предельно допустимых выбросов территориальные органы Федеральной службы по надзору в сфере природопользования могут при отсутствии неблагоприятного влияния выбросов в период достижения ПДВ на здоровье населения, проживающего в зоне влияния источника выбросов вредных (загрязняющих) веществ (за исключением радиоактивных веществ) в атмосферный воздух, устанавливать для указанных источников по согласованию с территориальными органами других федеральных органов исполнительной власти временно согласованные выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух (далее – временно согласованные выбросы)».

2. Дополнить п. 7 Положения о нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 183 от 2 марта 2000 г. «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» абзацем следующего содержания: «При наличии данных о неблагоприятном влиянии выбросов объекта в период достижения ПДВ на здоровье населения, проживающего в зоне его влияния, и (или) невозмещении юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем ущерба, причиненного этим влиянием здоровью населения, для указанных источников временно согласованные выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух устанавливаться не могут».

3. Дополнить п. 9 (7) Положения о нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 183 от 2 марта 2000 г. «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» подпунктом «г», содержащим в качестве основания для отказа в установлении временно согласованных выбросов положение о наличии сведений о неблагоприятном влиянии на здоровье населения, изложив в следующей редакции: «г) заключение аккредитованного органа инспекции об установлении неблагоприятного влияния выбросов объекта на здоровье населения, проживающего в зоне его влияния».

4. Изложить п. 24.2 Административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по предоставлению государственной услуги по выдаче разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух (за исключением радиоактивных веществ), утвержденного приказом Минприроды России № 650 от 25.07.2011 г., в следующей редакции «Основанием для начала административной процедуры по аннулированию разрешения на выбросы является систематическое превышение предельно допустимых или временно согласованных выбросов, приводящее к превышению установленных нормативов качества атмосферного воздуха, а также поступление из уполномоченных органов и организаций экспертного заключения аккредитованного органа инспекции об установлении неблагоприятного влияния выбросов объекта на здоровье населения, проживающего в зоне его влияния».

Полагаем, что внесение вышеуказанных изменений в законодательные акты позволит обеспечить соблюдение основных принципов государственного управления в области охраны атмосферного воздуха, и, прежде всего, приоритет охраны жизни и здоровья человека, настоящего и будущего поколений.

### Список литературы

1. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.

2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.mnr.gov.ru/docs/o\\_sostoyanii\\_i\\_ob\\_okhrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_rossiyskoy\\_federatsii/gosudarstvennyy\\_doklad\\_o\\_sostoyanii\\_i\\_ob\\_okhrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_rossiyskoy\\_federatsii\\_v\\_2017/](http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2017/) (дата обращения: 21.02.2019).

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – URL: [https://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=10145](https://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=10145) (дата обращения: 21.02.2019).

4. Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ [Электронный ресурс] // Справочная правовая система Консультант Плюс. – 2019. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 21.02.2019).

5. Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24.12.2018 г. [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «Консультант Плюс». – 2019. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 21.02.2019).

6. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 251, № 2. – С. 4–7.

7. Послание Президента Федеральному Собранию (от 20 февраля 2019 года) [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/59863> (дата обращения: 21.02.2019).

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 марта 2000 года № 183 «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» [Электронный ресурс] // Справочная

правовая система «КонсультантПлюс». – 2019. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 21.02.2019).

9. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 5 марта 2004 г. [Электронный ресурс] // Справочная правовая система Консультант Плюс. – 2019. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 21.02.2019).

10. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 21.02.2019).

## **Анализ структуры медико-демографических потерь в Российской Федерации, обусловленных негативным воздействием факторов среды обитания**

**М.Ю. Цинкер, К.В. Четверкина**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Представлены результаты расчета медико-демографических потерь в разрезе классов болезней и возрастных групп в Российской Федерации в 2017 г., обусловленных негативным воздействием факторов среды обитания. По результатам исследования установлено, что в Российской Федерации в 2017 г. с загрязнением атмосферного воздуха, питьевых вод, почв селитебных территорий вероятно связано более 5,1 млн случаев заболеваний, что составляет около 4,4 % от фактических заболеваний и более 64,9 тысяч смертей (3,4 % от всех случаев смерти).

**Ключевые слова:** медико-демографические потери, среда обитания, статистическое моделирование.

Сохранение и укрепление здоровья, увеличение ожидаемой продолжительности жизни населения являются стратегическими целями развития Российской Федерации [4]. Достижение поставленных целей возможно только при решении задач повышения эффективности государственного управления; совершенствования деятельности контрольно-надзорных органов, внедрения риск-ориентированного подхода; укрепления здоровья населения, в том числе за счет обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

**Целью исследования** являлся анализ структуры медико-демографических потерь в Российской Федерации, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания.

**Материалы и методы.** Методической основой проведения расчетов являются методические рекомендации «Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания», утвержденные Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным государственным санитарным врачом РФ 23 октября 2014 г. [1, 3, 5]. Ассоциированные с негативным действием факторов среды обитания медико-демографические потери рассчитывались на основе причинно-следственных моделей «Среда обитания – здоровье населения», методика построения моделей и расчета ассоциированных случаев нарушений здоровья представлена в [1, 2, 6].

В качестве исходных данных для расчета медико-демографических потерь использовались легитимные данные, полученные из официальных источников в рамках проведения социально-гигиенического мониторинга (СГМ), а также на информационных материалах, основанных на государственной статистической отчетности за 2010–2016 гг. Состояние здоровья населения характеризовалось статистическими данными по заболеваемости, смертности населения, проживающего в субъектах РФ по классам болезней и отдельным нозологическим формам в различных половозрастных группах. Среда обитания описывалась санитарно-гигиеническими факторами по отдельным объектам (атмосферный воздух, питьевая вода, почва), характеризующими безопасность среды обитания. Всего было использовано 64 показателя здоровья, 70 санитарно-гигиенических показателей по субъектам Российской Федерации.

На основании информации о качестве среды обитания в субъектах Российской Федерации были рассчитаны региональные медико-демографические потери. Выполнив объединение данных по регионам, были получены медико-демографические потери в Российской Федерации в 2017 г., ассоциированные с негативным воздействием комплекса факторов среды обитания.

В табл. 1 представлена заболеваемость населения в Российской Федерации в 2017 г., ассоциированная с качеством среды обитания, абсолютное число заболеваний, а также вклад факторов среды обитания в фактическую заболеваемость в разрезе классов причин и возрастных групп.

Таблица 1

Заболеваемость населения в разрезе классов болезней и возрастных групп, ассоциированная с качеством среды обитания в Российской Федерации в 2017 г.

Класс заболеваний	Ассоциировано с факторами среды обитания		Вклад факторов среды обитания, %
	заболеваемость, сл./100 тыс.	абсолютное количество случаев, тыс.	
1	2	3	4
<i>Все население</i>			
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	241,71	354,85	8,67 %
Новообразования	79,67	116,96	7,00 %
Болезни крови, кровеносных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	33,46	49,12	7,13 %

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	85,29	125,21	6,13 %
Болезни нервной системы	30,16	44,27	1,98 %
Болезни системы кровообращения	106,12	155,79	3,35 %
Болезни органов дыхания	1 656,52	2 431,85	4,71 %
Болезни органов пищеварения	421,22	618,37	11,81 %
Болезни кожи и подкожной клетчатки	233,27	342,45	5,48 %
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	281,83	413,73	9,53 %
Болезни мочеполовой системы	315,04	462,49	6,90 %
Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	8,52	12,51	4,14 %
<i>Детское население</i>			
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	536,69	158,72	7,48 %
Новообразования	54,62	16,15	11,48 %
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	68,44	20,24	4,96 %
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	35,92	10,62	2,29 %
Болезни нервной системы	10,76	3,18	0,29 %
Болезни системы кровообращения	127,28	37,64	18,14 %
Болезни органов дыхания	6 777,58	2 004,40	5,71 %
Болезни органов пищеварения	961,51	284,36	13,49 %
Болезни кожи и подкожной клетчатки	481,80	142,49	6,68 %
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	377,95	111,77	11,79 %
Болезни мочеполовой системы	243,94	72,14	8,84 %
Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	42,31	12,51	3,85 %
<i>Взрослое население трудоспособного возраста</i>			
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	203,53	163,93	10,03 %
Новообразования	74,22	59,78	7,35 %
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	23,30	18,77	7,97 %
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	69,24	55,77	5,90 %
Болезни нервной системы	26,03	20,97	2,42 %
Болезни системы кровообращения	25,89	20,85	0,96 %
Болезни органов дыхания	432,97	348,74	2,50 %
Болезни органов пищеварения	385,58	310,56	14,26 %
Болезни кожи и подкожной клетчатки	148,47	119,58	4,18 %
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	223,67	180,16	8,57 %
Болезни мочеполовой системы	362,82	292,23	6,56 %
<i>Взрослое население пенсионного возраста</i>			
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	87,76	32,20	6,32 %
Новообразования	111,82	41,02	5,69 %
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	27,58	10,12	14,71 %
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	160,32	58,82	10,01 %
Болезни нервной системы	54,85	20,12	7,36 %
Болезни системы кровообращения	265,21	97,29	4,32 %

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Болезни органов дыхания	214,56	78,71	1,54 %
Болезни органов пищеварения	63,91	23,45	2,39 %
Болезни кожи и подкожной клетчатки	219,11	80,38	6,39 %
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	332,01	121,80	10,20 %
Болезни мочеполовой системы	267,45	98,11	7,63 %

В Российской Федерации в 2017 г. с загрязнением атмосферного воздуха, питьевых вод, почв селитебных территорий вероятно связано более 5,1 млн случаев заболеваний (из них более 2,8 млн детского населения, более 2,2 млн взрослого населения, в том числе 1,5 млн случаев заболеваний населения трудоспособного возраста), что составляет около 4,4 % от фактических заболеваний (5,4 % для детского населения, 3,5 % для взрослого населения).

Наибольшее число случаев ассоциированных заболеваний наблюдается по болезням органов дыхания (все население – 2,4 млн случаев, из них 2 млн – детское население), что составляет 4,71 % от фактических случаев болезней органов дыхания (для детского населения – 5,71 %).

В зависимости от классов заболеваемости и возрастных групп вклад ассоциированной заболеваемости в фактическую различается от 0,29 до 18,14 %. Наибольшая доля ассоциированной заболеваемости по всем возрастным группам наблюдается среди болезней органов пищеварения: для всего населения составляет 11,81 %, для детского населения – 13,49 %, для населения трудоспособного возраста – 14,26 %.

В качестве приоритетных классов болезней, формирующих дополнительные случаи заболеваний взрослого населения, связанных с качеством среды обитания, можно выделить болезни мочеполовой системы (292,2 тысячи случаев заболеваний у населения трудоспособного возраста, что составляет 6,56 % от всех случаев; 98,11 тысячи заболеваний населения пенсионного возраста, что составляет 7,63 % среди всех случаев), болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (180,16 тысячи заболеваний трудоспособного населения, что составляет 8,57 %; 121,8 тысячи заболеваний населения пенсионного возраста, что составляет 10,20 %). Для взрослого населения пенсионного возраста также можно выделить болезни системы кровообращения, формирующие 97,29 тысячи дополнительных случаев заболеваний.

В табл. 2 представлена смертность населения в Российской Федерации в 2017 г., ассоциированная с качеством среды обитания, абсолютное число смертей, а также вклад факторов среды обитания в фактическую смертность в разрезе классов причин и возрастных групп.

В Российской Федерации в 2017 г. с загрязнением атмосферного воздуха, питьевых вод, почв селитебных территорий вероятно связано более 64,9 тысячи смертей (3,4 % от всех случаев смерти), из них более 17,2 тысячи смертей населения трудоспособного возраста (4,1 % от смертей трудоспособного населения).

Основной причиной смертности в Российской Федерации, ассоциированной с негативным действием факторов среды обитания, являются болезни системы кровообращения. Всего с факторами среды обитания ассоциировано 54,56 тысячи случаев смертей от болезней системы кровообращения (6,03 % от всех смертно-

сти по причине болезни системы кровообращения), среди них 10,76 тысячи случаев смертей населения трудоспособного возраста и 43,8 тысячи случаев – пенсионного возраста. На втором месте среди причин смертности находятся новообразования (4,32 тысячи случаев смерти), на третьем – болезни органов пищеварения (3,04 тысячи случаев смерти).

Таблица 2

Смертность населения в разрезе классов причин и возрастных групп, ассоциированная с качеством среды обитания в Российской Федерации в 2017 году

Класс причин смертности населения	Ассоциировано с факторами среды обитания		Вклад факторов среды обитания, %
	смертность, сл./100 тыс.	абсолютное количество случаев, тыс.	
<i>Все население</i>			
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	1,00	1,47	4,17 %
Новообразования	2,95	4,32	1,46 %
Болезни системы кровообращения	37,17	54,56	6,03 %
Болезни органов дыхания	1,08	1,59	2,25 %
Болезни органов пищеварения	2,07	3,04	3,09 %
<i>Детское население</i>			
Новообразования	0,01	0,00	0,43 %
Болезни системы кровообращения	0,01	0,00	0,80 %
Болезни органов дыхания	0,13	0,04	3,90 %
<i>Взрослое население трудоспособного возраста</i>			
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	1,45	1,17	4,11 %
Новообразования	2,48	2,00	3,20 %
Болезни системы кровообращения	13,36	10,76	8,55 %
Болезни органов дыхания	0,38	0,30	1,66 %
Болезни органов пищеварения	3,78	3,04	7,97 %
<i>Взрослое население пенсионного возраста</i>			
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	0,84	0,31	6,05 %
Новообразования	6,32	2,32	1,00 %
Болезни системы кровообращения	119,39	43,80	5,62 %
Болезни органов дыхания	3,40	1,25	2,46 %

Необходимо отметить, что ассоциированная с негативным воздействием факторов среды обитания заболеваемость и смертность являются резервом управления, за счет снижения которой возможно улучшение медико-демографических показателей. Оценка дополнительных случаев заболеваний и смерти, ассоциированных с факторами среды обитания, позволяет определять программу первоочередных мероприятий, направленных на профилактику нарушений здоровья. Кроме того, на основе оценки медико-демографических потерь выполняется оценка экономических потерь, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания

Таким образом, изложенные методические подходы позволяют оценивать медико-демографические потери, обусловленные воздействием факторов среды обитания, в Российской Федерации. Анализ структуры медико-демографических потерь позволяет выявить приоритеты и наметить первоочередные меры, направленные на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

### Список литературы

1. К оценке в регионах эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора по критериям предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания / Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер, О.А. Историк, Е.Г. Степанов, Н.Х. Давлетнуров, В.М. Ефремов // Анализ риска здоровью. – 2017. – Т. 3. – С. 12–20.
2. Методические подходы к исследованию результативности и резервов управления в системе Роспотребнадзора по критериям предотвращенных потерь здоровья населения Российской Федерации / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер, В.Г. Костарев // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 125–134.
3. МР 5.1.0095–14. Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзор, 2015. – 60 с.
4. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента от 07.05.2018 [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – 2018. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/57425> (дата обращения: 01.06.2018).
5. Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на основе расчета рисков медико-демографических потерь на примере Воронежской области / И.И. Механтьев, Л.А. Масайлова, М.Ю. Цинкер, К.С. Ласточкина // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2017. – 70. – С. 95–99.
6. Цинкер М.Ю., Кирьянов Д.А., Клейн С.В. Статистическое моделирование для оценки влияния факторов среды обитания на индикаторные показатели здоровья населения Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – 248 (11). – С. 10–13.



## Раздел II

---

### **Гигиенические исследования, социально-гигиенический мониторинг: опыт реализации, новые подходы**



## **Опыт использования результатов социально-гигиенического мониторинга в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия при проведении массовых мероприятий с международным участием в Волгограде**

**Н.В. Аброськина, О.В. Зубарева, Д.К. Князев**

Управление Роспотребнадзора по Волгоградской области,  
г. Волгоград, Россия

Представлен опыт использования результатов работы по социально-гигиеническому мониторингу, в том числе мониторингу факторов окружающей среды, оценке потенциальных рисков для здоровья, при подготовке и проведении массовых мероприятий с международным участием на примере матчей XXI Чемпионата мира по футболу FIFA в г. Волгограде.

**Ключевые слова:** массовые мероприятия с международным участием, санитарно-эпидемиологическое благополучие, социально-гигиенический мониторинг, оценка риска

По данным ВОЗ массовые мероприятия с международным участием (ММ) могут быть сопряжены с существенными последствиями для здоровья населения, которые выходят за рамки серьезных событий, имеющих отношение к общественному здравоохранению, а также в результате массового скопления людей могут возникнуть безотлагательные, сложные медико-санитарные ситуации. Предполагается, что обеспечение готовности к массовым мероприятиям включает конкретные медико-санитарные меры, разработанные заблаговременно до проведения мероприятия [3].

При проведении ММ реализуется система мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения (система управления рисками), основным элементом которой, наряду с эпидемиологическим надзором и контролем и мероприятиями по локализации и ликвидации ЧС санитарно-эпидемиологического характера, является контроль над санитарным состоянием и безопасностью окружающей среды [1, 2].

В связи с проведением в 2018 г. в г. Волгограде, не имевшем опыта осуществления ММ большого масштаба, четырех матчей XXI Чемпионата мира по футболу FIFA (Чемпионат) возникла необходимость обобщения и оценки имеющихся данных мониторинга факторов окружающей среды, в том числе полученных в результате социально-гигиенического мониторинга (СГМ), планирования новых исследований с целью оценки потенциальных рисков и реализации мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия [5–7].

Волгоград – крупный промышленный центр. В настоящее время долина городского полукольца достигает примерно 80 км при ширине от 3 до 10 км. Общая площадь, очерченная границами города, составляет 400 км<sup>2</sup>, однако территории, занятые

городскими кварталами, почти в три раза меньше, разрывы между районами заняты зелеными зонами и пустырями. Климат Волгоградской области засушливый, с резко выраженной континентальностью, с высокими температурами воздуха и частыми суховеями в летний период.

Несмотря на сокращение производства и закрытие большого количества предприятий в последние десятилетия, проблема загрязнения окружающей среды вредными веществами остается важной. Крупнейшие промышленные предприятия Волгоградской области, являющиеся основными стационарными источниками загрязнения атмосферного воздуха, сосредоточены в г. Волгограде и г. Волжском. В 2017 г. на долю Волгограда пришлось 34,9 тысячи тонн, или 25,3 %, общего валового выброса вредных веществ в атмосферу области. Следует отметить, что особенностью структуры города является размещение крупных промышленных предприятий в черте жилой застройки, что усиливает негативное воздействие на загрязнение атмосферного воздуха [4].

Районы города Волгограда отличаются уровнем и характером антропогенной нагрузки: южные районы (Кировский, Красноармейский) находятся под воздействием предприятий химии и нефтехимии; северные (Краснооктябрьский, Тракторозаводской) – предприятий черной и цветной металлургии; на территории Центрального района отсутствуют крупные промышленные предприятия, но широко развита автодорожная сеть. В результате анализа многолетних данных регионального информационного фонда СГМ были выделены крупнейшие стационарные источники выбросов вредных веществ в атмосферу, определены приоритетные загрязнители атмосферного воздуха для каждого района города. Следует отметить, что стадион «Волгоград-Арена», на котором планировалось проведение матчей, располагается в непосредственной близости к крупному предприятию черной металлургии – АО «МК «Красный Октябрь», что создавало определенные риски по загрязнению атмосферного воздуха в период проведения Чемпионата.

В целях контроля над качеством факторов окружающей среды в рамках СГМ на территории города Волгограда приказом руководителя Управления Роспотребнадзора по Волгоградской области утверждены: 7 мониторинговых точек контроля качества атмосферного воздуха, 11 мониторинговых точек контроля качества питьевой воды из разводящих сетей, 18 мониторинговых точек контроля качества почвы, где исследования проводили лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области». Кроме того, анализировались данные 7 стационарных постов наблюдения за атмосферным воздухом Волгоградского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» и Комитета природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области, полученные на основании соглашений о взаимодействии. При планировании размещения точек контроля над факторами среды обитания была использована ГИС-программа, с помощью которой на карту Волгограда были нанесены спортивные объекты, объекты инженерной, транспортной инфраструктуры, медицинские объекты, а также возможные источники загрязнения окружающей среды (рисунок). Таким образом, сетью мониторинга факторов окружающей среды был охвачен практически весь город, с учетом расположения объектов, задействованных при проведении Чемпионата.

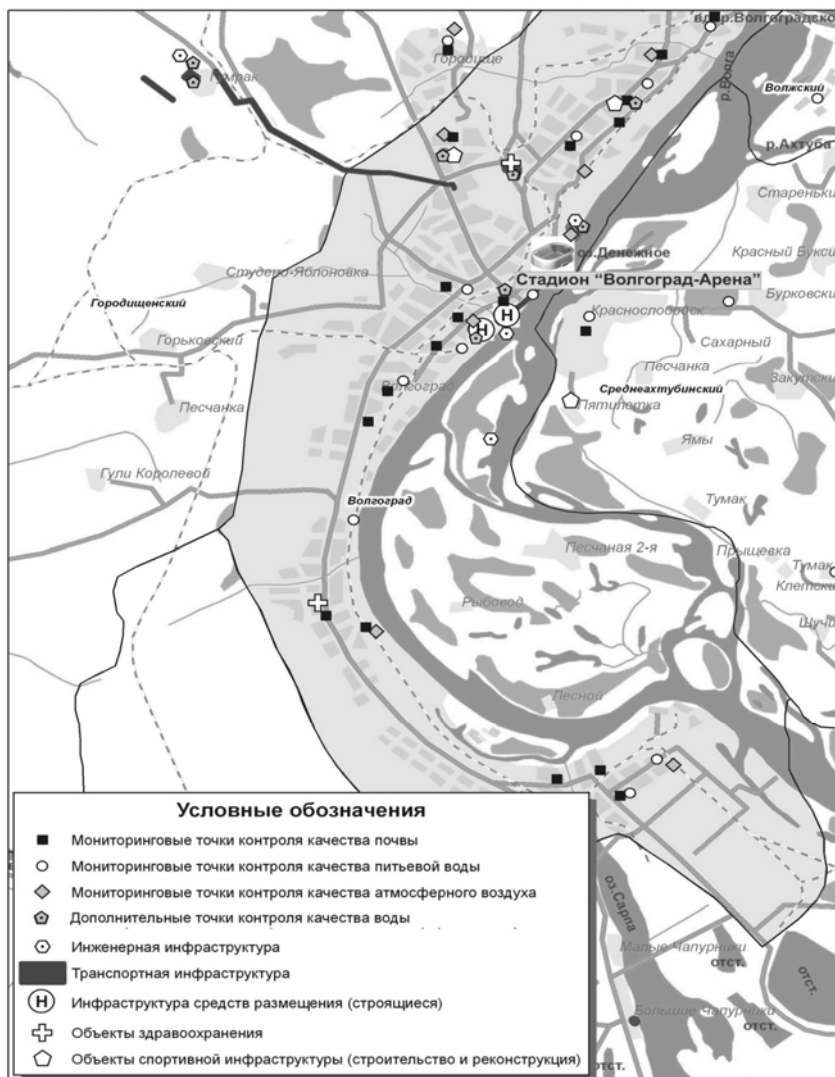


Рис. Расположение спортивных объектов, объектов инженерной и транспортной инфраструктуры, медицинских учреждений, точек мониторинга факторов окружающей среды на территории г. Волгограда

Одним из ведущих факторов антропогенного воздействия на здоровье населения является аэрогенное. В целях гигиенической оценки качества атмосферного воздуха в преддверии Чемпионата (2017 г.), специалистами Управления Роспотребнадзора по Волгоградской области была проведена работа по обработке данных статистической формы 2ТП (воздух) с определением списка приоритетных загрязнителей атмосферы для каждого района города. Также была проведена предварительная оценка риска развития неблагоприятных эффектов для здоровья населения при существующем уровне загрязнения атмосферного воздуха. Так, в результате оценки неканцерогенного риска здоровью населения Волгограда наибольший риск

отмечен для жителей южных промышленных районов города, где размещаются промышленные предприятия химии, нефтехимии и нефтепереработки: Красноармейского ( $HI = 11,15$  – первое ранговое место), Кировского ( $HI = 8,01$  – второе ранговое место) районов города. Основной вклад в риск здоровью населения на территории этих районов вносили водорода хлорид –  $HCl$  (вклад в неканцерогенный риск составляет 26–49 %); взвешенные вещества (22–24 %), водорода сульфид (8–20 %). Для Краснооктябрьского района города величина неканцерогенного риска составила  $HI = 4,15$ . Основной вклад в риск здоровью населения вносили взвешенные вещества (вклад в неканцерогенный риск составляет 38,2–50,9 %) и формальдегид (24,1 %). Для Центрального района города, где предполагалось размещение основной массы болельщиков и находился главный спортивный объект – стадион «Волгоград-Арена», риск для здоровья характеризовался следующим образом: величина неканцерогенного риска составила  $HI = 4,63$ , основной вклад в риск здоровью населения вносили взвешенные вещества (вклад в неканцерогенный риск – 31,5–53,6 %) и формальдегид (48,2 %). Поражаемыми системами организма при наличии в атмосферном воздухе данных веществ, прежде всего, являются органы дыхания, система крови, центральная нервная система, система кровообращения.

Точки контроля качества атмосферного воздуха ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области» были установлены во всех районах города, в том числе в непосредственной близости от объектов размещения гостей Чемпионата и спортивных объектов (стадиона «Волгоград-Арена» и тренировочной базы – стадиона «Зенит», стадиона ВГАФК), а также в промышленных районах Волгограда. В перечень исследуемых включены приоритетные вещества, содержащиеся в выбросах промышленных предприятий города и автомобильного транспорта: диоксид азота, диоксид серы, гидрохлорид, фенол, оксид углерода, взвешенные вещества, аммиак, углеводороды  $C_1$ – $C_5$ , углеводороды  $C_6$ – $C_{10}$ , свинец, бенз(а)пирен, формальдегид, фтористый водород, марганец. За период подготовки к чемпионату мира (январь – май 2018 г.) по программе социально-гигиенического мониторинга (СГМ) было исследовано 2089 проб воздуха, зафиксированы единичные превышения  $ПДК_{\text{мр}}$  оксида углерода в Красноармейском районе в феврале (кратность превышения до 5  $ПДК$ ). Кроме того, по данным других организаций-участников СГМ были отмечены единичные превышения  $ПДК_{\text{мр}}$  хлорида водорода в южных районах города (Кировский и Красноармейский районы), наиболее удаленных от спортивных объектов, формальдегида и диоксида азота в Центральном районе и фенола и формальдегида в Краснооктябрьском. На посту наблюдения, находящемся в непосредственной близости к стадиону, отмечались только превышения  $PM_5$  и  $PM_{10}$  (до 5  $ПДК$ ) в период строительства.

Точки контроля качества питьевой воды из разводящих сетей были утверждены также во всех районах города. Исследования проводились лабораториями ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области» по санитарно-химическим (органолептические показатели, жесткость, нефтепродукты, железо, алюминий, нитраты, нитриты, аммоний-ион, фториды, сульфаты, хлороформ), микробиологическим (ОМЧ, ОКБ, ТКБ) и паразитологическим (цисты лямблий) показателям. В 2017 г. выявлялись единичные превышения гигиенических нормативов железа, ОКБ, ТКБ. В период подготовки к Чемпионату мира (январь – май 2018 г.) из проведенных 825 исследований на санитарно-химические показатели в 11 обнаруживались превышения  $ПДК$  по железу и цветности; из 55 проб на микробиологи-

ческие показатели в двух были отмечены превышения нормативов содержания ОКБ, ТКБ (Краснооктябрьский район); все 55 проб на паразитологические показатели соответствовали гигиеническим нормативам.

Также в период подготовки к Чемпионату мира в 18 точках контроля над качеством почвы было отобрано 106 проб на санитарно-химические показатели, 108 проб на микробиологические показатели и 108 проб на паразитологические показатели. В точках наблюдения, находящихся в непосредственной близости от спортивных объектов и объектов размещения спортсменов и гостей Чемпионата, превышений гигиенических нормативов не отмечалось.

Полученные результаты социально-гигиенического мониторинга позволили обосновать и спланировать ряд мер по ликвидации и устранению негативного воздействия на окружающую среду от промышленных предприятий, а также направленных на улучшение качества питьевой воды. Так, учитывая, что один из главных источников негативного влияния на окружающую среду, находящийся в непосредственной близости от спортивных объектов, – металлургическое предприятие АО «ВМК «Красный Октябрь»», то в целях предотвращения возможных рисков были реализованы мероприятия, направленные на снижение и предотвращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, сбросов вредных веществ с водой. С целью обеспечения доброкачественной питьевой водой и повышения уровня надежности и безопасности систем водоснабжения и водоотведения были реализованы такие масштабные проекты, как «Водоснабжение пос. Аэропорт», «Водоочистные сооружения Краснооктябрьского района Волгограда». В результате проведенных работ произошло значительное увеличение производительности водоочистных сооружений, внедрение современных технологий позволило обеспечить достижение высокой степени очистки воды.

Итак, использование результатов социально-гигиенического мониторинга, в том числе по оценке факторов среды обитания и потенциальных рисков, способствовало обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и здоровья гостей и участников Чемпионата мира по футболу в г. Волгограде.

### Список литературы

1. XXVII Всемирная летняя универсиада 2013 года в Казани. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия / под ред. академика РАМН Г.Г. Онищенко, академика РАМН В.В. Кутырева. – Тверь: Триада, 2013. – 528 с.
2. XXII Олимпийские зимние игры и XI Паралимпийские зимние игры 2014 года в г. Сочи. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия / под ред. Г.Г. Онищенко, А.Н. Куличенко. – Тверь: Триада. – 2015. – 576 с.
3. Глобальные массовые мероприятия: их значение и возможности для обеспечения безопасности здоровья в мире: доклад ВОЗ [Электронный ресурс]. – 2011. – С. 9. – URL: [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/E130/B130\\_17-ru.pdf](http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/E130/B130_17-ru.pdf) (дата обращения: 10.10.2018).
4. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2017 году / ред. колл.: В.Е. Сазонов [и др.], комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. – Волгоград: ТЕМПОРА, 2018. – 300 с.
5. Пяташина М.А., Трофимова М.В., Имамов А.А. О планировании деятельности по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия при подго-

товке к проведению чемпионата мира и организации работы при тестовых спортивных мероприятиях на примере Казани // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 10. – С. 4–5.

6. Патяшина М.А., Трофимова М.В., Имамов А.А. Об обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия в период подготовки и проведения Универсиады-2013 в г. Казани // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 4. – С. 45–47.

7. Планирование лабораторных исследований объектов окружающей среды при проведении массовых мероприятий / М.А. Патяшина, М.В. Трофимова, Л.А. Лобанова [и др.] // Медицина труда. – 2015. – № 3. – С. 151–155.

## **К задаче эколого-гигиенической оценки перехода автомобильного транспорта на топливо стандартов «Евро-5», «Евро-6» в крупном промышленном центре**

**В.А. Аристов**

ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,  
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,  
г. Пермь, Россия

Автомобильный транспорт является одним из факторов окружающей среды, оказывающих негативное влияние на здоровье человека в крупном промышленном центре. Наиболее опасным с позиций загрязнения атмосферного воздуха городов считается автомобильный транспорт. Рост автомобильного транспорта ведет к увеличению выбросов вредных веществ. Переход автомобильного транспорта на топливо стандартов «Евро-5», «Евро-6» – актуальная задача современных городов. Показано, что в условиях развития современных городов крайне актуальной становится задача построения транспортных схем города с учетом (среди прочих критериев) критериев риска для здоровья населения, формируемых воздействием химических веществ отработавших газов автомобилей.

**Ключевые слова:** автотранспорт, атмосферный воздух, здоровье человека, топливный стандарт.

В настоящее время в большинстве городов мира доля выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников значительно увеличилась по сравнению со стационарными объектами. Ситуация обусловлена не только стремительным увеличением численности автотранспортных средств, но и недостаточной пропускной способностью улично-дорожной сети, архитектурно-планировочными просчетами развития городов, несоответствием автомобилей нормам государственных стандартов по токсичности, низкокачественным топливом, неудовлетворительным состоянием дорожного покрытия и др. [5].



Количество автомашин на планете возрастает с каждым днем. По сравнению с европейским, японским, американским рынками продаж автомобилей российский рынок является наиболее перспективным. По данным дилеров продаж, с 2007 г. в РФ началось бурное развитие рынка подержанных иномарок. В 2010 г. рынок ввезенных в Россию новых (и подержанных) иномарок, а также произведенных в РФ (начиная с 2002 г.) составляет более 900 тысяч шт. Такие перспективы развития рынка обязывают уже сейчас искать ответы на вопросы градостроительства: каким образом генеральные планы развития российских городов учитывают перспективное увеличение транспорта, строительство новых магистралей, паркингов, развязок и зон с особым движением транспортных потоков [5].

В настоящее время отмечается устойчивая тенденция роста численности автотранспортных средств (3–4 % в год), особенно находящихся в личном пользовании. Уровень автомобилизации в крупных и крупнейших городах составляет 150–250 автомобилей на 1000 жителей и превышает прогнозные показатели, установленные в генеральных планах и комплексных транспортных схемах (КТС) 15–20 лет назад [8].

В Пермском крае число собственных легковых автомобилей среди населения растет ежегодно. В 1995 г. в крае на 1000 человек приходилось 54 автомобиля. В 2016 г. – 294 автомобиля. С 1995 по 2016 г. это число выросло в 5,5 раза.

Основными токсичными веществами, которые являются выбросами автотранспорта и обнаруживаются в атмосферном воздухе городов, являются оксид серы, азота, углерода, оксиданты и пыль разного состава. Кроме указанных соединений, в атмосферный воздух с отработавшими газами попадают высокотоксичные соединения, образующиеся в результате химической или фотохимической трансформации токсичных веществ [1].

За последние десятилетия концентрации таких наиболее ведущих компонентов отработавших газов, как оксид углерода и оксиды азота, увеличились в атмосферном воздухе на 5–11 %, что следует связывать с бурным ростом российского парка автотранспортных средств. Его увеличение происходит, в основном, за счет легковых автомобилей, доля которых достигает 80 %.

Экологические проблемы усугубляются еще из-за большого среднего возраста автотранспортных средств и низкого уровня технико-эксплуатационных показателей отечественных автомобилей. Такое положение приводит к непроизводительному расходу топлива и увеличению выброса в атмосферу загрязняющих веществ. Ежегодно в нашей стране поступает в атмосферу около 15 млн тонн загрязняющих веществ. В результате вклад от автомобильного транспорта в общий выброс вредных веществ по России достиг 46 % и доходит до 70–90 % в крупных и крупнейших городах [8].

Отмечено, что с точки зрения воздействия на здоровье человека наиболее вредоносным действием обладают такие компоненты выхлопных газов, как твердые нано- и микрочастицы сажи, оксиды азота, угарный газ, оксиды серы и, как недавно было показано, углеродные соединения [4].

Установлено, что твердые частицы выхлопов состоят из сердцевины элементарного углерода, органических веществ, образующихся при сгорании, и следов соединений металлов (чаще сульфатов). При формировании частицы очень малы по размеру, но затем они агрегируют и образуют более крупные частицы. Микрочастицы (например  $PM_{2.5}$ ) состоят из многих органических и неорганических соедине-

ний, в том числе сульфатов, нитратов, органического углерода и элементарного углерода, земляной пыли и биологических материалов (пыльца). Частицы (PM<sub>10</sub>) преимущественно состоят из минералов и горных пород (кальций, алюминий, кремний, магний, железо), первичных органических материалов (пыльца, споры грибов, растения и животные остатки). Некоторые компоненты, такие как нитраты и калий, являются общими для PM<sub>2.5</sub> и PM<sub>10</sub>, хотя источники образования различны. Эти характеристики частиц в сочетании с различной скоростью и глубиной осаждения в легких могут иметь различные биологические эффекты и токсичность. В процессе работы двигателей вырабатываются наночастицы различной природы: сажевые, металлические и углеродные, а также неорганические соединения переходных металлов, таких как железо, цинк, медь, никель, платина [4].

Отмечается, что продукты выхлопов ухудшают функции сосудистой системы в организме человека, такие как регуляции сосудистого тонуса и эндогенного фибринолиза. Установлен механизм, который связывает загрязнение воздуха в патогенезе атеротромбоза с острым инфарктом миокарда [4].

Ученые из Канады провели популяционное исследование с целью определения, влияют ли выхлопные газы на вероятность развития деменции, рассеянного склероза и болезни Паркинсона. Для решения поставленной задачи исследователи с помощью специальной математической модели провели анализ частоты развития данных заболеваний в зависимости от близости проживания пациентов к оживленным автомагистралям. Всего проанализированы данные о 243 611 случаях деменции, 31 577 – болезни Паркинсона и 9247 – больных рассеянным склерозом [3].

В результате было выявлено, что частота деменций значимо возрастала у людей, проживающих на расстоянии 50–200 метров от оживленных автомагистралей, по сравнению с пациентами, жившими на расстоянии 300 метров и больше. В то же время никаких различий в заболеваемости рассеянным склерозом и болезнью Паркинсона выявлено не было, что косвенно подтверждает отсутствие влияния выхлопных газов на частоту развития данных заболеваний [3].

Таким образом, наибольшую опасность для здоровья населения представляют:

– оксид углерода (до 10 % у бензиновых двигателей и до 5 % у дизелей) – активно взаимодействует с гемоглобином крови, снижая ее способность переносить кислород уже при очень низких концентрациях;

– оксиды азота (до 0,8 % у бензиновых двигателей и до 0,5 % у дизелей) – при попадании в организм приводят к образованию соединений, препятствующих переносу кислорода к тканям, раздражающе воздействуют на слизистые оболочки глаз, носа, разрушают легкие человека (диоксид азота);

– углеводороды (до 0,3 % у бензиновых двигателей и до 0,5 % у дизелей) – по характеру воздействия на организм человека подразделяются на раздражающие и канцерогенные;

– твердые частицы (сажа) (до 0,04 % у бензиновых двигателей и до 1,1 % у дизелей) – являются переносчиками канцерогенных веществ. Эти вещества как наиболее опасные определены Европейской экономической комиссией ООН при введении стандартов, именуемых как «Евро» и призванных улучшить экологическую ситуацию в странах Европы.

С 1 сентября 2015 г. в Евросоюзе действует топливный стандарт «Евро-6». Регламент «Евро-6» ужесточил содержание вредных веществ в выхлопе, а именно сокращен допустимый порог содержания твердых частиц (PM), оксидов азота (NOx),

остаточных углеводородов (НС). В соответствии с данным стандартом двигателя должны обеспечивать соответствие заявленным требованиям в течение 7 лет с момента выпуска или 700 тысяч км пробега [2].

В России введение нормы «Евро-6» в ближайшее время не планируется, так как на данный момент проходит внедрение «Евро-5». Номинально «Евро-5» введен в нашей стране с 1 января 2014 г., но фактически переход для грузовых автомобилей и автобусов на этот стандарт перешел только с 1 января 2015 г., с момента официального вступления регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств». С 1 января 2016 г. нормы «Евро-5» стали обязательными на территории Российской Федерации для всей новой автотехники отечественного и импортного производства без исключения [6].

Вместе с тем, по данным Росгидромета, существенного улучшения качества атмосферного воздуха в крупных и крупнейших городах страны не отмечено [7]. К примеру, в 2017 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории сохранились на уровне прошлых лет, изменяясь от 0,6 до 4,2 мкг/м<sup>3</sup>. Не отмечается снижения концентраций формальдегида в атмосфере. Насколько изменится эколого-гигиеническая ситуация в крупном промышленном городе при использовании транспортными средствами новых видов топлив, достигнут ли уровни рисков для здоровья жителей приемлемых величин? Возможно ли изменением структуры топлив решить проблемы качества атмосферного воздуха или параллельно требуется изменением структуры и интенсивности транспортных потоков, принятие иных решений в рамках транспортных стратегий городов? Ответы на эти вопросы будут получены в рамках исследования на территории г. Перми с целью выработки оптимальных решений по улучшению качества атмосферного воздуха в городе и защите здоровья населения.

**Выводы.** В условиях развития современных городов крайне актуальной становится задача построения транспортных схем города с учетом (среди прочих критериев) критериев риска для здоровья населения, формируемых воздействием химических веществ отработавших газов автомобилей.

### Список литературы

1. Васильева М.В., Натарова А.А. Оценка экологического статуса техногенно нагруженной среды крупного промышленного региона // Символ науки. – 2016. – № 4-4 (16). – С. 241–243.
2. Влияние автотранспорта на состояние окружающей среды крупного промышленного города / В.А. Стуканов, А.Т. Козлов, А.А. Томилов, В.В. Татарин, М.В. Пожидаева // Вестник ВГУ. Серия: Химия. биология. фармация. – 2012. – № 1. – С. 168–175.
3. Выхлопные газы повышают риск развития деменции, но не рассеянного склероза и болезни Паркинсона [Электронный ресурс] // Рассеянный склероз. – URL: <https://scleros.ru/457.php/> (дата обращения: 10.04.2019).
4. Голохваст К.С., Чернышев В.В., Угай С.М. Выбросы автотранспорта и экология человека (обзор литературы) // Экология человека. – 2016. – № 1. – С. 9–14.
5. Ковригин А.А., Маршалкович А.С. Оценка воздействия от выбросов движущегося автотранспорта для обеспечения экологической безопасности жизнедеятельности горожан // Строительство: наука и образование. – 2016. – № 3. – Ст. 5.

6. Коротких Ю.С. Экологический стандарт «Евро-6» в Европе и России. Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 34–40.

7. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М., 2018.

8. Субботина М.В., Жукова Д.В., Смолянский Е.С. Экологические последствия автомобилизации и пути их устранения в городах // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России: материалы IV Науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Волгоград, 2010. – С. 291–297.

## Оценка риска здоровью населения при обосновании санитарно-защитной зоны производственно-технического комплекса по обращению с отходами ООО «НПО “Экология”»

М.О. Басов<sup>1,2</sup>, О.М. Басова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей»

Министерства здравоохранения Чувашской Республики,

<sup>2</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Чувашской Республике – Чувашии» Роспотребнадзора, г. Чебоксары, Россия

<sup>3</sup> Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Чувашской Республике – Чувашии» в Цивильском районе, г. Цивильск, Россия

Максимальные значения индивидуального канцерогенного риска от воздействия формальдегида в д. Пихтулино составили  $3,42 \cdot 10^{-8}$ , в д. Янашкасы –  $1,79 \cdot 10^{-8}$ , сажи – в д. Пихтулино –  $2,11 \cdot 10^{-8}$ , д. Янашкасы –  $1,1 \cdot 10^{-8}$ , на границе расчетной СЗЗ от формальдегида и сажи –  $4,85 \cdot 10^{-8}$  и  $4,48 \cdot 10^{-8}$  соответственно. Популяционный риск (PCR) от воздействия формальдегида может составить в целом в зоне влияния предприятия до 0,000023 и сажи – до 0,000014 дополнительных случаев рака в течение всей жизни.

Наибольшие значения коэффициентов опасности отмечаются от воздействия диоксида пентаоксида – 0,56 (д. Пихтулино), 0,26 (д. Янашкасы), 1,0 на границе расчетной СЗЗ.

Индексы опасности ( $HI_{max}$ ) развития патологии органов дыхания при хроническом ингаляционном воздействии составил 0,57 (д. Пихтулино).

**Ключевые слова:** расчетная санитарно-защитная зона, ООО «НПО “Экология”», индивидуальный канцерогенный риск, неканцерогенный риск, органы дыхания.

Отдельным направлением охраны окружающей среды населенных пунктов является обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, т.е. такого состояния здоровья населения, среды обитания людей, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности.

В современных условиях очевидно, что состояние здоровья населения в значительной степени зависит от качества окружающей среды. Многие исследователи оценивают состояние атмосферного воздуха как первостепенный фактор окружающей среды, формирующий высокий уровень риска здоровью популяции в условиях урбанизированных территорий [1, 2, 5].

Промышленные предприятия являются одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха и создают риск для здоровья населения, проживающего в районах их размещения. Для уменьшения неблагоприятного влияния вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу от предприятий, вокруг них устанавливается специальная территория (санитарно-защитная зона) с особым режимом использования.

В настоящее время методология оценки риска широко используется в практике обоснования размеров санитарно-защитных зон (СЗЗ) предприятий. Включение в СанПиН 2.2.1/2.1.1.120–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [3] приемлемого риска в качестве одного из критериев установления размера СЗЗ является важным шагом оценки опасности предприятий для здоровья населения, проживающего в районе их размещения и, следовательно, повышения научной обоснованности размера СЗЗ [4].

Основным видом деятельности ООО «НПО “Экология”» является сбор, транспортирование, обработка, утилизация и обезвреживание отходов, принимаемых от сторонних организаций.

Территория «НПО “Экология”» расположена на восточной окраине г. Чебоксары Чувашской Республики на одной промышленной площадке площадью 2,6576 га с кадастровым номером земельного участка 21:01:030307:26 и ограничена с северной и северо-восточной стороны – территорией закрытой в настоящее время санкционированной свалки ТБО г. Чебоксары (с ноября 2015 г. городская санкционированная свалка ТБО Постановлением Администрации г. Чебоксары Чувашской Республики № 3331 от 29 октября 2015 г. «О прекращении эксплуатации Чебоксарской городской санкционированной свалки твердых бытовых отходов» прекратило в полном объеме эксплуатацию Чебоксарской городской санкционированной свалки твердых бытовых отходов, расположенной по адресу: Чувашская Республика, г. Чебоксары, земельный участок с кадастровым номером 21:01:030307:0004), с западной стороны – с территорией очистных сооружений ПАО «Промтрактор»; с южной и юго-восточной сторон – со свободной территорией (пустырь).

Ближайшая селитебная зона – жилые дома с приусадебными участками д. Пихтулино расположена с северо-восточной стороны на расстоянии 850 м, д. Янашкасы – с юго-восточной стороны на расстоянии 950 м от границы промплощадки предприятия.

Определено население, проживающее на территории д. Пихтулино, д. Янашкасы Чебоксарского района Чувашской Республики и попадающего под воздействие выбросов загрязняющих веществ ООО «НПО “Экология”» (д. Пихтулино с населением 317 человек, д. Янашкасы – 357 человек).

В соответствии с санитарной классификацией промышленных объектов и производств для ООО «НПО “Экология”» предусматривается ориентировочная 500-метровая санитарно-защитная зона (далее СЗЗ) согласно разделу 7.1.12. «Сооружения санитарно-технические, транспортной инфраструктуры, объекты коммунального назначения, спорта, торговли и оказания услуг», класс II, п. 1.

«Мусоросжигательные, мусоросортировочные и мусороперерабатывающие объекты мощностью до 40 тыс. т/год» согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (новая редакция).

Согласно расчетам, проведенным разработчиками проекта обоснования расчетной санитарно-защитной зоны ООО «НПО “Экология”» (общество с ограниченной ответственностью «Экологическая проектная компания “ЭкоМиР”», 428024, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. Мира, 90/1, оф. 406), выполненным с использованием расчетных методик и натурных испытаний компонентов, выделяющихся загорающих веществ на источниках выбросов, расчетная граница СЗЗ по фактору химического загрязнения атмосферы определена от границы промышленной площадки в северо-восточном направлении 16 м, в остальных направлениях не выходит за пределы промышленной площадки с кадастровым номером земельного участка 21:01:030307:26, расчетная граница СЗЗ по физическому воздействию на атмосферный воздух от источников постоянного и непостоянного шума на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам, для дневного/ночного времени суток не выходит за пределы промплощадки объекта во всех направлениях с кадастровым номером земельного участка 21:01:030307:26. Исходя из проведенных проектом расчетов, предлагается установить границы расчетной СЗЗ по совокупности факторов на расстоянии 500 м во всех направлениях от границы промышленной площадки с кадастровым номером земельного участка 21:01:030307:26.

Графическое описание местоположения границ санитарно-защитной зоны ООО «НПО “Экология”» в системе координат МСК-21 с учетом письма Роспотребнадзора № 01/6719-16-32 от 30.05.2016 г. «О внесении сведений об установлении или изменении границ зон с особыми условиями использования территорий в государственный кадастр недвижимости» проведено.

В работе для обоснования размера расчетной СЗЗ ООО «НПО “Экология”» использованы результаты оценки риска для здоровья населения, выполненные аккредитованным органом по оценке риска ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» в 2018 г. (сертификат соответствия № СДС 035, зарегистрирован в Реестре системы 1 сентября 2016 г., действителен до 1 сентября 2019 г.).

Оценка воздействия предприятия произведена при суммарной проектной мощности производства – 20 802 тонны перерабатываемых отходов в год.

В процессе производственной деятельности ООО «НПО “Экология”» в атмосферу выбрасываются 32 загрязняющих вещества от 8 ИЗА (4 – организованных источников выбросов; 4 – неорганизованных) общей массой 1,4857098 г/с и 25,0610221 т/год в целом по предприятию.

Качественный состав выбросов показал, что среди веществ, выбрасываемых предприятием в атмосферу, к 1-му классу опасности относятся пять веществ – бенз(а)пирен, диВанадий пентоксид (ванадия пятиокись), диоксины (в пересчете на 2, 3, 7, 8-тетрахлордибензо-1,4-диоксин), свинец и мышьяк с удельным весом в суммарном выбросе 5,42 %. Ко 2-му классу опасности относятся девять веществ – азотная кислота, гидроксибензол (фенол), гидрохлорид (соляная кислота), кобальт, марганец, никель и серная кислота, формальдегид, фториды газообразные (гидрофторид) с долей в суммарном выбросе объекта – 2,19 %. Удельный вес веществ 3-го класса опасности в суммарном выбросе предприятия составляет 29,61 %. К данному классу опасности относятся девять веществ, в том числе: азот (IV) оксид

(азота диоксид), азот (II) оксид (азота оксид), взвешенные вещества, диЖелезо три-оксид (железа оксид), пыль неорганическая: > 70 % SiO<sub>2</sub>, пыль неорганическая: 70–20 % SiO<sub>2</sub>, серы диоксид, углерод (сажа) и цинк оксид. К 4-му классу опасности относятся четыре вещества: аммиак, бензин нефтяной, углеводороды предельные C<sub>1</sub>–C<sub>5</sub> и углерода оксид, их доля в суммарном выбросе промышленной площадки составляет 62,51 %. Для пяти веществ, а именно для керосина, ортофосфорной кислоты, пыли абразивной (корунда белого), пыли полипропилена и сурьмы, класс опасности в настоящее время не установлен и нормирование проводится по ОБУВ. Их доля в суммарном выбросе предприятий составляет 0,27 %.

Для оценки соотношения между источниками и их воздействием (концентрациями) в выбранных рецепторных точках были идентифицированы восемь источников поступления в атмосферу загрязняющих веществ, получена количественная характеристика выбросов. Оценка включала данные о расположении источников выбросов, об объемах их эмиссий, распространении загрязнителей с помощью моделирования рассеивания в двухметровом приземном слое атмосферы (в зоне дыхания) от источника эмиссий до точек воздействия; определение концентраций (мг/м<sup>3</sup>) в рецепторных точках зоны влияния.

Зона влияния представлена расчетным прямоугольником 1877×1877 м с учетом 40 высот наиболее высокого ИЗА. В зону влияния попадают: юго-западная окраина д. Пихтулино (жилые дома и приусадебные участки); северная окраина д. Янашкасы (земельные участки под индивидуальное жилищное строительство (ИЖС) и ведения личного подсобного хозяйства) Чебоксарского района Чувашской Республики.

Среднегодовые концентрации каждого приоритетного загрязняющего атмосферный воздух вещества рассчитаны в 171 точке воздействия/рецепторных точках на территории жилой застройки, попадающей в зону влияния предприятия, в том числе в д. Пихтулино – в 87 точках, д. Янашкасы (участки под ИЖС) – в 44 точках. Также с целью подтверждения достаточности расчетной СЗЗ были произведены расчеты на ее границе в 40 точках.

Определение рецепторных точек проведено с уточнением количества проживающего населения, на которое распространяются или вероятно распространение выбросов загрязняющих веществ от источников загрязнения ООО «НПО «Экология»».

Для проведения расчетов среднегодовых концентраций загрязняющих атмосферный воздух веществ использован соответствующий расчетный модуль, включенный в программный комплекс УПРЗА «Эколог» 4.5+ГИС-Стандарт перезапись с версии 4.0, разработанный Санкт-Петербургским НПО «Интеграл», а также дополнительный расчетный блок «Средние», версия 4.5, замена с 4.0 (лицензионный договор на использование программ для ЭВМ № Ф-222/2018 от 5 марта 2018 г. с ООО «Фирма «Интеграл»»), которым реализована глава X «Метод расчета долгопериодных средних концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе» «Методов расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (2017) (далее – Методы).

Указанные Методы устанавливают методологию расчета средних концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, соответствующих длительному (сезон, год) времени осреднения, в частности среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (долгопериодные средние концентрации).

Для расчетов среднегодовых концентраций использовался метеофайл № 11953-1171-25 с метеорологическими и климатическими данными ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» для г. Чебоксары к ключу № 11953.

Расчеты среднегодовых концентраций загрязняющих веществ проведены без учета фона, так как отсутствуют официальные данные Росгидромета о среднегодовых фоновых уровнях загрязнения.

В проекте обоснования размера санитарно-защитной зоны использовались разовые фоновые концентрации на посту ПНЗ-2, ул. Николаева, 44 б, предоставленные Чувашский ЦГМС – филиал ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС» (справка № КЛМС-23/153 от 07.09.2017 г.): по взвешенным веществам –  $0,248 \text{ мг/м}^3$ , азот диоксиду –  $0,042 \text{ мг/м}^3$ , углерода оксиду –  $2,5 \text{ мг/м}^3$ , серы диоксиду –  $0,001 \text{ мг/м}^3$ , свинцу –  $0,05 \cdot 10^{-3} \text{ мг/м}^3$ .

Преобладающее направление ветров юго-западное (23 %).

Проведенные расчеты рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе показали, что уровни создаваемого загрязнения за пределами промышленной площадки превышают 0,1 ПДК, таким образом, ООО «НПО “Экология”» является источником воздействия на среду обитания и здоровье человека.

Расчеты проведены для 17 приоритетных загрязняющих веществ, отобранных на этапе идентификации опасности: диВанадий пентоксида, кобальта, марганца и его соединения, никеля и его соединений, никеля сульфата, свинца и его соединений, азот (IV) оксида (азота диоксида), азот (II) оксида, гидрохлорида (водорода хлористого, соляной кислоты), мышьяка, углерода (сажи), серы (IV) диоксида, углерода оксида, бенз(а)пирена, гидроксibenзола (фенола), формальдегида, взвешенных веществ, диоксинов (в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлорбензо-1,4-диоксин), канцерогенным эффектом обладают 9 веществ. Из них, исходя из канцерогенных свойств, бенз(а)пирен, диоксины (2,3,7,8-тетрахлорбензо-1,4-диоксин), мышьяк, сажа (углерод черный) и формальдегид по классификации МАИР относятся к группе 1, а диВанадий пентоксид, кобальт, никель и свинец – относятся к группе 2В. В то же время для пятиоксида ванадия на сегодняшний день не определена количественная величина фактора канцерогенного потенциала, и соответственно расчеты канцерогенного риска для данного вещества не проводились.

Расчет канцерогенных рисков проведен от воздействия восьми канцерогенов, присутствующих в выбросах ООО «НПО “Экология”» (бенз(а)пирен, диоксины (2,3,7,8-тетрахлорбензо-1,4-диоксин), мышьяк, сажа (углерод черный) и формальдегид), поступающих в организм человека ингаляционным путем.

Индивидуальный канцерогенный риск для здоровья населения, рассчитывался в жилой застройке, расположенной в зоне влияния предприятия, в том числе отдельно для каждой территории (д. Пихтулино, д. Янашкасы), а также на границе расчетной СЗЗ.

Согласно полученным данным, максимальные значения индивидуального канцерогенного риска ( $CR_{\max}$ ) в рецепторных точках жилой застройки всей зоны влияния предприятия отмечаются от формальдегида и сажи и составляют соответственно  $3,42 \cdot 10^{-8}$  и  $2,11 \cdot 10^{-8}$ ; от воздействия остальных шести канцерогенных веществ – находятся в диапазоне от  $2,24 \cdot 10^{-10}$  (свинец) до  $3,83 \cdot 10^{-12}$  (бенз(а)пирен).

Так, значения максимального индивидуального канцерогенного риска от воздействия формальдегида составили в д. Пихтулино –  $3,42 \cdot 10^{-8}$ , в д. Янашкасы –  $1,79 \cdot 10^{-8}$ , от воздействия сажи – в д. Пихтулино –  $2,11 \cdot 10^{-8}$ , д. Янашкасы –  $1,1 \cdot 10^{-8}$ ,



на границе расчетной СЗЗ также будут отмечаться от воздействия формальдегида и сажи –  $4,85 \cdot 10^{-8}$  и  $4,48 \cdot 10^{-8}$  соответственно; для остальных веществ: бенз(а)пирена, кобальта, мышьяка, никеля, свинца, 2,3,7,8-тетрахлорбензо-1,4-диоксина – менее  $1 \cdot 10^{-8}$ .

Анализ популяционного канцерогенного риска в целом в жилой застройке в зоне влияния предприятия свидетельствует, что самый высокий уровень отмечен при воздействии формальдегида – 0,000023 и сажи – 0,000014 дополнительных случаев рака в течение всей жизни при максимальной экспозиции взрослого населения

Таким образом, расчетные значения популяционного канцерогенного риска в жилой зоне свидетельствуют о том, что выбрасываемые в атмосферный воздух канцерогены способны вызвать менее одного дополнительного случая рака среди всех жителей в течение всей их жизни.

Исходя из определяющих критериев приоритетности, в перечень приоритетных загрязняющих веществ для проведения расчетов неканцерогенного риска было включено 11 загрязнителей, в том числе: азот (IV) оксид (азота диоксид); азот (II) оксид (азота оксид); взвешенные вещества, гидроксibenзол (фенол), гидрохлорид (соляная кислота), диВанадий пентоксид (ванадия пятиокись), марганец, свинец, сера (IV) оксид (серы диоксид), углерода оксид и формальдегид.

В результате анализа данных по развитию неканцерогенных эффектов для хронического ингаляционного воздействия установлено, что названные приоритетные химические вещества, поступающие в атмосферный воздух с выбросами предприятия ООО «НПО “Экология”», оказывают воздействие на органы дыхания, кровь, центральную нервную систему, сердечно-сосудистую систему, процессы развития, почки, печень, смертность, иммунную систему, нервную систему, репродукцию, гормональную систему, глаза.

Таким образом, наибольшему влиянию подвержены органы дыхания, на которые оказывают воздействие 9 загрязнителей из 17 приоритетных химических веществ.

Расчеты неканцерогенного риска проведены от каждого из 11 загрязняющих веществ в каждой точке воздействия жилой застройки в зоне влияния предприятия (в целом в зоне влияния и по отдельным населенным пунктам: д. Пихтулино, д. Янашкасы), определены средние, максимальные, минимальные значения коэффициентов опасности на территории воздействия.

Анализ максимальных значений коэффициентов опасности ( $HQ$ ) в жилой застройке зоны влияния предприятия показал, что наиболее высокий уровень неканцерогенного риска отмечается от диВанадия пентоксида, который составил 0,56, в том числе в д. Пихтулино. На территории д. Янашкасы  $HQ$  соответствует значению 0,26. Максимальные уровни неканцерогенного риска от других 10 загрязняющих веществ на территории жилой зоны не превысят 0,01.

На границе расчетной СЗЗ наиболее высокое значение коэффициента опасности при воздействии максимальной концентрации определено также от диВанадия пентоксида:  $HQ_{\max} - 1,0$ . Для остальных приоритетных загрязнителей неканцерогенный риск на границе расчетной СЗЗ не превысил 0,1.

Таким образом, коэффициенты опасности по всем приоритетным веществам, в жилой застройке в зоне влияния предприятия ниже допустимого уровня «единицы»; на границе расчетной СЗЗ – не превысил «единицу».

Анализируемые вещества оказывают однонаправленное воздействие на различные органы и системы: органы дыхания (девять химических веществ); крове-

творную систему, центральную нервную систему (по четыре приоритетных вещества); влияют на процессы развития, сердечно-сосудистую систему, почки, вызывают преждевременную смертность (по два приоритетных вещества).

Проведены расчеты индексов опасности для органов дыхания, центральной нервной системы, кроветворной системы, сердечно-сосудистой системы, процессов развития, почек, смертности.

Наиболее высокие значения индексов опасности ( $HI_{\max}$ ) в рецепторных точках жилой застройки, расположенной в зоне влияния предприятия, отмечены при воздействии на органы дыхания – 0,57 (д. Пихтулино) и 0,27 (д. Янашкасы) Индексы опасности в жилой застройке при воздействии химических веществ на остальные органы и системы (центральную нервную, кроветворную, сердечно-сосудистую системы, почки, процессы развития, смертность) менее 0,1.

При условии проживания людей на границе СЗЗ уровни максимальных индексов опасности составили бы при воздействии: на органы дыхания – 1,0, центральную нервную систему, кровь, сердечно-сосудистую систему, почки, процессы развития, смертность – менее 0,1.

Таким образом, максимальные значения неканцерогенного риска при однонаправленном воздействии на органы и системы в жилой застройке, расположенной в зоне влияния предприятия, а также на границе расчетной СЗЗ не превышают допустимый уровень «единицу».

Таким образом, проведенная оценка канцерогенного и неканцерогенного рисков для здоровья населения д. Пихтулино, д. Янашкасы Чебоксарского района Чувашской Республики при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух выбросами стационарных и передвижных источников, расположенных на территории производственной площадки ООО «НПО “Экология”», показала, что предлагаемая расчетная санитарно-защитная зона является достаточной и равна: с севера, северо-востока, востока, юго-востока, юга, юго-запада, запада, северо-запада – 500 м, что соответствует размерам ориентировочной СЗЗ.

Результаты оценки риска здоровью населения следует учитывать при организации лабораторного контроля на границе расчетной СЗЗ и в жилой застройке за содержанием в атмосферном воздухе формальдегида, сажи, бенз(а)пирена, кобальта, мышьяка, никеля, свинца, 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-1,4-диоксида, диВанадия пентоксида.

Полученные результаты оценки риска здоровью населения могут быть использованы с целью обоснования приоритетности мероприятий в планах действия по охране окружающей среды и оценки эффективности их выполнения.

### Список литературы

1. Беляев Е.Н., Чибураев В.И., Фокин М.В. Оценка риска влияния факторов среды обитания как составная часть деятельности госсанэпидслужбы // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 711.
2. Воронин В.М. Канцерогенные вещества в окружающей среде (обзор) // Гигиена и санитария. – 1998. – № 1. – С. 51–57.
3. Пинигин М.А., Антипова Н.Д., Заброда Н.Н. Приемлемый риск здоровью как критерий установления размера санитарно-защитных зон // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – М., 2011. – Т. 10, часть 2. – С. 439–443.

4. Проблема оценки канцерогенного риска воздействия химических загрязнителей окружающей среды / С.М. Новиков [и др.] // Гигиена и санитария. – 1998. – № 1. – С. 29–34.

5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (новая редакция) / Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. – М.: Роспотребнадзор. – 2008.

## **Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного пероральным поступлением бора с питьевой водой, на примере планировочного района Луговое МО ГО «Город Южно-Сахалинск»**

**А.С. Бянкин, Б.Б. Дарижапов, Г.В. Вотин**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Сахалинской области»  
Роспотребнадзора,  
г. Южно-Сахалинск, Россия

В ходе проведенной работы, на основании мониторинговых данных регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга проведена количественная оценка негативного воздействия питьевой воды централизованного водоснабжения на здоровье населения планировочного района Луговое МО ГО «Город Южно-Сахалинск».

**Ключевые слова:** оценка, риск, питьевая вода, здоровье, население, химические факторы, бор.

Загрязнение питьевой воды систем централизованного водоснабжения химическими веществами может обуславливать неблагоприятные сдвиги в состоянии здоровья человека, которые в ряде случаев способствуют развитию заболеваний. Актуальность рассмотренной проблемы подтверждается систематически фиксируемыми превышениями ПДК бора в питьевой воде, подаваемой населению планировочного района Луговое МО ГО «Город Южно-Сахалинск».

**Цель исследования** – определение и ретроспективный анализ величины неканцерогенного риска для населения планировочного района Луговое МО ГО «Город Южно-Сахалинск» от воздействия бора, содержащегося в питьевой воде систем централизованного водоснабжения, на основании мониторинговых данных за период 2013–2018 гг.

**Материалы и методы.** Для проведения исследования были рассмотрены и обобщены данные регионального информационного фонда СГМ за 2013–2018 гг. В качестве методической основы использовались положения, изложенные в МР 2.1.4.0032-11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности».

**Результаты и их обсуждение.** По результатам проведенного анализа СГМ на территории МО ГО «Город Южно-Сахалинск» за период 2013–2018 гг. было установлено наличие превышающих концентраций по следующим веществам: железо общее, марганец, бор. Концентрации остальных мониторируемых показателей не превышали предельно допустимых, установленных гигиеническими нормативами (ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения»).

Для железа и марганца в качестве лимитирующего показателя вредности установлен «органолептический» – влияния на величину неканцерогенного риска в соответствии с МР 2.1.4.0032-11 данные вещества не оказывают [1–3].

Бор является веществом 2-го класса опасности, лимитирующим показателем вредности является санитарно-токсикологический, ввиду чего данное вещество при пероральном поступлении с водой обладает эмбриотропным, гонадотропным и тератогенным эффектом, способно оказывать неблагоприятное воздействие на желудочно-кишечный тракт, репродуктивную систему (семенники) и процессы развития организма, но при этом не обладает канцерогенным эффектом [4, 5].

Систематические превышения гигиенических нормативов по содержанию бора в питьевой воде отмечаются в мониторинговой точке, расположенной по адресу: пл. район Луговое, ул. Гайдука, 50. Полученная в 2018 г. среднегодовая концентрация бора превысила нормативное значение в 3,62 раза и составила 1,81 мг/л.

Результаты определений концентраций бора в питьевой воде в рамках проведения СГМ за 2013–2018 гг. выполнены ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Сахалинской области» (Номер аттестата аккредитации RA.RU.21НВ97. Дата внесения в реестр сведений об аккредитованном лице 27.04.2018) (таблица).

Результаты определений концентраций бора в питьевой воде в рамках проведения СГМ в мониторинговых точках: г. Южно-Сахалинск, пл. район Луговое, ул. 2-я Пионерская, 20 (2013–2015 гг.), ул. Гайдука, 50 (2016–2018 гг.)

2013 г.		2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.	
Концентрация, мг/л	Доля ПДК	Концентрация, мг/л	Доля ПДК	Концентрация, мг/л	Доля ПДК	Концентрация, мг/л	Доля ПДК	Концентрация, мг/л	Доля ПДК	Концентрация, мг/л	Доля ПДК
<i>Определяемые концентрации</i>											
0,69	1,38	0,75	1,25	1,11	2,22	0,35	0,7	1,8	3,6	1,4	2,8
0,86	1,72	0,95	1,9	0,68	1,36	0,9	1,8	1,7	3,4	1,9	3,8
0,97	1,94	0,66	1,32	0,1	0,2	1,14	2,28	0,93	1,86	2,3	4,6
0,64	1,28	0,6	1,2	0,62	1,24	1,17	2,34	0,85	1,7	0,05	0,1
1,3	2,6	0,76	1,52	0,1	0,2	1,4	2,8	1,3	2,6	1,68	3,36
0,65	1,3	0,44	0,88	1,2	2,4	1,1	2,2	0,07	0,14	1,5	3,0
0,61	1,22	0,57	1,14	–	–	1,21	2,42	2,8	5,6	1,19	2,38
0,05	0,1	0,45	0,9	–	–	0,15	0,3	0,05	0,1	2,16	4,32
0,05	0,1	1,02	2,04	–	–	–	–	0,05	0,1	2,14	4,28
0,05	0,1	0,79	1,58	–	–	–	–	2,6	5,2	2	4,0
–	–	0,87	1,74	–	–	–	–	1,55	3,1	2,23	4,46
–	–	0,05	0,1	–	–	–	–	–	–	3,3	6,6
–	–	0,07	0,14	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Среднегодовая концентрация</i>											
0,587	1,16	0,614	1,23	0,635	1,27	0,928	1,96	1,25	2,5	1,81	3,62

Исследования проводились в мониторинговых точках, расположенных по адресу: ул. 2-я Пионерская, 20 (2013–2015 гг.), ул. Гайдука, 50 (2016–2018 гг.), характеризующих качество питьевой воды в распределительной сети жилой зоны восточной части планировочного района Луговое, г. Южно-Сахалинск, водоснабжение которой осуществляется из подземного водозабора «Луговое-Центральный», расположенного на одноименном участке недр.

Замена мониторинговой точки, произведенная в 2015 г., обусловлена ликвидацией водоразборной колонки, из которой выполнялся отбор проб воды для исследования. Замена выполнена с учетом имеющейся структуры водораспределительной сети на рассматриваемой территории относительно источника водоснабжения и отражает преемственность качественных характеристик подаваемой питьевой воды.

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о стабильном увеличении среднегодовых концентраций бора в питьевой воде, подаваемой водозабором «Луговое – Центральный» в течение 2014–2018 гг.

Удельный вес неудовлетворительных проб по содержанию бора в питьевой воде, исследованной в мониторинговых точках, увеличился с 70,0 % в 2013 г. до 91,7 % в 2018 г.

В целом за рассматриваемый период среднегодовая концентрация бора в пробах, отобранных из мониторинговых точек, характеризующих качество питьевой воды водозабора «Луговое – Центральный» возросла на 208,35 % (рис. 1).

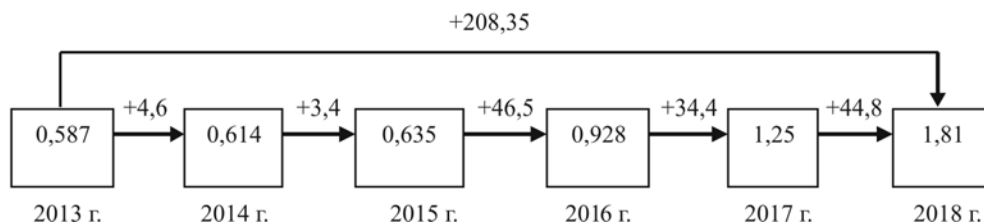


Рис. 1. Динамика (%) среднегодовых концентраций бора (мг/л) в питьевой воде подаваемой водозабором «Луговое-Центральный» в 2014–2018 гг.

Согласно имеющимся мониторинговым данным, рассчитанные в соответствии с МР 2.1.4.0032-11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности» величины неканцерогенного риска, обусловленного поступлением бора с питьевой водой, составляют: 2013 г. – 0,0203, 2014 г. – 0,0212, 2015 г. – 0,022, 2016 г. – 0,032, 2017 г. – 0,043, 2018 г. – 0,0612 (рис. 2).

Полученные в ходе выполнения исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга результаты свидетельствуют о превышении допустимой величины риска возникновения хронической интоксикации (0,02) на протяжении всего исследуемого периода.

За рассматриваемый период (2013–2018 гг.) отмечается стабильное увеличение показателя риска развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов, обусловленных поступлением бора с питьевой водой, при этом превышение до-

пустимой величины неканцерогенного риска (0,05) отмечается в 2018 г., что создает угрозу развития неблагоприятных эффектов со стороны органов-мишеней: желудочно-кишечного тракта, репродуктивной системы, возможно неблагоприятное влияние на процессы развития организма (эмбриотоксичность). При этом имеющаяся динамика свидетельствует, что высокие концентрации бора в питьевой воде, отбираемой в мониторинговой точке, находящейся по адресу: пл. район Луговое, ул. Гайдука, 50, и характеризующей качество воды, подаваемой населению водозабором «Луговое – Центральный», носит многолетний систематический характер с тенденцией к росту концентраций рассматриваемого вещества в воде от года к году.

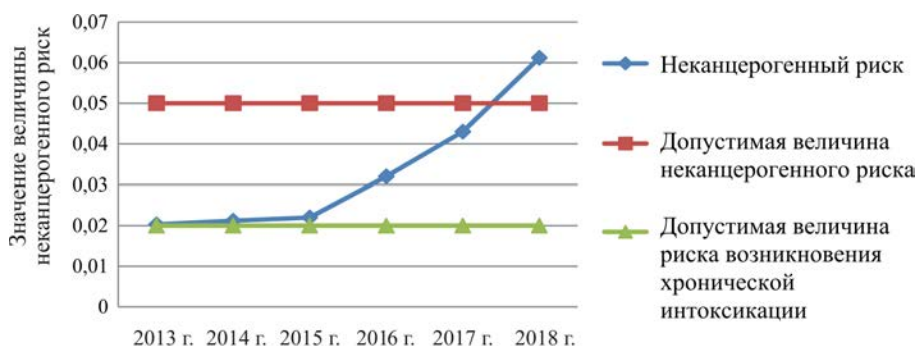


Рис. 2. Динамика величин неканцерогенного риска, обусловленного поступлением бора с питьевой водой, подаваемой водозабором «Луговое – Центральный» в 2014–2018 гг.

**Выводы.** В 2018 г. среднегодовая концентрация бора в питьевой воде, отбираемой из распределительной сети жилой зоны в мониторинговой точке, расположенной по адресу: планировочный район Луговое, ул. Гайдука, 50, превысила установленный ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» норматив, равный 0,5 мг/л, в 3,62 раза и составила 1,81 мг/л. Это качественно подтверждает сформулированный на 2018 г. прогноз по росту концентрации бора в данной мониторинговой точке, при этом превосходит его количественно.

Мониторинговые точки, по которым отмечается систематическое превышение, характеризуют качество питьевой воды, подаваемой населению водозабором «Луговое – Центральный».

В период с 2013 по 2018 г. доля проб воды питьевой, подаваемой водозабором «Луговое – Центральный», не отвечающих нормативным требованиям по содержанию бора, варьировалась от 66,7 % (2015) до 91,7 % (2018). При этом отмечается стабильный рост концентрации бора от года к году. В целом за рассматриваемый период среднегодовая концентрация бора в пробах, отобранных из мониторинговых точек, характеризующих качество питьевой воды водозабора «Луговое – Центральный», возросла на 28,35 %.

Среднегодовые концентрации бора за период 2013–2018 гг. изменялись от 0,587 мг/л (2013) до 1,81 мг/л (2018).

Полученные в ходе выполнения исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга результаты свидетельствуют о превышении допустимой величины риска возникновения хронической интоксикации (0,02) на протяжении всего исследуемого периода, превышении допустимой величины неканцерогенного риска (0,05) в 2018 г. Это создает угрозу развития неблагоприятных эффектов со стороны вышеперечисленных органов-мишеней и процессов и обуславливает необходимость включения в систему водоподготовительных мероприятий функциональных элементов, обеспечивающих ее очистку от бора с учетом перспективной величины водопотребления, основанных на применении методов осаждения и соосаждения борат-анионов в виде труднорастворимых соединений (гидроксиды металлов); сорбции неорганическими сорбентами; сорбции ионитами, в том числе селективными по бору; использовании мембранной технологии (обратный осмос, электродиализ).

**Выводы.** На основании мониторинговых данных регионального информационного фонда СГМ проведена оценка негативного воздействия питьевой воды централизованного водоснабжения на здоровье населения планировочного района Луговое МО ГО «Город Южно – Сахалинск». Полученные результаты при необходимости могут быть использованы для корректировки мероприятий городских целевых программ по выявленной проблематике, обеспечивать информационную поддержку принятия управленческих решений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического населения и их эффективность.

### Список литературы

1. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 09.02.2019).
2. Данные РИФ СГМ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Сахалинской области».
3. МР 2.1.4.0032-11. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 09.02.2019).
4. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития. – М.–Пермь, 2014.
5. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева. – М., 2002.

## **Оценка риска здоровью населения от воздействия вредных примесей, содержащихся в атмосферном воздухе города Южно-Сахалинска, на основании базы данных РИФ СГМ за 2014–2018 гг.**

**А.С. Бянкин, Б.Б. Дарижапов, Г.В. Вотин**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Сахалинской области»  
Роспотребнадзора,  
г. Южно-Сахалинск, Россия

В ходе проведенной работы на основании мониторинговых данных ФГБУ «Сахалинское УГМС», предоставляемых для формирования регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2014–2018 гг., проведена оценка негативного воздействия атмосферного воздуха на здоровье населения г. Южно-Сахалинска.

**Ключевые слова:** канцерогенный риск, неканцерогенный риск, атмосферный воздух, здоровье, население, химические факторы.

Загрязнение воздушного бассейна населенных мест химическими веществами может обуславливать неблагоприятные сдвиги в состоянии здоровья человека, которые в ряде случаев способствуют развитию заболеваний.

Основным критерием, на основе которого разрабатываются мероприятия по защите здоровья населения от воздействия неблагоприятных факторов среды обитания, является величина риска для здоровья людей, проживающих в зоне действия этих факторов. Критерием же отсутствия риска является достижение так называемого уровня «приемлемого риска», значение которого зависит от типа этого риска, количества и длительности воздействия неблагоприятного фактора.

Актуальность рассмотренной проблемы подтверждена данными систематических лабораторных исследований, согласно которым г. Южно-Сахалинск более 20 лет относится к числу городов России с наибольшими уровнями загрязнения воздуха. В ходе проведения объективного контроля в атмосферном воздухе регистрируются превышающие гигиенические нормативы концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, формальдегида, бенз(а)пирена [1, 2, 5, 6].

**Цель исследования** – определение и ретроспективный анализ количественных величин канцерогенного и неканцерогенного риска для населения г. Южно-Сахалинска на основании мониторинговых данных за период 2014–2018 гг.

**Материалы и методы.** Для проведения исследования были рассмотрены и обобщены данные регионального информационного фонда СГМ за 2014–2018 гг. о качестве атмосферного воздуха, предоставляемые ФГБУ «Сахалинское УГМС» и полученные на стационарных постах наблюдений.

В качестве методической основы использовалась методология оценки риска в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».



утвержденным главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 5 марта 2004 г. [3, 4, 7].

Исследование выполнено в соответствии с четырьмя основными этапами:

- ◆ идентификация опасности, которая предусматривает выявление всех потенциально опасных факторов, оценку весомости доказательств их способности вызывать определенные вредные эффекты у человека при предполагаемых условиях воздействия;

- ◆ оценка зависимости «доза – ответ» – количественная характеристика связей между концентрацией, экспозицией или дозой изучаемых веществ на человека, находящегося под воздействием;

- ◆ оценка экспозиции – оценка величины, продолжительности и частоты воздействия изучаемых веществ на человека (популяции), находящегося под воздействием;

- ◆ характеристика риска – оценка степени риска здоровью, соответствующего экспозиции, и представление информации о неопределенностях и допущениях, связанных с процедурой оценки риска.

**Результаты и их обсуждение.** Южно-Сахалинск – административно-территориальный, промышленный, культурный центр, железнодорожный узел, аэропорт. Расположен в южной части острова Сахалин. Климат морской, муссонный, зона повышенного потенциала загрязнения атмосферы.

В качестве основных источников загрязнения атмосферного воздуха выделены: предприятия энергетической и рыбной промышленности, жилищно-коммунального хозяйства автотранспорт. Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составляет около 80 %, при этом необходимо отметить, что из общего количества автомобилей, зарегистрированных в области в 2017 г., на г. Южно-Сахалинск приходится 42,7 %, или 88,9 тысячи единиц.

В течение анализируемого периода наблюдения проводились на четырех стационарных станциях государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды. Действующие станции подразделяются на «Промышленные» – вблизи предприятий и «Авто» – вблизи автомагистралей.

Пост № 1 размещен в центральной части г. Южно-Сахалинска в районе пересечения автодороги пр. Победы и ул. Железнодорожной в непосредственной близости от территории жилой зоны, коммерческо-производственной зоны и инженерно-транспортной зоны.

Пост № 4 размещен на некотором удалении к северу от центральной части г. Южно-Сахалинска в непосредственной близости от автодороги по пр. Мира в зоне влияния выбросов ТЭЦ-1 и ряда предприятий различных отраслей производства и обслуживания на территории коммерческо-производственной зоны, неподалеку от территории производственного назначения.

Пост № 10 размещен на некотором удалении к югу от центральной части г. Южно-Сахалинска, в районе пересечения автомобильных дорог по ул. Пуркаева и пр. Мира в непосредственной близости от территории жилой зоны, коммерческо-производственной зоны, общественно-деловой зоны и элементов инженерно-транспортной зоны.

Пост № 11 размещен в пл. р-не Ново-Александровск г. Южно-Сахалинска, в районе перекрестка ул. Советской и ул. Горького, на территории жилой зоны, вблизи коммерческо-производственной территории.

Результаты расчета величин канцерогенного риска представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Индивидуальные канцерогенные риски (ICR)

Номер поста наблюдения	Наименование вещества	Номер CAS	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	Сажа	–	5,12E-04	4,25E-04	4,2E-04	1,5E-04	1,14E-04
1	Формальдегид	50-00-0	1,3E-04	1,14E-04	2,3E-04	2,14E-04	5,2E-04
1	Бенз(а)пирен	50-32-8	3,74E-06	2,35E-06	2,03E-06	2,14E-06	2,35E-06
4	Сажа	–	6,1E-04	4,1E-04	4,76E-04	1,53E-04	1,15E-04
4	Бенз/а/пирен	50-32-8	3,53E-06	2,03E-06	2,9E-06	2,56E-06	2,24E-06
11	Сажа	–	3,3E-04	2,3E-04	2,76E-04	1,74E-04	1,2E-04

Таблица 2

Суммарные канцерогенные риски (ZCR)

Номер поста наблюдения	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	6,5E-04	5,4E-04	6,53E-04	3,66E-04	6,62E-04
4	6,2E-04	4,1E-04	4,79E-04	1,56E-04	1,17E-04
11	3,3E-04	2,3E-04	2,76E-04	1,74E-04	1,2E-04

Согласно полученным результатам расчета величин канцерогенного риска на протяжении всего рассматриваемого периода по каждому из мониторинговых постов, суммарное значение показателя соответствует третьему диапазону риска, что является недопустимой для территории населенных мест величиной, при этом в 2018 г. достигнуто максимальное за пять лет значение показателя (пост № 1).

Наибольший вклад в формирование величины суммарного канцерогенного риска по состоянию на конец рассматриваемого периода (2018 г.) обеспечивает:

- по посту № 1: формальдегид (78,5 %), сажа (17,2 %), бенз(а)пирен (4,3 %);
- по посту № 4: сажа (88,2 %), бенз(а)пирен (11,8 %);

– по посту № 11: из веществ, обладающих канцерогенным действием, мониторинг осуществляется только за концентрациями сажи в атмосферном воздухе.

Имеющаяся динамика свидетельствует о значительном изменении уровней риска, формируемых мониторируемыми канцерогенными веществами в 2017–2018 гг. Так, на протяжении 2014–2016 гг. наибольший вклад в формирование величины суммарного канцерогенного риска обеспечивало ингаляционное воздействие сажи. При этом значение канцерогенного риска, обусловленное воздействием данного загрязнителя, планомерно снижалось от года к году на протяжении всего рассматриваемого периода и достигло своего минимума в 2018 г. Вместе с тем важным обстоятельством является выраженный рост величины канцерогенного риска, связанного с воздействием формальдегида, увеличение которого отмечается в период 2016–2018 гг. с пиковым значением в 2018 г.

Результаты расчета величин канцерогенного риска представлены в табл. 3 и 4.

Согласно полученным результатам расчетов величин коэффициентов опасности, наибольшие величины, превышающие 1,0, в 2018 г. по данному показателю формируются по формальдегиду, взвешенным веществам, диоксиду азота, бенз(а)пирену. При этом имеющаяся динамика свидетельствует о снижении величины коэффициента опасности большинства мониторируемых показателей, в том

числе сажи, которая на протяжении 2014–2016 гг. занимала ведущие ранговые места в формировании величины неканцерогенного риска.

Таблица 3

Расчетные значения коэффициента опасности (*HQ*) развития индивидуальных неканцерогенных эффектов от веществ, содержащихся в атмосферном воздухе г. Южно-Сахалинска

Номер поста наблюдения	Наименование вещества	Номер CAS	<i>HQ</i>					Критические органы/системы
			2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Взвешенные вещества	–	4,0	3,25	2,98	2,83	3,53	Органы дыхания, смертность
1	Серы диоксид	7446-09-5	0,55	0,45	0,45	0,25	0,25	Органы дыхания, смертность
1	Углерода оксид	630-08-0	0,43	0,47	0,5	0,33	0,23	Кровь, ССС, развитие, ЦНС
1	Азота диоксид	10102-43-9	2,7	3,2	2,83	2,5	1,4	Органы дыхания, кровь (образование MetHb)
1	Сажа	–	2,4	2,0	1,96	0,7	0,54	Органы дыхания, системн., зубы
1	Формальдегид	50-00-0	3,3	3,0	6,0	5,67	13,67	Органы дыхания, глаза, иммунная система (сенсibiliз.)
1	Бенз(а)пирен	50-32-8	3,5	2,2	1,9	2,0	2,2	Иммунная система, развитие
4	Взвешенные вещества	–	5,45	4,4	4,1	6,0	5,63	Органы дыхания, смертность
4	Серы диоксид	7446-09-5	0,9	0,7	0,5	0,45	0,35	Органы дыхания, смертность
4	Углерода оксид	630-08-0	0,53	0,53	0,6	0,37	0,27	Кровь, ССС, развитие, ЦНС
4	Азота диоксид	10102-44-0	3,6	4,4	3,53	2,88	2,53	Органы дыхания, кровь (образование MetHb)
4	Азотаоксид	10102-43-9	1,17	1,43	0,93	0,92	0,67	Органы дыхания, кровь (образование MetHb)
4	Сероводород	7783-06-4	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	Органы дыхания, ЦНС, глаза
4	Сажа	–	2,86	1,94	2,24	0,72	0,54	Органы дыхания, системн., зубы
4	Бенз(а)пирен	50-32-8	3,3	1,9	2,7	2,4	2,1	Иммунная система, развитие
10	Взвешенные вещества	–	5,1	3,5	3,65	4,5	4,2	Органы дыхания, смертность
10	Серы диоксид	7446-09-5	0,6	0,35	0,3	0,25	0,2	Органы дыхания, смертность
10	Углерода оксид	630-08-0	0,43	0,43	0,47	0,27	0,2	Кровь, ССС, развитие, ЦНС
10	Азота диоксид	10102-44-0	2,5	2,83	2,88	2,55	2,03	Органы дыхания, кровь (образование MetHb)
10	Сероводород	7783-06-4	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	Органы дыхания, ЦНС, глаза

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	Взвешенные вещества	–	8,0	4,8	3,68	3,4	3,53	Органы дыхания, смертность
11	Серы диоксид	7446-09-5	0,4	0,25	0,2	0,2	0,2	Органы дыхания, смертность
11	Углерода оксид	630-08-0	0,37	0,43	0,43	0,23	0,17	Кровь, ССС, развитие, ЦНС
11	Азота диоксид	10102-44-0	2,6	3,2	2,33	2,0	1,98	Органы дыхания, кровь (образование MetHb)
11	Сероводород	7783-06-4	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	Органы дыхания, ЦНС, глаза
11	Сажа	–	1,5	1,08	1,3	0,82	0,56	Органы дыхания, системн., зубы

Таблица 4

Расчетные индексы опасности (HI) по суммарному неканцерогенному риску веществ, содержащихся в атмосферном воздухе г. Южно-Сахалинска

Номер поста наблюдения	Критические органы/системы	HI				
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	2	3	4	5	6	7
1	Органы дыхания	12,95	8,7	14,22	11,95	19,39
4		14,98	13,37	11,8	11,47	10,22
10		9,2	7,18	7,33	7,8	6,93
11		13,5	9,8	8,01	6,92	6,77
1	Центральная нервная система	0,43	0,47	0,5	0,33	0,23
4		1,53	1,0	1,1	0,87	0,77
10		1,43	0,93	0,97	0,77	0,7
11		1,37	0,93	0,93	0,73	0,67
1	Сердечно-сосудистая система	0,43	0,47	0,5	0,33	0,23
4		0,53	0,53	0,6	0,37	0,27
10		0,43	0,43	0,47	0,27	0,2
11		0,37	0,43	0,43	0,23	0,17
1	Кровь и кроветворная система	3,13	3,67	3,33	2,83	1,63
4		5,3	6,36	5,06	4,17	3,47
10		2,93	3,26	3,35	2,82	2,23
11		2,97	3,63	2,76	2,23	2,15
1	Иммунная система	6,8	5,2	7,9	7,67	15,87
4		3,3	1,9	2,7	2,4	2,1
10		–	–	–	–	–
11		–	–	–	–	–
1	Глаза	–	–	–	–	–
4		1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
10		1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
11		1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
1	Зубы	2,4	2,0	1,96	0,7	0,54
4		2,86	1,94	2,24	0,72	0,54
10		–	–	–	–	–
11		1,5	1,08	1,3	0,82	0,56

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
1	Общесистемное действие	2,4	2,0	1,96	0,7	0,54
4		2,86	1,94	2,24	0,72	0,54
10		–	–	–	–	–
11		1,5	1,08	1,3	0,82	0,56
1	Влияние на процессы развития организма	3,93	2,67	2,4	2,33	2,43
4		3,83	2,43	3,3	2,77	2,37
10		0,43	0,43	0,47	0,27	0,2
11		0,37	0,43	0,43	0,23	0,17
1	Преждевременная смертность	4,55	3,7	3,43	3,08	3,78
4		6,35	5,1	4,6	6,45	5,98
10		5,7	3,65	3,95	4,75	4,4
11		8,4	5,1	3,88	3,6	3,73

Также снизилось неблагоприятное влияние окислов азота, являющихся одними из наиболее критичных загрязнителей, при этом формируемые ими величины неканцерогенного риска по-прежнему остаются неприемлемыми.

Особо следует отметить, что основным загрязнителем, определяющим значение коэффициента опасности, с 2016 г. является формальдегид ввиду значительного роста среднегодовых концентраций данного токсиканта в атмосферном воздухе.

По-прежнему неудовлетворительной остается динамика негативного влияния взвешенных веществ и бенз(а)пирена, по данным показателям отмечается нестабильная динамика в 2015–2017 гг. с последующим ростом величин коэффициента опасности на конец рассматриваемого периода.

Следует отметить, что номенклатура исследований по разным постам наблюдений неодинакова, и сравнение полученных величин риска для них между собой не является показательным.

Согласно полученным величинам индексов неканцерогенной опасности в 2018 г., превышение допустимой величины показателя, равной 1,0, отмечается в отношении следующих органов и систем: органы дыхания, кровь и кровяная система, иммунная система, влияние на процессы развития организма, смертность.

В г. Южно-Сахалинске реализуется «План основных мероприятий по улучшению качества атмосферного воздуха в городском округе “Город Южно-Сахалинск” на 2013–2020 гг.», утвержденный распоряжением правительства Сахалинской области № 636-р от 03.09.2013, в соответствии с которым осуществляются следующие мероприятия:

1. Мониторинг качества атмосферного воздуха на территориях населенных пунктов.

2. Контроль выполнения мероприятий, направленных на снижение загрязнения атмосферного воздуха приоритетными загрязнителями.

3. Ограничение вредного воздействия промышленных предприятий на качество атмосферного воздуха путем установления зон ограничения застройки в градостроительной документации населенных пунктов.

4. Усиление государственного контроля над организацией санитарно-защитных зон промышленных предприятий и иных объектов.

5. Организация комплекса мероприятий, направленных на снижение загрязнения воздуха населенных мест выбросами от автотранспорта.

6. Работа с предприятиями различных форм собственности в целях организации ведомственного производственного экологического контроля выбросов загрязняющих веществ.

7. Газификация городских и сельских населенных мест, перевод на газовое топливо предприятий теплоснабжения с целью снижения количества выбросов вредных веществ в атмосферный воздух.

8. Озеленение и благоустройство населенных пунктов, повышение качества текущего содержания улично-дорожной сети.

Полученные результаты ретроспективного анализа состояния загрязнения атмосферного воздуха в г. Южно-Сахалинске, по данным мониторинга ФГБУ «Сахалинское УГМС» свидетельствуют об улучшении качества атмосферного воздуха на данной территории (снижение концентраций сажи, окислов азота, оксида углерода, диоксида серы, сероводорода) и эффективности реализуемых мероприятий указанной выше программы в период 2014–2018 гг.

Вместе с тем по ряду приоритетных загрязнителей атмосферного отмечается рост концентраций или неустойчивая и склонная к росту динамика на протяжении рассматриваемого временного отрезка (формальдегид, взвешенные вещества, бенз(а)пирен).

Исследование показало, что население г. Южно-Сахалинска продолжает проживать в условиях величин неприемлемого канцерогенного и неканцерогенного риска от воздействия загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе и мониторируемых на постах ФГБУ «Сахалинское УГМС».

Наибольший вклад в величины суммарного канцерогенного риска вносит формальдегид, в меньшей степени сажа и бенз(а)пирен.

Наибольший вклад в величины суммарного неканцерогенного риска вносят: формальдегид, взвешенные вещества, окислы азота, бенз(а)пирен.

Наибольшая нагрузка приходится на органы дыхания, кровь и кроветворную систему, иммунную систему, вероятно получение большого числа неблагоприятных эффектов в виде роста общей заболеваемости и смертности экспонируемой популяции.

**Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего проведения и расширения мероприятий по улучшению имеющейся эколого-гигиенической обстановки в г. Южно-Сахалинске, в том числе по оптимизации функционирования дорожно-транспортной сети (выявление проблемных участков на дорогах и исключение условий, способствующих формированию «пробок»), усиление лабораторного производственного контроля за объектами, являющимися источниками неблагоприятного воздействия на среду обитания и здоровье человека, обеспечение дополнительного контроля за соблюдением регламентированного технологического процесса на данных предприятиях, модернизация устаревшего оборудования, обеспечение организованных источников выбросов в атмосферный воздух пылегазоочистным оборудованием, рациональное планирование и градостроительное зонирование территории г. Южно-Сахалинска на всех этапах разработки градостроительной документации.

Также, учитывая сложившуюся картину, необходимо включение в номенклатуру мониторируемых показателей (по полной (II) программе наблюдений) всех постов мониторинга формальдегида и бенз(а)пирена, являющихся приоритетными загрязнителями для г. Южно-Сахалинска и включенными в перечень веществ, необходимых для контроля на национальном уровне.

Учитывая высокую «запыленность» и гигиеническую значимость пылевых фракций  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$ , необходимо проводить мониторинг за содержанием взвешенных веществ в атмосферном воздухе с определением указанных фракций.

### Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации и об охране окружающей среды в Сахалинской области в 2017 году / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Сахалинской области. – Южно-Сахалинск, 2018.
2. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева. – М., 2002.
3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004.
4. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнений атмосферы. – М.: Госкомгидромет, Минздрав РФ, 1991.
5. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.03.2019).
6. СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.03.2019).
7. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России: ежегодник. – М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

## **Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, определяемых в атмосферном воздухе города Челябинска за 2015–2017 гг.**

**Н.Н. Валеуллина<sup>1</sup>, В.М. Ефремов<sup>2</sup>, А.Л. Бекетов<sup>1</sup>,  
Н.А. Брылина<sup>1</sup>, Е.В. Никифорова<sup>1</sup>, Г.Ш. Гречко<sup>1</sup>,  
Т.С. Колотова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области»  
Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> Управление Роспотребнадзора по Челябинской области,  
г. Челябинск, Россия

Основной целью работы является оценка канцерогенного и неканцерогенного рисков для здоровья населения от воздействия химических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Челябинска. Для достижения основной цели проведен анализ информации о загрязнении атмосферного воздуха и заболеваемости населения города за 2015–2017 гг., расчеты канцерогенного и неканцерогенного рисков. Проведенная оценка риска воздействия

атмосферного воздуха позволила определить ведущие химические факторы риска, выделить наиболее уязвимые органы и системы человека.

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, оценка риска, канцерогенный риск, неканцерогенный риск.

На протяжении многих лет одной из актуальных экологических проблем г. Челябинска является загрязнение атмосферного воздуха. Загрязнение воздушного бассейна формируется в основном за счет предприятий металлургического производства, обеспечения электрической энергией и транспорта.

За 2015–2017 гг. количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух значительно не изменилось [3] (табл. 1).

Таблица 1

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Челябинска за 2015–2017 гг., тыс. тонн

Вид источника	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Стационарные источники	144,3	148,2	144,2
Передвижные источники	113,2	88,5	110,6
Всего	257,5	236,7	254,8

В структуре общегородских выбросов доля выбросов от стационарных источников составляет 56,6 %, передвижных – 43,4 % (рисунок).



Рис. Структура вклада в городские выбросы основных источников загрязнения атмосферного воздуха г. Челябинска, %

По данным Министерства экологии Челябинской области за последние три года уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Челябинска по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) оценивается как «высокий» (в 2015 г. – 9,0, в 2016 г. – 7,0, в 2017 г. – 9,0) [3]. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха города, вносят выбросы по следующим веществам: бенз(а)пирен, фторид водорода, формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества.

Наблюдение за качеством атмосферного воздуха г. Челябинска проводится Челябинским ЦГМС – филиал ФГБУ «Уральское УГМС», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области», Министерством экологии Челябинской



области, промышленными предприятиями и другими ведомствами на стационарных и маршрутных постах.

Для оценки риска использованы среднегодовые концентрации 24 химических веществ с учетом рекомендаций Европейского бюро ВОЗ и рекомендаций ФС Роспотребнадзора (письмо № 01/870-16-32 от 28.01.2016 г.), полученные на 8 стационарных постах Челябинского ЦГМС – филиал ФГБУ «Уральское УГМС» и одном стационарном посту ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» за 2015–2017 гг.: взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, фенол, аммиак, формальдегид, фторид водорода, бензол, ксилол, толуол, этилбензол, железо, кадмий, магний, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк, бенз(а)пирен, фенол, в том числе по 8 веществам-канцерогенам (формальдегид, бензол, этилбензол, кадмий, никель, свинец, хром, бенз(а)пирен).

Оценка риска проведена для ингаляционного пути поступления перечисленных химических веществ. Канцерогенный риск рассчитан с помощью единичного риска, с использованием величины фактора канцерогенного потенциала, стандартных значений массы тела человека, суточного потребления атмосферного воздуха [2]. Оценка неканцерогенного риска проведена на основе расчета коэффициентов опасности каждого химического вещества и индексов опасности однонаправленного действия химических веществ.

Уровни канцерогенных индивидуальных рисков от суммы канцерогенов по городу Челябинску в 2015–2017 гг. находятся в 3-м диапазоне ( $1 \cdot 10^{-3}$  –  $1 \cdot 10^{-4}$ ), недопустимом для населения в целом. Несмотря на то что индивидуальный канцерогенный риск от суммы канцерогенов в 2017 г. (0,00046) по сравнению с 2015 г. (0,0006) уменьшился на 23,3 % (в 1,3 раза), по сравнению с 2016 г. (0,000443) – существенно не изменился (менее 1,1 раза), он не достиг допустимого уровня и по-прежнему находится в 3-м диапазоне, неприемлемом для населения в целом. Ведущими компонентами в формировании канцерогенного риска при ингаляционном пути поступления в 2017 г. являются бензол, формальдегид, хром (табл. 2). В целом для населения под воздействием в районах размещения девяти постов с численностью 646 720 человек суммарный канцерогенный популяционный пожизненный риск составляет 297,4 дополнительных случая рака за 70 лет жизни или 4,25 дополнительных случаев в год.

Т а б л и ц а 2

Канцерогенный индивидуальный пожизненный риск (*ICR*)

Наименование вещества	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Кадмий	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Никель	5,40E-06	3,00E-06	1,80E-06
Свинец	3,73E-07	5,07E-07	4,00E-07
Хром	4,50E-04	1,20E-04	7,50E-05
Бензол	0,00E+00	1,93E-04	2,47E-04
Этилбензол	0,00E+00	1,10E-05	1,98E-05
Бенз(а)пирен	2,77E-06	2,32E-06	2,65E-06
Формальдегид	1,41E-04	1,13E-04	1,13E-04
Итого <i>ICR</i>	6,00E-04	4,43E-04	4,60E-04

В 2017 г. наиболее высокие уровни неканцерогенного риска, оцененного по коэффициентам опасности, отмечаются от воздействия меди ( $HQ = 5,625$ ); затем в порядке убывания: формальдегида ( $HQ = 2,875$ ), бенз(а)пирена ( $HQ = 2,37$ ), марганца ( $HQ = 1,95$ ), взвешенных веществ ( $HQ = 1,46$ ). В 2017 г., по отношению к 2015 и 2016 г., отмечается тенденция к снижению значений коэффициентов опасности воздействия химических веществ. Коэффициенты опасности марганца, меди, бенз(а)пирена, формальдегида, взвешенных веществ превышают единицу во всем исследованном периоде.

Уровни неканцерогенного риска, рассчитанного по индексам опасности, в целом по городу Челябинску проанализированы с учетом однонаправленного действия на 14 органов и систем человека (органы дыхания, центральная нервная система, кровь, развитие, сердечно-сосудистая система, иммунная система, гормональная система, репродуктивная система, костная система, глаза, печень, почки, системные нарушения, красный костный мозг).

В 2017 г. приоритетными органами и системами, поражаемыми загрязнителями однонаправленного действия, являются 8 групп: органы дыхания ( $HI = 14,91$ ), иммунная система ( $HI = 6,32$ ), развитие ( $3,78$ ), центральная нервная система ( $HI = 3,65$ ), кровь ( $HI = 3,10$ ), глаза ( $2,88$ ), сердечно-сосудистая система ( $HI = 1,57$ ) и репродуктивная система ( $HI = 1,13$ ). Такие уровни коэффициентов и индексов опасности соответствуют недопустимому риску для человека и говорят о высокой вероятности возникновения вредных эффектов у человека (табл. 3).

Таблица 3

Индексы опасности для критических органов и систем

Органы-мишени	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Органы дыхания	16,31	18,00	14,91
Центральная нервная система (ЦНС) и НС	1,94	3,37	3,65
Кровь	2,47	3,02	3,10
Развитие	2,89	3,31	3,78
Сердечно-сосудистая система (ССС)	0,64	1,33	1,58
Гормональная система	0,06	0,09	0,08
Почки	0,35	0,30	0,37
Системные нарушения	0,00	0,00	0,00
Костная система	0,18	0,36	0,36
Печень	0,29	0,22	0,31
Глаза	3,58	2,88	2,88
Иммунная система	6,07	5,79	6,32
Репродуктивная система	0,04	0,91	1,13
Красный костный мозг	0,00	0,00	1,00

При сравнении с предыдущими годами (2015, 2016) можно отметить следующее: риск воздействия на органы дыхания уменьшился, что в значительной мере связано с уменьшением концентраций в атмосферном воздухе меди, никеля, формальдегида, серы диоксида, хрома, но, тем не менее, риск воздействия остался на высоком уровне опасности. При воздействии на кровь, иммунную, центральную нервную, сердечно-сосудистую, репродуктивную системы значения индексов опасности увеличились за счет увеличения концентрации бензола.

Значения рисков отражают, главным образом, долгосрочную тенденцию к изменению фона заболеваемости (70 лет – канцерогенный, 30 лет – неканцерогенный

риски), формирующуюся при условии соблюдения всех принятых исходных условий. Полученные результаты не следует использовать для проведения каких-либо прямых аналогий между уровнями фактической заболеваемости и значениями рисков.

В ходе работы проведена оценка фоновой заболеваемости населения г. Челябинска по статистическим формам № 12 и № 7 за последние три года. По ряду позиций отмечено неблагополучие. У детей в сравнении со среднероссийскими показателями установлены превышения более 1,1 раза по 18 классам болезней и нозологиям: заболевания (всего), отдельные нарушения, вовлекающие иммунный процесс, болезни эндокринной системы, аденогенитальные расстройства, болезни нервной системы, болезни глаза, болезни системы кровообращения, болезни органов дыхания, аллергический ринит, астма, астматический статус, болезни желудочно-кишечного тракта, болезни печени, костно-мышечной, мочеполовой системы, гломерулярные, тубулоинтерстициальные болезни почек, отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде. У взрослых установлены превышения более 1,1 раза по 12 классам болезней и нозологиям: заболеваний (всего), новообразования, аденогенитальные расстройства, болезни глаза, болезни органов дыхания, бронхит хронический, астма, астматический статус, болезни органов пищеварения, болезни печени, болезни костно-мышечной системы, гломерулярные, тубулоинтерстициальные болезни почек, врожденные аномалии.

В сравнении с заболеваемостью злокачественными новообразованиями (ЗНО) в России превышение в 1,1 раза и более отмечается по всем ЗНО (1,1), ЗНО толстого кишечника (1,22), ЗНО предстательной железы (1,31). Отмечен рост заболеваемости ЗНО кожи (в 1,16 раза). В динамике остальных заболеваний существенных изменений нет.

Изучены корреляционные связи между показателями заболеваемости населения и веществами, загрязняющими атмосферный воздух (рассчитано 1712 коэффициентов корреляции, из которых 391 (23 %) были статистически значимы). Для каждого загрязнителя и вида заболеваемости по классам болезней рассчитывалось по 24 коэффициента корреляции. Установлено, что наиболее часто статистически значимые коэффициенты корреляции выявлялись между заболеваемостью и концентрациями свинца, хрома, углерода, бенз(а)пирена, между заболеваемостью злокачественными новообразованиями и концентрациями никеля, хрома, формальдегида.

Наиболее сильное влияние всех загрязняющих веществ отмечено у детей – на болезни органов дыхания, новообразования и врожденные аномалии, отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде; у подростков – болезни кожи и болезни системы кровообращения; у взрослых – общее количество болезней, болезни системы кровообращения, болезни нервной системы, органов дыхания, пищеварения, мочеполовой и костно-мышечной систем.

**Выводы.** Высокие количественные показатели риска здоровью населения г. Челябинска в условиях сложившегося уровня загрязнения атмосферного воздуха требуют мероприятий по устранению/уменьшению влияния на здоровье населения химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе. Предложено органам исполнительной власти города Челябинска обеспечить [1]:

- запрещение использования децентрализованных местных систем отопления, где топливом являются уголь, мазут, древесные дрова и отходы;

- проведение оценки технического состояния пассажирского транспорта, обеспечение оптимальной системы регулирования транспортных потоков и пропускной

способности улично-дорожной сети города, в том числе в периоды НМУ, регулярной влажной уборки улично-дорожной сети города и внутриквартальных проездов;

– усиление контроля за размещением объектов строительства и промышленных производств и предприятий с учетом границ санитарно-защитных зон как территорий с особым режимом использования.

Кроме того, необходимо проведение расширенных углубленных химико-аналитических и эпидемиологических исследований для установления причинно-следственной связи между показателями здоровья населения, состоянием окружающей среды и возможными источниками ее загрязнения.

### Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации в Челябинской области в 2017 году / Министерство экологии Челябинской области. – Челябинск, 2018.

2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Челябинске в 2017 году: Государственный доклад. – Челябинск, 2018.

3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004.

## Оценка основных индикаторов образа жизни студентов-медиков старших курсов

**Т.Н. Васильева, И.В. Федотова, М.М. Некрасова, А.В. Зуев**

ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора,  
г. Нижний Новгород, Россия

Анализ результатов анкетирования студентов-медиков IV, V и VI курсов показал, что основными жалобами на состояние здоровья являются общая слабость, утомление и частые головные боли. Поведение студентов характеризуется низкой двигательной активностью, нерациональным пищевым статусом: около половины студентов всех курсов питаются реже трех раз в день, к VI курсу возрастает доля студентов, предпочитающих краткие перекусы. Большинство студентов употребляют алкогольные напитки, причем больше трети отдает предпочтение крепким напиткам – более 20°. Предложен проект практико-ориентированного обучающего курса, направленного на формирование у студентов здоровьесберегающего поведения.

**Ключевые слова:** образ жизни, студенты-медики, здоровьесберегающие технологии.

Проблема здоровья студентов постоянно находится в центре внимания отечественных и зарубежных ученых, в работах которых обозначены многочисленные факторы, способные нанести вред здоровью учащихся. Среди них: многопредметность, ограниченные сроки обучения, большое количество зачетов и экзаменов, значительная аудиторная и самостоятельная учебная нагрузка с обязательным владением информационно-коммуникативными технологиями, низкая двигательная

активность, хроническое недосыпание, нарушение режима питания (нерегулярность и несбалансированность питания), отдыха. Специфика учебной деятельности требует от студентов значительного умственного и нервно-эмоционального напряжения и может приводить к нервно-психологическим срывам, появлению серьезных проблем со здоровьем, уменьшению работоспособности, снижению устойчивости к простудным заболеваниям, нарушению со стороны внутренних органов [1, 3, 4, 8, 9, 11, 14, 19, 20].

Особую остроту отрицательное воздействие учебного процесса приобретает для студентов медицинских вузов, у которых учебный процесс в дополнение к вышеперечисленному сопряжен с постоянными переездами по городу, что связано с размещением кафедр в различных лечебно-профилактических учреждениях (ЛПУ), а также с необходимостью погружения в больничную среду. Также будущие медики должны обладать общемедицинской и профессиональной культурой медицинского работника, устойчивой мотивацией на ведение здорового образа жизни и служить образцом здорового образа жизни для пациентов [5, 6, 9–15].

На состояние здоровья студентов, кроме медико-биологических и экзогенных факторов, большое влияние оказывает такой субъективный фактор, как «здоровьесохраняющее поведение», или стиль жизни, выработанный организмами в процессе жизнедеятельности и направленный на сохранение и укрепление здоровья, снижение заболеваемости и увеличение продолжительности жизни. Важными характеристиками здоровьесохраняющего поведения выступают отношение к своему питанию и отсутствие вредных привычек [18].

Гигиеническая оценка с помощью анкетирования пищевого статуса у студентов-медиков некоторых медицинских вузов показала, что их питание не является рациональным. Диагностируется несоблюдение режима 3–4-кратного приема пищи у 30 % опрошенных. У 10 % студентов-медиков в ежедневном рационе отсутствуют горячие блюда, выявлен дефицит белковых продуктов (мяса, рыбы, молочных продуктов и яиц) при избытке легкоусвояемых углеводных. 35 % опрошенных студентов имеют хронические заболевания, из них 18 % – алиментарно-зависимые (гастрит, хронический панкреатит). Неправильное питание может приводить к повышенному содержанию холестерина в крови, ожирению, кариесу, диабету, нарушению жирового обмена веществ, гипертонии, запорам, повышенному содержанию мочевой кислоты в крови или подагре, т.е. к так называемым «болезням цивилизации» [11–13, 16, 20].

Исследователи отмечают, что неразборчивость студентов в выборе продуктов и предпочтение «пищевого мусора» обусловлена рядом причин: нехваткой времени, некомпетентностью в вопросах культуры питания, изменением пищевого поведения вследствие массированного воздействия рекламы, внедрением новых пищевых привычек с предпочтением фастфудов, высокожировых, рафинированных продуктов, напитков, приготовленных на основе химических веществ, чипсов, гамбургеров, продуктов быстрого приготовления. При анализе частоты употребления «пищевого мусора» в рационе студентов-медиков подтверждена его высокая встречаемость, что можно расценивать как дополнительный фактор риска для здоровья учащихся [11–13].

Наблюдения В.Н. Григорьевой и К.А. Машкович (2017) за 106 студентами-медиками IV–VI курсов выявили три группы испытуемых по наличию головной боли напряжения. В 1-ю группу вошли 35 человек – «здоровые», без головной бо-

ли, во 2-ю – 42 студента с частой эпизодической головной болью напряжения и в 3-ю группу – 29 студентов с хронической головной болью напряжения. Анализ результатов показал, что студенты 2-й и 3-й групп отличаются от здоровых более низкой повседневной физической активностью в свободное от занятий время. Причем снижение уровня двигательной активности у студентов вуза сопровождается повышением уровня их эмоционального напряжения [3].

Исследования И.Г. Кретовой с соавт. (2014) выявили существенное и комплексное влияние недостаточной продолжительности сна (5–6 часов) студентов вуза на совокупность проблем со здоровьем – проблемы с глазами, головокружения, усталость, проблемы с желудком и т.д. [2].

Рассмотрение анкет студентов Воронежского медицинского университета и других медицинских вузов установило, что 37 % студентов употребляют алкоголь, предпочитая пиво, курят 10 % опрошенных [2, 5, 13, 15].

Анкетирование 770 студентов самарских вузов, включающее и студентов-медиков, проведенное в 2014 г., выявило мероприятия, которые предпринимают студенты для сохранения своего здоровья. Так, соблюдают режим дня 17,46 % юношей и 17,41 % девушек; полноценное питание характерно для 32,54 % юношей и 25,65 % девушек; 46,15 и 51,29 % соответственно отказываются от вредных привычек; регулярно занимались спортом 63,61 и 37,88 %; закаливанием занимаются 16,27 и 7,76 %; ничего не предпринимают 9,47 и 9,88 % [2].

В литературе подчеркивается необходимость использования здоровьесберегающих технологий (ЗСТ) и оценка применения их в вузах. Исследователи считают, что внедрение основных видов ЗСТ, к которым относятся физкультурно-спортивные мероприятия, технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности и просветительско-педагогическая деятельность, зависит от рейтинга вуза, объема его финансирования и от заинтересованности администрации конкретного учебного учреждения. Согласно традиционной классификации Н.К. Смирнова (2006) спектр ЗСТ для образовательных учреждений объединяет: медико-гигиенические; физкультурно-оздоровительные; экологические технологии; технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности и здоровьесберегающие образовательные (среди них – организационно-педагогические, психолого-педагогические учебно-воспитательные); социально-адаптирующие, личностно-развивающие (САЛРТ) и лечебно-оздоровительные [7, 17].

**Целью исследования** является оценка основных индикаторов образа жизни студентов-медиков и разработка проекта практико-ориентированного курса, направленного на обучение студентов здоровьесберегающим технологиям.

**Материалы и методы.** В исследовании принимали участие 126 студентов-медиков (34 студента IV, 48 – V и 44 – IV курсов) медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России (г. Нижний Новгород).

Анализировались результаты анкетирования, которое включало опрос по специально модифицированной для учебной деятельности анкете «Комплексная оценка факторов, влияющих на здоровье работников умственного труда», включавшей разделы «Состояние здоровья»; «Образ и условия жизни»; «Состояние питания» и «Вредные привычки».

Опрос проводился анонимно, в первой половине дня, временные ограничения на ответы нами не устанавливались, в среднем это занимало у испытуемых 30 минут.

Статистическая обработка результатов проведена с использованием электронных таблиц MS Excel и методов вариационной статистики. Для оценки достоверности различия показателей в зависимости от курса обучения студентов рассчитывалось значение отношения шансов (ОШ) с 95%-ным доверительным интервалом (ДИ).

**Результаты и их обсуждение.** Студенты всех курсов в основном оценивают свои жилищно-бытовые условия как хорошие (64,7; 72,9 и 50,0 % соответственно). Денежный доход в большинстве семей студентов в среднем на одного человека в месяц не превышает 9000 рублей (соответственно IV, V, VI курсы – 70,6; 52,1 и 59,1 %), что ниже прожиточного уровня (по данным Министерства Росстата в 2018 г. – 10 451 руб.). Как правило, респонденты добираются до вуза общественным транспортом – 94,2; 68,8 и 72,7 % (ОШ<sub>4,5</sub> = 7,273; ДИ = 1,538–34,385; ОШ<sub>4,6</sub> = 6,000; ДИ = 1,242–28,988), на дорогу до места занятий у студентов уходит до 1,5 часов – 41,2; 35,4 и 61,4 % (ОШ<sub>5,6</sub> = 2,896; ДИ = 1,241–6,759).

Результаты опроса выявили доминирующие жалобы студентов-медиков старших курсов на состояние здоровья – «общая слабость и утомление» и «частые головные боли». Наблюдается негативная динамика показателя «общая слабость и утомление» от курса к курсу: количество оценок студентов IV–VI курсов «иногда» снижается (52,9; 68,8 и 43,2 %); а «часто» – увеличивается (47,1; 22,9 и 54,5 %). На головные боли жалуются 50 % студентов IV курса, 39,6 % студентов V курса и 47,7 % студентов VI курса. Значительная часть студентов отмечают увеличение веса, которое они связывают с изменением питания (47,1; 43,8 и 47,7 %) и с уменьшением двигательной активности (52,9; 45,8 и 61,4 %).

Больше половины студентов-медиков всех курсов регулярно принимают лекарственные препараты, витаминные комплексы и биологически активные добавки (55,9; 56,2 и 54,6 %).

Анализ здоровьесберегающего поведения студентов показал, что лишь 38,8 % из них занимаются фитнесом, пренебрежение физической активностью увеличивается по мере перехода к более старшим курсам (32,5; 29,2 и 43,2 %). Проведенные ранее исследования выявили связь между низкой двигательной активностью у студентов и фактором хронизации головной боли напряжения [3].

Студенты-медики старших курсов, как правило, спят 5–6 часов (61,8; 37,5 и 54,5 % соответственно), более 70 % – не высыпаются (70,6; 70,8 и 81,8 %). Полученные данные можно расценивать как хроническое недосыпание, что подтверждается ранее опубликованными результатами исследования [3]. В свободное от занятий время студенты-медики стараются сочетать активный и пассивный отдых (58,8; 62,5 и 54,5 %).

Анализ пищевого статуса показал, что студенты IV и VI курсов в основном предпочитают домашнюю пищу (61,8 и 63,6 %). Пятикурсники склонны выбирать и «домашнюю пищу», и «какую получится» (43,8 и 41,6 %). Около половины студентов всех курсов питаются реже трех раз в день (41,2; 58,4 и 45,5 %). Значительная часть опрошенных считает, что в вузе «нет условий для приема горячего питания», наблюдается рост озабоченности данной проблемой от IV к VI курсу – 38,8; 41,7 и 68,2 % (ОШ<sub>5,6</sub> = 3,000; ДИ = 1,275–7,057; ОШ<sub>4,6</sub> = 3,462; ДИ = 1,354–8,849).

Часть респондентов отмечают, что «им некогда есть во время учебы» – 23,5; 20,8 и 11,4 % (ОШ<sub>4,6</sub> = 3,000; ДИ = 1,275–7,057). Наиболее калорийную пищу студенты употребляют в 12–15 часов дня (26,5; 35,4 и 29,5 %), и 16–19 часов (55,9; 35,4 и 52,3 %), причем часть студентов вынуждена есть после 20 часов (11,8; 14,5 и 6,8 %).

Хотя более 35 % студентов стараются «есть в одно и то же время» и «не пропускать приемов пищи» (35,3; 45,8 и 36,4 %), 25 % респондентов и более едят «в случае, когда есть на это время и возможность» (47,1; 37,5 и 25,0 %).

Студенты затрачивают больше времени на еду дома – 20–30 минут, чем во время учебы – 10–20. Возрастает к VI курсу доля студентов, предпочитающих перекусы (32,4; 62,5 и 72,7 %; ОШ<sub>4-6</sub> = 5,576; ДИ = 2,097–14,826).

Большая часть студентов начали принимать алкогольных напитки в возрасте 15–18 лет (26,5; 47,9 и 27,3 %) и после 19 лет (35,3; 31,3 и 38,6 %). Алкоголь крепостью менее 20° употребляют 41,2; 60,4 и 61,0 % студентов соответственно, достаточно большая доля опрошенных отдадут предпочтение напиткам большей крепости (35,4; 50,1, 47,8 %). При употреблении алкогольных напитков 29,2 % студентов V курса испытывают «плохое самочувствие», а «желание еще выпить» отмечают студенты IV и VI курсов (29,4 и 20,5 %). У 45,5 % шестикурсников следующий день после употребления алкоголя может сопровождаться угрызениями совести и плохим самочувствием, однако значительная доля студентов на следующий день после употребления алкоголя отмечает «хорошее самочувствие» (44,1; 54,2 и 34,1 %).

Как положительный факт можно отметить, что более половины опрошенных употребляют в течении суток 1–2 литра жидкости (53,0; 60,4 и 68,1 %), более 35 % опрошенных пьют кофе и чай без сахара (35,3; 41,7 и 54,5 %). Часть студентов предпринимают различные меры по сохранению здоровья. Половина старшекурсников делают акцент на регулярные медосмотры. Больше половины пятикурсников стараются больше бывать на свежем воздухе (56,3 %), 64,7 % студентов IV курса поддерживают физическую форму с помощью спорта (фитнес и др.). Не злоупотребляют алкоголем 70,6 % студентов IV курса и 86,4 % студентов VI курса. Большинство студентов не курят (79,4; 85,4 и 90,1 %).

Таким образом, оценка основных индикаторов образа жизни студентов-медиков старших курсов – состояния здоровья, образа и условий жизни, состояния питания, вредных привычек – выявила их неблагоприятные уровни и тенденции: общую слабость, утомление и частые головные боли на фоне низкой двигательной активности и недосыпания, нерациональное питание, большую долю студентов, употребляющих алкогольные напитки, что соответствует результатам, представленным в литературе [5, 7, 13, 14 и др.]. Следует подчеркнуть низкую финансовую обеспеченность семей студентов, что, возможно, объясняет нерациональные пищевые привычки в этой группе, недоступность посещения физкультурно-оздоровительных комплексов.

Полученные результаты послужили основанием для разработки проекта практико-ориентированного курса с использованием САЛРТ, ориентированных на формирование и укрепление здоровья студентов, повышение ресурсов психологической адаптации личности средствами социально-психологических тренингов, программ социальной и семейной педагогики и т.п.

Предлагаемый курс сконцентрирован на ознакомлении студентов-медиков с показателями здорового образа жизни (ЗОЖ), последствиями негативного воздействия на человека различных стресс-факторов, видами благополучия (физического, социального, психологического, духовного), методами преодоления стрессового напряжения. Обеспечивается также формирование навыков стрессоустойчивости, оптимистического и активного отношения к жизненной ситуации, адекватной самооценки, психологической устойчивости личности и САЛРТ.



Достижение поставленных целей возможно в процессе решения следующих задач: изучить специфику ЗОЖ современного человека и основных понятий психогигиены личности и психологии стресса; усвоить психодиагностику стрессовых состояний (включая и самодиагностику); применять на практике методы и техники преодоления стресса; овладеть САЛРТ.

Курс включает теоретический блок, описание практических заданий для выполнения самостоятельной работы студентами; тесты для контроля исходного уровня знаний; ситуационные задачи. Предлагаемая тематика курса: 1. Показатели ЗОЖ. 2. Психогигиена личности медика. 3. ЗОЖ и профессиональные риски врачей и медсестер. 4. Стресс-факторы учебной деятельности. 5. Профессиональные стресс-факторы медицинской деятельности. 6. Психодиагностика стрессового напряжения. 7. Психокоррекция негативных последствий воздействия стресс-факторов. 8. ЗСТ в учебной и профессиональной деятельности медицинского работника.

На практических занятиях студенты опробуют психодиагностику стрессовых состояний, методы (аутогенная тренировка, гештальт-терапия и т.д.) и упражнения нейтрализации патогенного влияния на здоровье учебных и профессиональных стресс-факторов медицинской деятельности (ментальные упражнения, трансовые методы и т.п.); САЛРТ. Овладение студентами здоровьесберегающими технологиями в рамках практико-ориентированного курса способствует укреплению здоровья будущих медиков.

### Список литературы

1. Власова Е.М., Зайцева Н.В., Малютина Н.Н. Особенности вегетативного статуса работающих с компьютерной техникой // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 2. – С. 38–42.
2. Влияние социальных и психологических факторов на формирование здоровья студентов в период обучения в высшем учебном заведении / И.Т. Кретова, О.В. Беляева, О.И. Ширяева, М.В. Комарова, С.Е. Чигарина, Е.А. Косцова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 93/4. – С. 85–90.
3. Григорьева В.Н., Машкович К.А. Низкая двигательная активность как фактор риска хронизации головной боли напряжения у студентов // Медицинский альманах. – 2017. – № 5 (50). – С. 23–27.
4. Горячук И.В., Финогенко Е.И. Профилактика и коррекция дезадаптивных состояний студентов, формирующихся под воздействием информационного стресса [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.docx.lib-i.ru/29tehnikeskie/139471-1-udk-1599-profilaktika-korrekcija-dezadaptivnih-sostoyaniy-studentov-formiruyuschih-sya-pod-vozdeystviem-informacionnogo-s.php> (дата обращения: 10.09.2018).
5. Есауленко И.Э., Попов В.И., Петрова Т.Н. Опыт организации здоровьесберегающей образовательной среды в вузе // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2014. – № 58. – С. 23–29.
6. Жигулина В.В. Особенности питания и соблюдения здорового образа жизни студентов медицинского вуза // Научный альманах. – 2015. – № 11–4 (13). – С. 67–69.
7. Ивахненко Г.А. Здоровьесберегающие технологии в российских // Вестник Института социологии. – 2013. – № 6. – С. 100–111.
8. Изучение влияния условий и организации обучения на показатели успеваемости и здоровья студентов / Т.Ш. Миннибаев, П.И. Мельниченко, Н.И. Прохоров,

К.Т. Тимошенко, В.И. Архангельский, Г.А. Гончарова, С.А. Мишина, Е.А. Шашина // Гигиена и санитария. – 2015. – № 94/4. – С. 57–60.

9. Кучма В.Р. 2018–2027 годы – десятилетие детства в России: цели, задачи и ожидаемые результаты в сфере здоровьесбережения обучающихся // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2017. – № 3. – С. 4–14.

10. Особенности и прогнозирование здоровья, факторы риска и медицинское обеспечение российских и иностранных студентов медицинского вуза: монография / И.А. Камаев, М.С. Гурьянов, С.В. Миронов, С.А. Апонян. – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. мед. академии, 2016. – С. 161.

11. Пашкевич С.А., Подригало Л.В., Прусик Кристоф. Анализ питания студенческой молодежи во взаимосвязи с особенностями здоровья // Физическое воспитание студентов. – 2012. – № 6. – С. 84–88.

12. Петрова Т.Н., Зуйкова А.А., Красноруцкая О.Н. Оценка фактического питания студентов медицинского вуза: проблемы и пути их решения // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, № 2. – С. 72–77.

13. Платунин А.В., Морковина Д.А., Студеникина Е.М. Гигиеническая оценка питания студентов учебных заведений медицинского профиля // Гигиена и санитария. – 2015. – № 94 (9). – С. 25–27.

14. Попов В.И., Колесникова Е.Н., Петрова Т.Н. Здоровье учащейся молодежи: подходы к оценке и совершенствованию // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2014. – № 58. – С. 60–63.

15. Попов В.И., Мелихова Е.П. Формирование здоровьесберегающей образовательной среды в вузе // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: материалы XII Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.) / под ред. А.Ю. Поповой, В.Н. Ракитского, Н.В. Шестопалова. – М.: Изд.-торг. корп. «Дашков и К'», 2017. – Т. 1. – С. 579–581.

16. Результаты анкетирования по самооценке образа жизни студентов / А.М. Черных, А.В. Чекрыгина, Т.А. Шульгина, С.А. Лосенок, Е.А. Яковлева // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: материалы XII Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.) / под ред. А.Ю. Поповой, В.Н. Ракитского, Н.В. Шестопалова. – М.: Изд.-торг. корп. «Дашков и К'», 2017. – Т. 1. – С. 652–654.

17. Смирнов Н.К. Здоровьесберегающие технологии и психология здоровья в школе. – М.: Аркти, 2006. – 308 с.

18. Сравнительный анализ показателей здоровьесохраняющего поведения студентов младших и старших курсов / Д.С. Блинов, Н.Н. Чернова, О.П. Балыкова, С.А. Ляпина, О.А. Смирнова, Л.И. Китаева // Вестник Мордовского университета. – 2016. – Т. 26, № 1. – С. 90–97. DOI: 10.15507/0236-2910.026.201601.090-097

19. Хасанова Н.Н., Трохимчук Л.Ф., Филимонова Т.А. Особенности функционального состояния организма студентов в условиях работы на компьютерах [Электронный ресурс] // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: Естественно-математические и технические науки. – 2012. – Т. 1 (98). – С. 64–70. URL: <http://vestnik.adygnet.ru> (дата обращения: 10.09.2018).

20. Холопова Е.С. Особенности питания студентов, как один из аспектов здоровьесбережения // Здоровьесбережение как инновационный аспект современного образования: материалы III Междунар. науч.-практ. заоч. студенческой конф., 21 марта 2016 г. / Российский государственный профессионально-педагогический университет. – Екатеринбург, 2016. – С. 332–336.

## Эпидемиологический анализ заболеваемости детей в возрасте 0–14 лет в Кемеровской области (2007–2017 гг.)

Л.А. Глебова, А.В. Бачина, В.В. Браиловский

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области»  
Роспотребнадзора,  
г. Кемерово, Россия

Результаты эпидемиологического анализа заболеваемости детского населения в Кемеровской области в сравнении с РФ и Сибирским Федеральным округом свидетельствуют, что по семи классам болезней заболеваемость в Кемеровской области выше, чем по РФ. Выявлена регрессионная зависимость заболеваемости детей болезнями эндокринной системы с выбросами в атмосферный воздух углерода оксида, удельным весом проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям; по врожденными порокам и аномалиям развития с выбросами в атмосферный воздух азота диоксида, серы диоксида.

**Ключевые слова:** заболеваемость детского населения, сравнительный анализ, факторы окружающей среды.

Как известно, дети являются частью населения, наиболее подверженной воздействию вредных факторов окружающей среды. При этом состоянии здоровья детей является важным показателем, характеризующим благополучие общества и государства как в краткосрочной перспективе, так и в прогнозе на будущее [1].

Современная ситуация в системе образования ведет к нарастанию нагрузок на организм учащихся. Недостаточная регламентация нагрузок, их увеличение за счет интенсификации обучения отражаются на здоровье школьников. Сокращаются адаптационные возможности и резервы организма ребенка, снижается сопротивляемость, физическая выносливость, что приводит к снижению функциональных возможностей организма и развитию ряда заболеваний [3].

Кроме того, среди многочисленных факторов, определяющих состояние здоровья детей, большее значение имеет экологическая составляющая, особенно в крупных городах. Антропогенное загрязнение городской природной среды, изменение социально-экономических условий в сочетании с общим ускорением жизни, информационными перегрузками и хроническим психоэмоциональным напряжением влечет за собой ухудшение состояния здоровья подрастающего поколения во всех возрастных группах, что неизменно скажется в дальнейшем на качестве трудовых ресурсов, воспроизводстве будущих поколений [1, 2, 4].

**Цель исследования** – проведение эпидемиологического анализа заболеваемости детского населения в Кемеровской области (КО) и определения зависимости от социально-экономических и санитарно-гигиенических факторов.

**Материалы и методы.** Данные о заболеваемости детей (0–14 лет) Кемеровской области получены из формы статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения» за период 2007–2017 гг.

Сведения о численности детского населения отдельных территорий и области в целом получены от Кемеровостата (ежегодный статистический бюллетень «Численность населения Кемеровской области по полу и возрасту» по состоянию на начало соответствующего года) [2].

Данные о заболеваемости детей по Российской Федерации (РФ) и Сибирскому федеральному округу (СФО) за период 2007–2017 гг. получены из ежегодных сборников ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России «Заболеваемость детского населения России (0–14 лет)».

Выбросы загрязняющих веществ получены из отчетной формы 2 ТП (воздух) «Сведения об охране атмосферного воздуха».

Анализ проведен по диагнозам, поставленным впервые в жизни, в соответствующие годы.

Статистическая обработка материалов проведена с помощью программы Statistica 6.0.

**Результаты и их обсуждение.** При анализе первичной заболеваемости детского населения КО за период 2007–2017 гг. в сравнение с РФ и СФО установлено, что уровень заболеваемости в КО характеризуется резкими ежегодными спадами и подъемами. Максимальный показатель в КО 2038,98 на 1000 детей зарегистрирован в 2009 г., минимальный показатель 1764,02 – в 2016 г. (рис. 1). Заболеваемость детей на всех трех территориях в указанный период имела тенденцию к стабилизации. Средний показатель заболеваемости детей за анализируемый период в КО составил 1866,2 на 1000 детей и не имеет статистически значимого различия с аналогичным показателем РФ (1851,29), но выше показателя СФО (1761,14) на 5,98 %.

Следует отметить, что средние за период показатели заболеваемости детей в городских (1776,6) и сельских поселениях (1504,5) не имеют статистически значимого различия.



Рис. 1. Динамика первичной заболеваемости детей (0–14 лет) в КО, РФ и СФО за период 2007–2017 гг. (интенсивные показатели на 1000 детей)

Выявлена статистически значимая, прямая, средней силы корреляционная связь между заболеваемостью детей в КО и РФ ( $R = 0,63$ ) и прямая, средней силы связь с заболеваемостью СФО ( $R = 0,69$ ). Установление корреляционной связи позволяет предположить наличия общей причины возникновения заболеваний на анализируемых территориях.

В структуре заболеваемости детей КО, РФ и СФО по классам болезней в среднем за период 2007–2017 гг. имеется как сходство, так и некоторые различия. Первые два ранговых места на всех указанных территориях занимают одни и те же

классы болезней: заболевания органов дыхания (59,81; 63,24; 61,81 % соответственно), травмы и отравления (6,8; 5,74; 5,47 %). При этом удельный вес болезней органов дыхания в КО ниже, а травм и отравлений выше, чем в РФ и СФО. На третьем месте в КО инфекционные и паразитарные болезни (4,64 %); в РФ – кроме инфекционных и паразитарных болезней (4,37 %) на третьем месте находятся болезни кожи и подкожной клетчатки (4,61 %) и болезни органов пищеварения (4,3 %); в СФО на третьем месте болезни органов пищеварения (5,02 %).

Структура заболеваемости детей городских и сельских поселений по классам болезней в период 2007–2017 гг. имеет как сходство, так и существенное различие. На первом месте в заболеваемости детей обеих групп населения находились болезни органов дыхания (59,49 и 60,8 % соответственно). Однако если у детей городских поселений на втором месте находились травмы и отравления (7,78 %), то у сельских детей это были инфекционные и паразитарные болезни (5,46 %), а также болезни органов пищеварения (5,28 %). На третьем месте у детей городских поселений инфекционные и паразитарные болезни (4,47 %), у детей сельских поселений – болезни кожи и подкожной клетчатки.

Таким образом, ведущие ранговые места в структуре заболеваемости детей на территориях занимают различные классы болезней. Данное обстоятельство позволяет предположить, что на этих территориях условия и причины, определяющие заболеваемость детского населения, существенно различаются.

При сравнительном анализе уровней заболеваемости детей различными классами болезней установлено, что средние показатели в КО по семи классам болезней выше, чем по РФ: болезни эндокринной системы (на 22,32 %), психические расстройства (на 18,13 %), болезни нервной системы (на 42,71 %), болезни уха и сосцевидного отростка (на 13,29 %), болезни системы кровообращения (на 12,21 %), врожденные аномалии (в 1,8 раза), травмы и отравления (на 19,07 %).

Проведен сравнительный анализ динамики по некоторым классам болезней, превышающих показатели РФ.

Динамика заболеваемости болезнями эндокринной системы детей характеризуется наличием периодической смены подъемов и спадов заболеваемости (рис. 2). Максимальный показатель (23,81) зарегистрирован в 2008 г., минимальный (16,9) – в 2017 г. В течение изучаемого периода заболеваемость имела тенденцию к снижению (так же, как по РФ и СФО). Выявлена прямая, сильная корреляционная связь заболеваемости детей КО с РФ и СФО ( $R = 0,79$  и  $0,81$  соответственно). Средний за период показатель КО (20,1) выше аналогичного в РФ (16,43) на 22,32 % и выше такового в СФО (16,53) на 21,58 %.



Рис. 2. Динамика первичной заболеваемости детей (0–14 лет) болезнями эндокринной системы в КО, РФ и СФО за период 2007–2017 гг. (на 1000 детей)

Средний за период показатель заболеваемости детей в сельских поселениях (21,8) выше показателя заболеваемости детей в городских поселениях (15,7) на 38,85 %.

Динамика заболеваемости детей болезнями нервной системы характеризуется волнообразным течением с пиками заболеваемости в 2008, 2012 и в 2014 г.; при этом последний подъем заболеваемости в КО зарегистрирован на фоне снижения заболеваемости в целом по РФ и СФО (рис. 3). Максимальный показатель (63,43) зарегистрирован в 2014 г., минимальный (51,67) – в 2013 г. В течение изучаемого периода заболеваемость имела тенденцию к стабилизации (по РФ – к снижению, по СФО – к стабилизации). Корреляционной связи заболеваемости детей в КО с РФ и СФО не выявлено. Средний за период показатель КО (58,16) выше аналогичного в РФ (40,75) на 42,71 % и выше такового в СФО (38,19) в 1,5 раза.



Рис. 3. Динамика первичной заболеваемости детей (0–14 лет) болезнями нервной системы в КО, РФ и СФО за период 2007–2017 гг. (на 1000 детей)

Средний за период показатель заболеваемости детей в сельских поселениях (32,7) не имеет статистически значимого различия с показателем заболеваемости детей в городских поселениях (44,4).

Динамика заболеваемости детей болезнями уха и сосцевидного отростка характеризуется волнообразным течением с пиками заболеваемости в 2011, 2013 и в 2015 г.; при этом если первый подъем заболеваемости продолжался три года (с 2009 по 2011 г.), то последующие подъемы и спады заболеваемости носили ежегодный характер (рис. 4). Максимальный показатель (65,63) зарегистрирован в 2011 г., минимальный (52,67) – в 2017 г. В течение изучаемого периода заболеваемость имела тенденцию к снижению (по РФ и СФО – к стабилизации). Выявлена прямая сильная корреляционная связь заболеваемости детей в КО с РФ и СФО ( $R = 0,81$  и  $0,76$  соответственно). Средний за период показатель КО (58,43) выше аналогичного показателя РФ (51,58) на 13,29 % и выше такового в СФО (48,08) на 21,52 %.



Рис. 4. Динамика первичной заболеваемости детей (0–14 лет) болезнями уха в КО, РФ и СФО за период 2007–2017 гг. (на 1000 детей)

Средний за период показатель заболеваемости детей в городских поселениях (56,3) выше такового в сельских поселениях (47,2) на 19,28 %.

Динамика заболеваемости детей врожденными аномалиями (пороки развития) характеризуется волнообразным течением с пиками заболеваемости в 2008, 2013 и в 2015 г. (рис. 5). Максимальный показатель (23,99) зарегистрирован в 2008 г., минимальный (16,48) – в 2011 г. В течение изучаемого периода заболеваемость имела тенденцию к стабилизации (по РФ – к стабилизации, по СФО – к снижению). Корреляционной связи заболеваемости детей в КО с РФ и СФО не выявлено. Средний за период показатель КО (20,34) выше аналогичного показателя РФ (11,52) в 1,8 раза и выше такового в СФО (11,19) в 1,8 раза.



Рис. 5. Динамика первичной заболеваемости детей (0–14 лет) врожденными аномалиями (пороками развития) в КО, РФ и СФО за период 2007–2017 гг. (на 1000 детей)

Средний за период показатель заболеваемости детей в городских поселениях (15,9) выше такового в сельских поселениях (7,7) в 2,1 раза.

Динамика травм и отравлений характеризуется ростом заболеваемости в течение всего периода с двумя пиками заболеваемости – 2008 и 2015 г. (рис. 6). Максимальный показатель (142,32) зарегистрирован в 2015 г., минимальный (114,3) – в 2007 и в 2009 г. В течение изучаемого периода заболеваемость имела тенденцию к росту (по РФ и СФО – к стабилизации). Корреляционной связи заболеваемости детей в КО с РФ и СФО не выявлено. Средний за период показатель КО (126,38) выше аналогичного показателя РФ (106,13) на 19,07 % и выше такового в СФО (96,28) на 31,25 %.

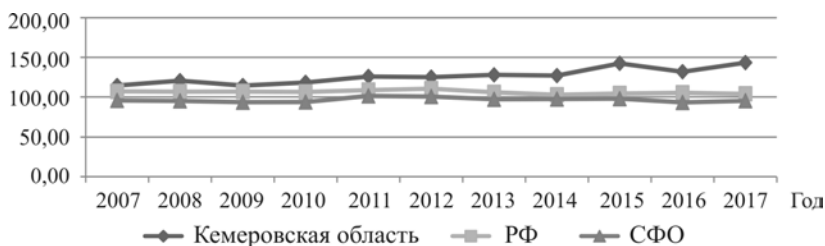


Рис. 6. Динамика первичной заболеваемости детей (0–14 лет) травмами и отравлениями в КО, РФ и СФО за период 2007–2017 гг. (на 1000 детей)

Средний за период показатель заболеваемости детей в городских поселениях (129,2) выше такового в сельских поселениях (40,1) в 3,2 раза.

Проведен регрессионный анализ для выявления возможных причинно-следственных связей между уровнем заболеваемости детей в возрасте 0–14 лет (по классам, превышающим показатели РФ) с социально-экономическими показателями в объеме данных ФИФ СГМ, санитарно-гигиеническими показателями (удельный вес проб атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы населенных мест, превышающих гигиенические нормативы по санитарно-химическим показателям), выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух, встречающихся на всех административных территориях Кемеровской области (в том числе: ЛОС, углеводороды, углерода оксид, азот диоксид, серы диоксид, углерод, прочие газообразные вещества).

Выявлена регрессионная зависимость в указанный период по заболеваемости детей:

– болезнями эндокринной системы с выбросами в атмосферный воздух углерода оксида ( $p = 0,043$ ), удельным весом проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям ( $p = 0,014$ );

– врожденными пороками и аномалиями развития с выбросами в атмосферный воздух азота диоксида ( $p = 0,037$ ), серы диоксида ( $p = 0,038$ ).

По другим социально-экономическим и санитарно-гигиеническими показателями не выявлено статистически значимой связи между заболеваемостью детей и указанными факторами.

**Выводы.** На основе проведенного анализа выявлены многолетние закономерности в заболеваемости детей в возрасте до 14 лет, что позволяет с большей степенью вероятности высказать предположение о том, что как в РФ и СФО в целом, так и в КО в последние 10 лет условия, определяющие здоровье детей, одинаковы.

Кроме того, установлена регрессионная зависимость заболеваемости детей болезнями эндокринной системы, врожденными пороками и аномалиями развития, обусловленная эколого-гигиеническими факторами.

Таким образом, система профилактических мероприятий, направленная на сохранение и укрепление здоровья детского населения, должна основываться на комплексной оценке факторов окружающей среды с учетом социально-экономического развития территории, прогнозирования, моделирования, установления причинно-следственных связей для принятия целенаправленных управленческих решений.

### Список литературы

1. Влияние социально-гигиенических факторов среды обитания биоклиматических зон приморского края на здоровье детей и подростков / П.Ф. Кикун, М.В. Ярыгина, Т.В. Горбуркова, С.Н. Бениова // Экология человека. – 2016. – № 4. – С. 9–13.

2. Гигиеническая оценка формирования нарушения здоровья детского населения при комплексном воздействии факторов окружающей среды в углехимических центрах Кузбасса (Кемерово) / Е.В. Косыкина, Л.А. Глебова, А.В. Бачина, Ю.С. Чухров, О.П. Власова, Ю.А. Пеганова // Фундаментальная и клиническая медицина. – 2016. – Т. 1, № 1. – С. 57–63.

3. Глебова Л.А., Бачина А.В., Лукьянова А.Н. Интегральная оценка качества питьевой воды по показателям химической безвредности в городах Прокопьевск и Киселевске // Актуальные вопросы в Сибири: материалы межрегион. науч.-практ.



конф., посвященной 55-летию медико-профилактического факультета КемГМУ 1–2 ноября 2018 г., г. Кемерово. – Кемерово: КемГМУ, 2018. – С. 15–17.

4. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Кемеровской области: информ.-аналитич. обзор. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2018. – С. 187.

## **Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга в целях профилактики алиментарно-зависимых болезней (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югра)**

**Н.В. Гогадзе, Н.Е. Анашкина**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области» Роспотребнадзора,  
г. Омск, Россия

В действующей системе надзора за питанием населения России, обеспечивающей в целом надежный контроль над безопасностью пищевых продуктов, имеются особенности: в частности, недостаточное присутствие в ее структуре показателей качества и физиологической полноценности питания, что может снижать результативность профилактических мер в отношении алиментарно-зависимых болезней (АЗБ). При этом эффективность профилактики заболеваний, связанных с питанием, в современных условиях региона урбанизированного Севера России не изучена в достаточной мере.

**Ключевые слова:** фактическое питание, профилактические мероприятия алиментарно-зависимые болезни, социально-гигиенический мониторинг, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра.

В настоящем исследовании последовательно было изучено фактическое питание взрослого населения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югра), была дана его гигиеническая характеристика в аспекте сбалансированности рациона, режима питания, анализа суточного набора пищевых продуктов, оценки пищевых привычек и уровня информированности населения о принципах рационального питания, качества и безопасности пищевых продуктов [1–3, 8].

На следующем этапе была дана гигиеническая оценка здоровья населения ХМАО – Югра в связи с питанием. Были изучены частота и характер нарушений пищевого статуса, потери здоровья населения от алиментарно-зависимых болезней, включающие общую и первичную заболеваемость как по данным официальной отчетности органов управления здравоохранения, так и по результатам собственных исследований.

С учетом полученных материалов проведена оценка факторов, определяющих формирование здоровья и качества жизни населения ХМАО – Югра в связи с питанием, для чего были изучены факторы образа и качество жизни.

Каждый из этих фрагментов работы являлся неотъемлемой частью изучения причинно-следственных связей в системе «среда обитания – здоровья населения» применительно к предмету и объекту исследования, если рассматривать процесс профилактики алиментарно-зависимых болезней (АЗБ) с системных позиций [4–7, 10].

Если оценивать эффективность действующей системы профилактики АЗБ в регионе, то, несмотря на наличие целого ряда позитивных показателей (в части состояния здоровья населения, уровня социально-экономических показателей, организации оказания медицинской (лечебной и диагностической) помощи и др.), следует отметить ее недостаточный уровень в целом.

Прежде всего, это подтверждается ростом показателей общей заболеваемости всего населения и взрослого населения ХМАО – Югра болезнями, в этиологии которых питание играет ведущую роль. Как следствие, совокупная доля заболеваемости взрослого населения ХМАО – Югра болезнями, в этиологии которых питание играет ведущую роль, растет опережающими темпами в сравнении с сопредельной Омской областью и РФ (рис. 1). Показатели первичной заболеваемости АЗБ, отражающие текущее экспонирование населения факторами риска, не имеют в ХМАО – Югра тенденции к снижению. Это особенно важно, поскольку показатели первичной и общей заболеваемости всей патологией в ХМАО – Югре либо стабильны, либо имеют значимую тенденцию к снижению. Таким образом, алиментарно-зависимая патология в регионе управляется существенно хуже, чем заболеваемость в целом.

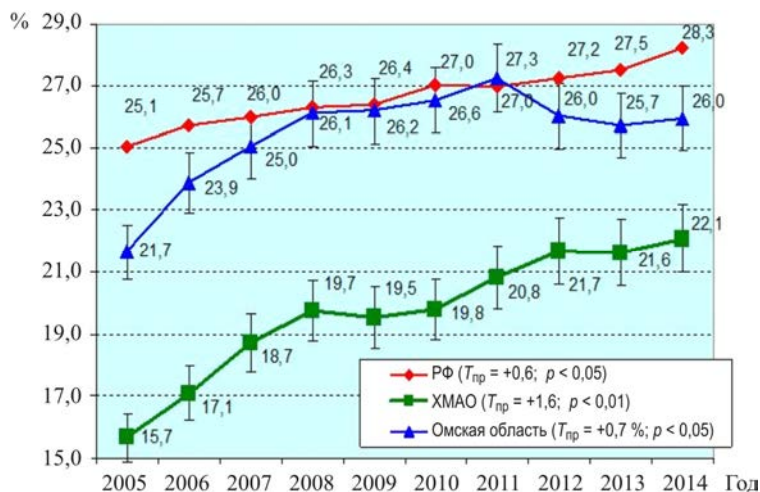


Рис. 1. Совокупная доля заболеваемости взрослого населения ХМАО – Югра в сравнении с Омской областью и РФ болезнями, в этиологии которых питание играет ведущую роль (за исключением анемий) в общей структуре заболеваемости (2005–2014 гг.; в %)

Заболеваемость населения ХМАО – Югра патологией, связанной с микро-нутриентной недостаточностью в сравнении с показателями РФ за 2005–2014 гг. росла опережающими темпами, практически сравнявшись с последними в конце периода наблюдения. Частота пищевых отравлений и случаев вспышечной заболеваемости острыми кишечными инфекциями с установленным пищевым путем

передачи у населения модельной территории (г. Сургут и Сургутский район) за 2006–2015 гг. имела высокие значения и крайне выраженную тенденцию к росту (рис. 2).

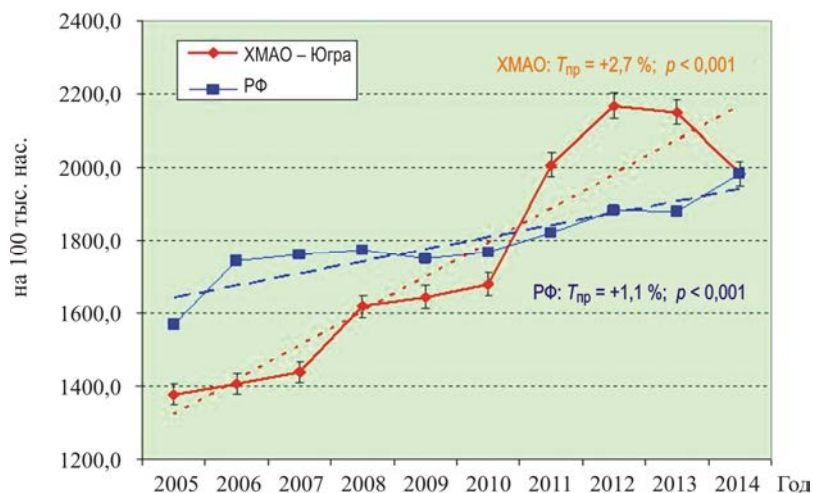


Рис. 2. Заболеваемость населения ХМАО – Югра патологией, связанной с микронутриентной недостаточностью, в сравнении с показателями РФ за 2005–2014 гг. (по данным отчетной формы Росстата № 63; на 100 тысяч населения)

Проведенный анализ показателей смертности выявил, что среди причин смертности населения региона заболевания, связанные с питанием, составляют 77,4 %, при этом большую часть (61,5 %) – болезни, в этиологии которых питание играет ведущую роль. Низкие уровни показателей смертности не противоречат всему сказанному выше, поскольку определяются различиями возрастной структуры населения региона исследования со среднефедеративными данными и с данными контрольной территории. При стандартизации эти различия нивелируются, и становится очевидным, что уровни смертности от алиментарно-зависимых болезней (в частности, болезней эндокринной системы, расстройств питания и нарушений обмена веществ, новообразований, анемий, связанных с питанием, болезней, в этиологии которых питание имеет значение) в ХМАО – Югре (несмотря на качественную и материально обеспеченную систему оказания лечебно-диагностической помощи) выше, чем в среднем по Российской Федерации.

На территории ХМАО – Югры отсутствуют комплексные профилактические программы в области здорового питания. Проводимые в регионе мероприятия по профилактике алиментарно-зависимых заболеваний ограничены рамками нескольких целевых региональных программ, не скоординированы между собой, научные исследования, учитывающие многие региональные особенности и проблемы, не проводятся. Следствием бессистемности этих действий является отсутствие устойчивой тенденции к снижению, а по многим показателям – ухудшение уровней потерь здоровья и качества жизни населения как основных критериев эффективности работы системы здравоохранения.

Полученные данные позволяют подтвердить вывод о том, что существующая в регионе система профилактики алиментарно-зависимых болезней является фрагментарной и не использует все современные и эффективные профилактические технологии, что является причиной ее недостаточной эффективности.

Совершенствование профилактики алиментарно-зависимой патологии у населения ХМАО – Югра должно осуществляться на основе организации полноценной информационно-аналитической («диагностической») системы мониторинга питания и здоровья населения (системы «надзора за питанием» в международном ее понимании), интегрированной в систему социально-гигиенического мониторинга с учетом региональных особенностей природной и социальной среды. Обязательными компонентами такой системы должны быть: данные о структуре питания, применение методов оценки риска для здоровья и координация работы этой системы специалистами СГМ Роспотребнадзора.

С учетом анализа материалов проведенных исследований, рекомендаций ВОЗ по системам надзора в здравоохранении, научных публикаций отечественных и зарубежных ученых, опыта эпидемиологического надзора за болезнями, текущей нормативно-методической базой системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации и особенностей северного урбанизированного региона, используя в качестве структурной основы схему СГМ и эпидемиологического надзора за АЗБ, приведенную в [9], нами (совместно с Е.А. Вильмс и Д.В. Турчаниновым) предложена следующая система надзора за питанием населения в урбанизированном регионе Севера России (схематически приведена на рис. 3).

Современные информационно-аналитические системы, к числу которых относятся и эпидемиологический надзор, и социально-гигиенический мониторинг, являются, по мнению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), основой успешной профилактики и управления здоровьем населения, однако нуждаются в адаптации к территориальным условиям, рациональном выборе информационных потоков.

При этом в диагностической части этих систем четко дифференцируются две взаимосвязанные подсистемы: 1. Информационная подсистема – сбор (снятие) информации с объекта управления. 2. Аналитическая подсистема – анализ собранной информации, заключение о состоянии объекта управления.

В соответствии с современными научными представлениями о причинах заболеваемости населения, последняя является результатом взаимодействия патогенных факторов (физических, биологических, химических, психогенных) и популяции людей, которая неоднородна по способности реагирования на повреждающее действие этих факторов.

По отношению к алиментарно-зависимой заболеваемости правомерно говорить о фактическом питании как об основном патогенном факторе, формирующем АЗЗ.

В информационной подсистеме надзора за питанием предлагается выделить пять базовых потоков информации.

I. О питании населения:

- в том числе о физиологической полноценности рациона;
- в том числе о безопасности пищевых продуктов (иначе говоря, первый поток – о качестве пищевых продуктов в новом понимании этого термина).

Собственно показатели «качества», понимаемые как удовлетворение потребностей человека в эссенциальных пищевых веществах, отсутствуют в списке показателей контроля качества и безопасности пищевых продуктов, здоровья населения.



Рис. 3. Схема системы надзора за питанием населения в урбанизированном регионе Севера России (по Н.В. Гогадзе, Е.А. Вильмс, Д.В. Турчанинову с учетом подходов, предложенных В.В. Далматовым с соавт., 2005)

Для наиболее эффективной работы необходимо включать в систему надзора за питанием и надзор за безопасностью продуктов питания и за физиологической полноценностью структуры питания (за показателями пищевой ценности).

II. О пищевом статусе и структуре населения с медико-демографических позиций.

III. Об условиях, в которых формируются АЗБ (факторах природной и социальной среды), включая:

- природно-климатические особенности северного региона;
- поведенческие факторы;
- социально-экономические факторы (пищевые привычки, организация питания, уровень доходов и др.)

IV. О качестве и эффективности профилактики АЗБ, в том числе:

- в системе Роспотребнадзора;
- в медицинских организациях;
- немедицинской профилактики.

V. О проявлениях АЗБ, смертности, инвалидизации населения, качестве жизни, связанном со здоровьем. В частности, информация о смертности от АЗБ необходима в качестве индикатора эффективности мероприятий вторичного и третичного уровней профилактики.

Таким образом, первые два потока – информация о патогенных факторах и информация о состоянии популяции людей, т.е. о населении, проживающем на территории.

Исходя из результатов исследования, показатели пищевого статуса населения ХМАО – Югра, с одной стороны, являются отражением негативной с гигиенических позиций структуры питания, с другой – приводят к формированию алиментарно-зависимой патологии, носящей (несмотря на сравнительно невысокий уровень) массовый характер.

Однако взаимодействие патогенных факторов и популяции людей протекает не в изолированных условиях, а в окружающей среде, при сочетанном влиянии множества факторов, природных и социальных, следовательно, третий поток информации – о факторах (условиях) среды. Также обязателен сбор информации о качестве и эффективности проводимых профилактических мероприятий (четвертый поток). Наконец, пятый и последний поток информации – о заболеваемости, смертности, инвалидизированности населения и сопровождающем эти явления социальном и экономическом ущербе.

Следовательно, структура информационного фонда СГМ в части надзора за питанием населения должна соответствовать этим информационным потокам. В настоящем исследовании приведен анализ ситуации по каждому из этих пяти потоков, результаты которого и явились теоретическим и практическим основанием для их включения в предлагаемую модель.

Предлагаемая модель обладает всеми признаками системы, включает ряд взаимосвязанных и взаимодействующих элементов (подсистем) и в то же время является подсистемой другой системы, более высокого уровня, системы управления алиментарно-зависимой патологией, выполняя в ней диагностические функции.

Аналитическая подсистема базируется на известных алгоритмах ретроспективного и оперативного эпидемиологического анализа, гигиенической диагностики.

Чрезвычайно важно указать участников системы надзора за питанием, хотя, очевидно, этот перечень будет неполным.

Первая подсистема: информационная:

1. Информация о питании населения (Роспотребнадзор, Росстат, ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи, региональный орган здравоохранения).

2. Информация о состоянии здоровья (пищевого статуса) населения (Роспотребнадзор как оператор системы СГМ).

3. Информация об условиях, способствующих формированию АОЗ (региональный орган здравоохранения, администрация субъекта РФ, Росстат, иные заинтересованные участники).

4. Информация об эффективности профилактики АОЗ (Роспотребнадзор и региональный орган здравоохранения).

5. Информация о заболеваемости населения (Роспотребнадзор и региональный орган здравоохранения).

Вторая подсистема: аналитическая (Роспотребнадзор (как координатор системы СГМ) и региональный орган здравоохранения).

Информация собирается с установленной кратностью, в электронном виде, в рамках СГМ и межведомственных соглашений, передается для анализа в отдел СГМ Роспотребнадзора.

Конечными результатами надзора за питанием населения является формулирование «санитарно-эпидемиологического диагноза», т.е. развернутого обоснованного заключения о состоянии питания и здоровья населения. Формулирование такого заключения является обоснованием для реализации собственно профилактических мероприятий. А итогом этих мероприятий должно являться снижение алиментарно-зависимой заболеваемости и повышение показателей качества жизни, связанного со здоровьем (истинные критерии) и улучшение показателей, характеризующих качество и безопасность пищевых продуктов (косвенный критерий).

### Список литературы

1. Агбалян Е.В. Прогностическая значимость факторов питания в формировании хронических неинфекционных заболеваний на Крайнем Севере. – М., 2005. – 40 с.
2. Буганов А.А. Оценка здоровья человека на севере с позиции профилактикалога // Материалы совещания «День главного врача». – Надым, 2003. – С. 111–117.
3. Влияние химического загрязнения продуктов питания на здоровье населения Ямало-Ненецкого Автономного округа / Д.В. Турчанинов, А.В. Бруснецова, В.В. Харьков, Э.А. Харькова // Экология человека. – 2012. – № 7. – С. 15–18.
4. Глушкова Л.И. Научное обоснование приоритетных направлений обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности населения в Северном регионе. – СПб., 2002. – 45 с.
5. Бузинов Р.В. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга в обеспечении государственного санитарно-эпидемиологического надзора на региональном уровне. – СПб., 2014. – 47 с.
6. Керимова М.Г. Реализация Концепции государственной политики здорового питания населения России на региональном уровне: формирование региональной политики и региональных программ. Методические аспекты разработки и реализации программ // Вопросы питания. – 2005. – № 1. – С. 3–9.
7. Онищенко Г.Г. Проблемы изучения влияния среды обитания на здоровье населения // Здоровье населения и среда обитания. – 2003. – № 1 (118). – С. 1–6.
8. Суханов Б.П. Питание в борьбе за выживание. – М.: Академкнига, 2003. – 224 с.
9. Турчанинов Д.В. Питание и здоровье сельского населения Сибири в современных социально-экономических условиях. – Омск, 2008. – 43 с.
10. Тутельян В.А. Концепция государственной политики в области здорового питания: научное обеспечение и практическая реализация // Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века: материалы IX Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2001. – Т. 1. – С. 703–708.

## **Влияние экологических факторов на динамику заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в Республике Башкортостан по данным социально-гигиенического мониторинга**

**Н.Х. Давлетнуров, Е.Г. Степанов,  
Г.Я. Пермина, А.С. Жеребцов**

Управление Роспотребнадзора по Республике Башкортостан,  
г. Уфа, Россия

Представлен анализ динамики, структуры, уровня заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований в Республике Башкортостан по данным социально-гигиенического мониторинга, проведена гигиеническая оценка факторов окружающей среды за 2014–2018 гг.

**Ключевые слова:** социально-гигиенический мониторинг, злокачественные новообразования, факторы окружающей среды.

Заболеваемость злокачественными новообразованиями (ЗНО) и смертность от них имеют огромное социально-экономическое значение для Республики Башкортостан. Кроме того, ЗНО являются экологически индикаторной патологией, высокоинформативным и социально значимым показателем состояния здоровья популяции в целом. Особенно актуальна в настоящее время проблема сохранения здоровья подрастающего поколения, когда увеличивается число факторов, неблагоприятно действующих на организм, в результате чего в последние десятилетия отмечается «омоложение» данной категории заболеваемости и смертности от них. Этот факт, прежде всего, связан с антропогенными изменениями внешней среды и формированием негативных стереотипов образа жизни. Также следует отметить возрастание доли инвалидов вследствие онкологического заболевания в общей численности лиц, впервые признанных инвалидами. По данным разных лет, на учете в Республиканском клиническом онкологическом диспансере Министерства здравоохранения Республики Башкортостан (РКОД МЗ РБ) состоит в среднем до 2,1 % от общей численности населения республики. К числу факторов, оказывающих прямое, косвенное или опосредованное влияние на динамику и структуру заболеваемости ЗНО, следует отнести как факторы окружающей среды (природные, антропогенные, природно-антропогенные), так и социально-экономические и демографические факторы, в том числе такие, как депопуляция и старение населения. В республике 19,6 % населения находится в нетрудоспособном возрасте (старше 60 лет), а, как известно, возрастной фактор существенно влияет на риски злокачественных новообразований, и уровень заболеваемости достигает пика в группе населения старше 70 лет. Антропогенные факторы оказывают определяющее влияние на заболеваемость ЗНО, что проявляется в снижении адаптационных возможностей организма.

Республика Башкортостан (РБ) является одним из ведущих индустриальных и сельскохозяйственных регионов Российской Федерации. РБ – один из основных



нефтедобывающих регионов страны, центр химической промышленности и машиностроения. Ведущими отраслями специализации являются топливная промышленность, химия и нефтехимия, электроэнергетика, металлургия, машиностроение, сельскохозяйственная, легкая и пищевая промышленности. В большинстве случаев их воздействие связано с загрязнением окружающей среды (атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, продовольственного сырья и продуктов питания) полициклическими ароматическими углеводородами, ароматическими аминами, аминокислотами, нитроаренами, нитрозосоединениями, тяжелыми металлами и их соединениями, волокнистыми и неволокнистыми силикатами и радионуклидами. Данные соединения, поступая в организм, оказывают токсическое, канцерогенное и мутагенное действия. Рост заболеваемости ЗНО среди населения РБ зависит от состояния окружающей среды. В РБ пагубное влияние на состояние здоровья оказывает плохая экологическая обстановка, обусловленная деятельностью предприятий нефтяной, нефтеперерабатывающей промышленности, горнодобывающего и горно-обогатительного производства. На здоровье населения сельских жителей влияет широкое применение в сельскохозяйственном производстве химических удобрений и гербицидов и т.д. [1].

Экологическая и медико-демографическая ситуация на территории РБ свидетельствует о том, что обстановка в промышленных центрах продолжает характеризоваться относительным неблагополучием, сформировавшимся не столько в результате кризисных явлений в экономике, сколько вследствие накопленных за многие десятилетия структурных деформаций хозяйственной деятельности, приведших к чрезмерной концентрации производства в городах, падению технологической дисциплины, использованию устаревшей технологии. В то же время гигиеническая оценка факторов окружающей среды показала, что за анализируемый период на территории РБ не выявлено случаев высокого и экстремально высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха населенных мест (кроме г. Сибай), питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, почвы, а также радиационного загрязнения. Не были зарегистрированы и экологически обусловленные заболевания, связанные с загрязнением окружающей среды. Вместе с тем, несмотря на общие положительные тенденции, остаются актуальными отдельные проблемы [2, 3]:

– увеличение удельного веса проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов, в том числе в концентрации 2,1–5,0 ПДК и более 5,0 ПДК;

– высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха: от 1,1–2,0 ПДК (города Салават, Стерлитамак, Благовещенск, Туймазы, Уфа), от 2,1–5,0 ПДК (города Салават, Стерлитамак, Уфа, Благовещенск), более 5,0 ПДК (города Уфа, Стерлитамак, Салават, Сибай) такими загрязняющими веществами, как: этилбензол, дигидросульфид, аммиак, бензол, взвешенные вещества, гидроксibenзол, гидрохлорид, диметилбензол, хлорбензол, диоксид азота, метилбензол, оксид углерода, этенилбензол, формальдегид, под потенциальным воздействием которых проживает более 30 % жителей РБ. Атмосферные загрязнения могут оказывать острое и хроническое специфическое и неспецифическое действие на организм человека. Наличие в воздухе вредных веществ, пыли, промышленных отходов вызывает болезни органов дыхания, острые респираторные заболевания, аллергии, рост злокачественных раковых новообразований, повышенную детскую смертность. Основная причина воз-

никновения новообразований – канцерогены, токсичные химические вещества, насыщающие окружающую среду;

– питьевая вода в отдельных населенных пунктах РБ не соответствует гигиеническим нормативам по жесткости, железу, сульфатам, показателям микробиологического загрязнения. Вред здоровью жителей связан с особенностями химического состава воды. Химические вещества, содержащиеся в питьевой воде в различных сочетаниях, часто являются «факторами малой интенсивности», способствующими увеличению частоты болезней, уже ранее распространенных среди населения;

– около 5 % населения отдельных муниципальных образований РБ проживают в условиях повышенного уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами (медь, цинк, никель). Также вся территория РБ является геохимической провинцией с недостатком микроэлементов фтора и йода. Восточная и юго-восточная части РБ, а это семь районов, являются естественными геохимическими провинциями с избытком железа, марганца, хрома, меди. Кроме того, для территории РБ характерен дефицит такого микроэлемента, как селен. Нарушение биохимического состава почвы приводит к изменению содержания в воде, растениях, организме животных и человека таких важных микроэлементов, как йод, кобальт, фтор, марганец, бор, стронций, и многих других. Помимо этого в почве накапливаются болезнетворные микроорганизмы, яйца и личинки червей, паразитирующих в организме человека и животных и вызывающих различные заболевания.

Несмотря на то что деятельность многих предприятий РБ не отличается прежней активностью, влияние их на окружающую среду и здоровье населения, обусловленное длительным предшествующим воздействием, продолжает играть значительную роль и проявляется в настоящее время. На это указывает рост числа заболеваний, отнесенных к экзозависимой патологии – на 3,2–73,2 % за последние пять лет по болезням сердечно-сосудистой системы, нервно-психическим, ЗНО, патологии беременности и родов, болезням органов дыхания, эндокринной системы, крови и кроветворных органов, кожи и подкожной клетчатки, врожденных пороков развития. Особой значимостью характеризуются злокачественные новообразования, которые обуславливают определенные социальные, материальные и социально-психологические проблемы населения, связанные с дорогостоящим лечением, длительной утратой трудоспособности, высоким уровнем инвалидизации и смертности. Рост ЗНО усугубляется также демографическими и социально-экономическими процессами, такими как депопуляция и старение населения, половозрастной состав, уровень жизни, миграция населения, динамика объемов промышленного производства, качество и доступность медицинской помощи. Кроме того, оптимизация сети лечебных учреждений привела к тому, что жители малых поселков и сел практически остались без возможности получить медицинскую помощь.

Эти данные свидетельствуют о необходимости масштабного развертывания профилактических мероприятий. В современном здравоохранении профилактика представляет собой наиболее целесообразную с экономической точки зрения долгосрочную стратегию борьбы против рака. По оценкам специалистов, до 80 % причин и факторов риска возникновения рака можно устранить, однако профилактические меры должны быть комплексными и постоянными.

Онкологическая служба в республике представлена: РКОД МЗ РБ; Республиканской детской клинической больницей; онкологическими отделениями в шести городских округах и поселениях (в городах Стерлитамак, Кумертау, Белорецк, Ок-

тябрьский, Салават, Нефтекамск), выполняющих функцию межрайонных центров для оказания специализированной онкологической стационарной помощи; муниципальными медицинскими онкологическими центрами (15 ед.) в муниципальных образованиях для оказания специализированной онкологической амбулаторно-поликлинической помощи; онкологическими койками круглосуточного пребывания в городских и районных больницах; первичными онкологическими кабинетами амбулаторно-поликлинических подразделений в медицинских организациях РБ [5].

В РБ развернуто 1026 коек для лечения онкологических больных, из них 847 онкологических для взрослых, 15 онкологических для детей и 164 радиологических. Обеспеченность онкологическими койками на уровне РФ.

В РБ работает врачей-онкологов – 191, из них онкологов детских – 3. Дефицит составляет 29,6 %, при этом занято штатных единиц 195 из 277, из них в поликлиниках – 106 из 177, в стационарах – 89 из 99.

РКОД МЗ РБ – ведущее медицинское учреждение, оказывающее онкологическую помощь населению РБ. Это лечебное учреждение на 640 коек круглосуточного пребывания, мощность – 313 посещений в смену.

В составе РКОД МЗ РБ 12 специализированных клинических отделений: торакальной хирургии, проктологическое, патологии молочной железы, урологическое, гинекологическое, патологии «голова – шея», противоопухолевой лекарственной терапии № 1, 2, отделение радиологии № 1, 2, 3, в том числе одно для амбулаторного лечения больных, онкологическое отделение паллиативной помощи и 11 вспомогательных отделений: рентгенодиагностики, эндоскопическое, УЗ-диагностики, радиоизотопной диагностики, радиологическое отделение № 4, 5, клиничко-диагностическая лаборатория, анестезиолого-реанимационное отделение, отделение переливания крови, операционный блок, патолого-анатомическое.

С 2014 г. в РБ уже внедрена скрининговая программа «Онкоконтроль», основная цель которой – повысить выявляемость злокачественных новообразований в ранней стадии заболевания. В рамках диспансеризации ежегодно выявляется до 0,04 % злокачественных новообразований. При проведении диспансеризации населения практически здоровыми были признаны только 25 %, остальные – с различными рисками заболеваний. Группа риска – как раз тот резерв по снижению смертности населения, с которым нужно активно работать врачам первичного звена, чтобы не допустить развития заболевания.

В 2017 г. в г. Уфе был проведен пилотный проект по раннему выявлению рака шейки матки методом жидкостной цитологии (число выявленных случаев предраковых заболеваний шейки матки II–III стадии – 99, число выявленных случаев рака – 17). В 2018 г. скрининг рака шейки матки продолжен по всей республике, а также начат пилотный проект по раннему выявлению колоректального рака в г. Уфе. Охватить скринингом запланировано не менее 86 тысяч человек группы риска в возрасте 49–74 лет.

В 2017 г. средняя стоимость (кассовое исполнение) одного пролеченного больного по территориальному фонду обязательного медицинского страхования (ТФОМС), плюс бюджет в стационаре онкодиспансера – 66,6 тысячи руб., средняя стоимость одного койко-дня 4,5 тысячи руб.

В рамках госпрограммы «Развитие здравоохранение в Республике Башкортостан на 2013–2020 годы» на лечение больным раком молочной железы и раком легкого выделено и освоено порядка 110,2 млн руб. Проведено 1268 курсов химиоте-

рапии, пролечено 744 пациента, в том числе 98 пациентов продолжают терапию, полностью завершили этап лекарственной терапии 182 пациента. В рамках программы планировалось обеспечить лекарственными препаратами 318 пациентов, пролечено 744 человека. Увеличение количества пролеченных пациентов стало возможным благодаря экономии средств по результатам конкурсных процедур.

В г. Уфе работает центр ядерной медицины, в котором установлено самое современное оборудование, также в 2017 г. началось строительство нового девятиэтажного лечебного корпуса РКОД МЗ РБ, который позволит обслуживать 450 пациентов ежедневно. Проектная стоимость объекта – 1,7 млрд руб. Новый корпус планируется ввести в эксплуатацию в конце 2019 – начале 2020 г. На данный момент первоочередной необходимостью является строительство пристроя к хирургическому корпусу на 240 коек. Строительство нового корпуса даст возможность в ближайшие 10 лет гарантировать специализированную медицинскую помощь онкологическим больным на современном научном и техническом уровне. В новом корпусе будет располагаться поликлиника, которая сможет обслуживать первичных больных со всей республики – до 13,0 тысячи человек и 80 % тех, кто обратился повторно.

В новый корпус переедут пять хирургических отделений, где проводятся полостные операции. Полностью обновится оборудование в палатах, перевязочных. Дополнительно РКОД будет доукомплектован современными компьютерными томографами и маммографами, а также рентгенкабинетом на три рабочих места. Будут развернуты две лаборатории – иммунологическая и бактериологическая, а также стерилизационное отделение.

К развитию онкологических заболеваний могут привести много причин и способствующих факторов, длительно действующих на организм, к их числу также относятся курение, особенности питания и образа жизни.

Между воздействием канцерогена и возникновением ракового заболевания проходит определенный скрытый период, продолжительность которого зависит от половых, возрастных и индивидуальных особенностей организма: типа нервной системы, состояния иммунной и эндокринной системы, а также подверженности организма к факторам окружающей среды. Большинство болеющих онкологическими заболеваниями – это люди старше 60 лет, так как пожилые люди, как правило, имеют множество хронических заболеваний внутренних органов (легких, почек, желудочно-кишечного тракта, печени и др.), которые являются предраковыми. Поэтому, своевременное лечение данных заболеваний является эффективной профилактикой онкологических заболеваний и, соответственно, смертности от них [4–6].

Каждый четвертый житель страны встречается в своей жизни с раковыми заболеваниями. Практически в каждой семье есть родственники, у которых обнаруживаются онкологические заболевания. В 2018 г. по данным Башкортостанстата среди основных классов причин смерти в РБ по-прежнему лидирующей остается доля умерших от болезней системы кровообращения – 44,5 % (в РФ – 46,3 %). Высокой остается доля умерших от новообразований – 14,6 %, от внешних причин – 8,3 %. В РБ от новообразований в 2018 г. умерло 7380 человек, или 181,9 на 100 тысяч населения (2017 г. – 7207 человек, или 179,5 на 100 тысяч населения) [4].

По данным РКОД МЗ РБ в 2018 г. в РБ взято на учет больных с впервые в жизни установленным диагнозом ЗНО – 13 094 человека. Заболеваемость за 5 лет выросла на 0,6 % и составила 322,3 на 100 тысяч населения, смертность – на 26,5 % и составила 181,9 на 100 тысяч населения (таблица, рис. 1).

## Динамика заболеваемости и смертности населения РБ от злокачественных новообразований в 2014–2018 гг., на 100 тысяч населения

Показатели	Год					Средний за 2014–2018 гг.	Темп прироста (снижения) в 2018 г. в сравнении, %	
	2014	2015	2016	2017	2018		со средним	с 2014 г.
Заболеваемость	320,4	321,4	324,8	334,2	322,3	324,6	-0,7	+0,6
Смертность	143,8	148,7	153,1	177,3	181,9	161,0	+13,0	+26,5
Болезненность	1884,4	1879,4	1946,4	1982,7	2067,1	1952,0	+5,9	+9,7



Рис. 1. Динамика заболеваемости и смертности населения РБ от злокачественных новообразований в 2014–2018 гг., на 100 тысяч населения

Средние уровни показателей заболеваемости больных онкологическими заболеваниями, рассчитанные для указанного периода, в различных муниципальных образованиях РБ значительно отличались: более высокие показатели заболеваемости характерны для крупных промышленных центров и на территориях со значительным удельным весом лиц пожилого и старческого возрастов. В муниципальных образованиях показатель варьируется от 181,5 (Бурзянский район) до 430,5 на 100 тысяч населения (Бакалинский район). Также наиболее высокие показатели заболеваемости населения онкологическими заболеваниями в 2018 г. отмечены в Ермакеевском (429,6), Стерлибашевском (413,2), Татышлинском районах (409,6), г. Салавате (393,2), Илишевском (390,2), Кугарчинском (385,5), Аургазинском (385,0), Шаранском (384,2), Давлекановском (379,2), Чекмагушевском (369,7), Альшеевском (364,7), Краснокамском районах (363,8), г. Кумертау (363,7), Архангельском (359,4), Благоварском районах (359,3), городах Агидель (354,3), Уфе (353,8), Миякинском (353,0), Нуримановском (352,9), Бураевском (351,7), Аскинском (345,1), Дюртюлинском (345,0), Буздякском (344,0), Балтачевский (330,8), Мелеузовском (330,5), Мечетлинском (330,3), Белорецком (329,6), Туймазинском районах (323,9) (на 100 тысяч населения) (рис. 2).

На конец отчетного 2018 г. в РБ состоит под диспансерным наблюдением – 83 992 человека. Болезненность за пять лет выросла на 9,7 % и составила 2067,1 на 100 тысяч населения (2014 г. – 1884,4); в муниципальных образованиях РБ она варьируется от 956,0 (Бурзянский район) до 3157,1 на 100 тысяч населения (г. Салават). Также наиболее высокие показатели заболеваемости населения онкологическими заболеваниями в 2018 г. отмечены в Белорецком районе (2677,0), городах Кумертау (2505,7), Уфе (2446,2), Агидель (2346,4), Бураевском (2192,6), Альшеевском (2185,7),

Миякинском (2185,5), Давлекановском (2172,2), Чекмагушевском (2144,1), Стерлибашевском районах (2143,9), городах Межгорье, (2110,2), Стерлитамаке (2100,3), Балтачевском (2080,7) (на 100 тысяч населения) (рис. 3).

Смертность от новообразований в 2018 г. выросла на 17,1 %, за пять лет – на 26,5 % и составила 161,0 на 100 тысяч населения.

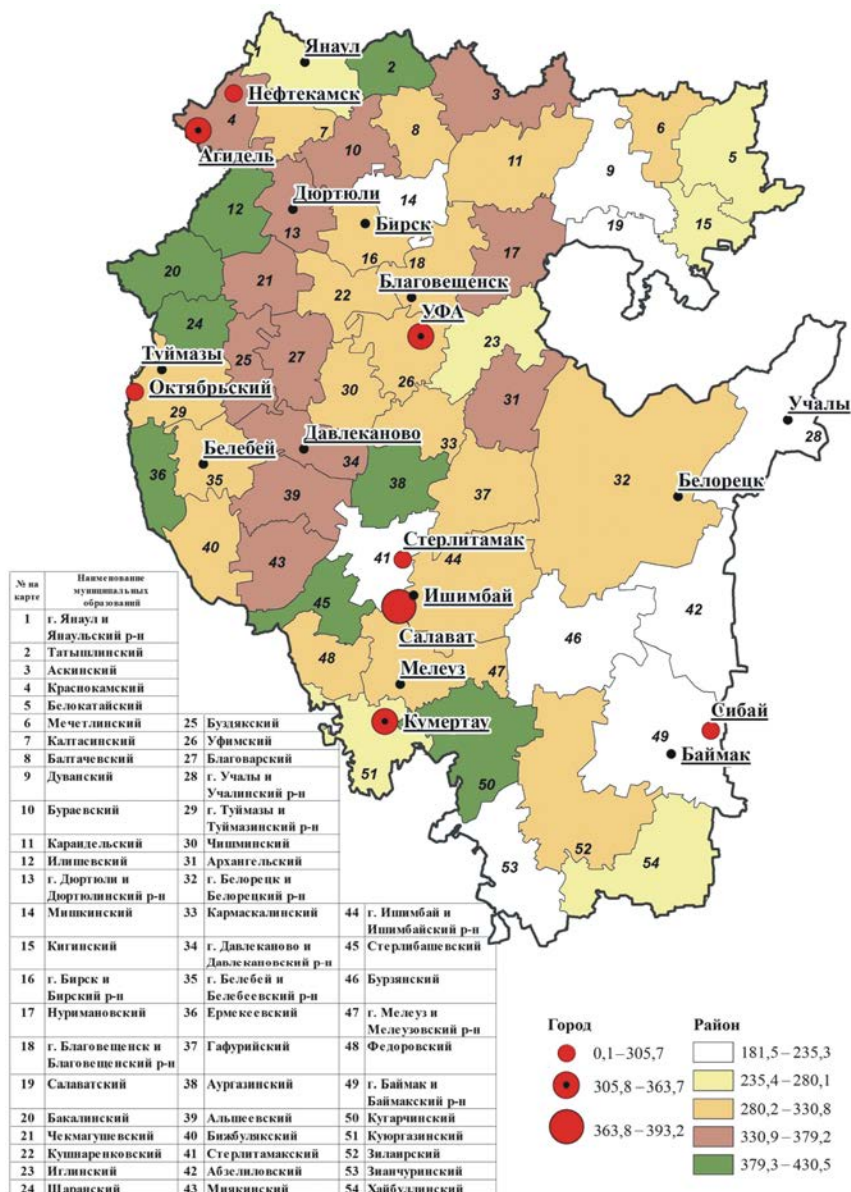


Рис. 2. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения Республики Башкортостан в 2018 г., на 100 тысяч населения

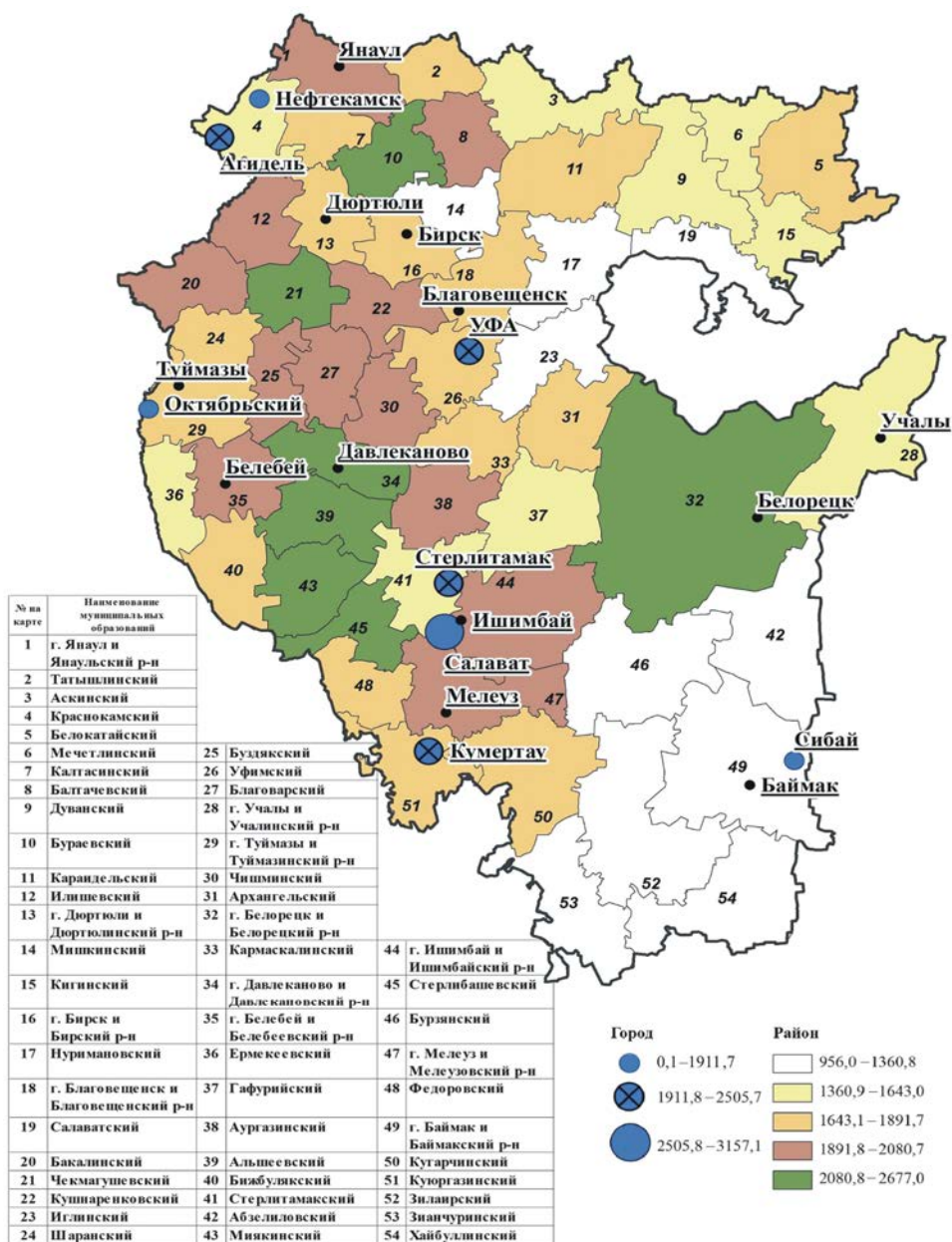


Рис. 3. Болезненность злокачественными новообразованиями населения Республики Башкортостан в 2018 году, на 100 тысяч населения

В структуре заболеваемости в целом по РБ на первом месте находятся злокачественные новообразования молочной железы (12,7 %), на втором – трахеи, бронхов, легкого (11,1 %), на третьем – другие новообразования кожи (8,8 %), на четвертом – предстательной железы (7,0 %).

Как у мужчин, так и у женщин максимальное число заболевших приходится на возрастную группу 55–69 лет. Различия возрастной структуры заболеваемости мужского и женского населения проявляются отчетливо после 30 лет. Удельный вес больных в возрасте 30–59 лет в группе заболевших женщин выше, чем в группе заболевших мужчин. Рост доли лиц пожилого возраста (75–84 лет) более выражен в женской популяции в связи с аномально высокой смертностью мужчин трудоспособного возраста от неонкологических заболеваний. Оценка реального роста заболеваемости зависит в основном от двух обстоятельств: процесса постарения населения и специфики возрастной особенности вероятности заболеть отдельными формами новообразований.

В 2018 г. в РБ большинство случаев злокачественных новообразований выявлено на I–II стадиях развития – 59,0 %, на III и IV стадиях – 25,0 и 26,3 % соответственно. Кроме того, выявляемость больных злокачественными новообразованиями на ранних стадиях опухолевого процесса в РБ характеризуется менее благоприятной картиной, чем по России в целом.

Особенно важными являются данные о заболеваемости злокачественными новообразованиями детей – в силу более высокой, чем у взрослых, чувствительности к действию канцерогенных факторов окружающей среды, что объясняется, в том числе, особенностями их возрастного поведения и более высокими энергетическими затратами и уровнями метаболизма. В 2018 г. в РБ зарегистрировано 95 случаев впервые выявленных злокачественных новообразований или 7,6 на 100 тысяч детского населения (2014 г. – 85; 2015 г. – 107; 2016 г. – 91; 2017 г. – 97). Заболеваемость злокачественными новообразованиями у детей в РБ за пять лет снизилась на 32,7 %. На конец 2018 г. состоят под диспансерным наблюдением – 653 ребенка.

Анализ показателей динамики и структуры злокачественных новообразований населения РБ, в том числе детского, показал достоверный рост заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований. Загрязнение среды обитания, по данным социально-гигиенического мониторинга, характеризуется сравнительно невысокими уровнями и связано в основном с длительным предшествующим антропогенным воздействием, в том числе канцерогенным. При этом относительно высокими уровнями заболеваемости и темпами прироста новообразований у детей характеризуются не только крупные промышленные города республики, относящиеся к территориям риска, такие как Уфа, Стерлитамак, Салават и др., но и отдаленные сельские районы, традиционно считающиеся экологически чистыми.

Наиболее эффективными мероприятиями, снижающими онкологическую заболеваемость, являются борьба с курением, изменение питания, снижение ультрафиолетового облучения, массовые профилактические осмотры (скрининг), распространение рекомендаций, повышающих уровень гигиенической культуры населения (санитарно-просветительная работа). Профилактика рака сегодня должна включать, кроме целенаправленных природоохранных мероприятий, направленных на снижение загрязнения среды обитания канцерогенно-опасными веществами, мероприятия по повышению гигиенической культуры населения и повышению мотивации жителей РБ к здоровому образу жизни. Профилактика представляет собой наиболее целесообразную с экономической точки зрения долгосрочную стратегию борьбы против рака. Профилактические мероприятия эффективны вдвойне, поскольку они также способствуют профилактике других хронических болезней, развитие которых обусловлено теми же факторами риска.



**Выводы.** Таким образом, ЗНО являются экологически индикаторной патологией, высокоинформативным и социально значимым показателем состояния здоровья популяции в целом. Важной задачей в решении региональных медико-экологических проблем является: дальнейшее изучение особенностей формирования онкопатологии населения, выявление и комплексная оценка факторов риска для здоровья населения, установление приоритетных факторов формирования здоровья популяции, противораковая просветительская работа среди населения, создание нормативно-правовой и методической основы первичной профилактики рака, прогнозирование экологогигиенической ситуации и, как результат, – разработка комплекса профилактических мероприятий, основной целью которых является снижение онкологической заболеваемости и смертности населения РБ.

В связи с вышеизложенным предлагаем провести следующие эффективные мероприятия:

- выявление и учет предприятий, учреждений, производств, технологических процессов, отдельных цехов и производственных участков, на которых работники могут подвергаться, подвергаются или подвергались воздействию химических канцерогенных факторов, и принятие решений для устранения выявленных нарушений санитарного законодательства;
- проведение гигиенического воспитания и обучения с работниками, занятыми на канцерогенно-опасном производстве;
- улучшение ранней диагностики злокачественных новообразований, повышение онкологической настороженности первичного звена врачей и внедрение четкой маршрутизации в диагностику и лечение больных;
- пропаганда здорового образа жизни;
- совершенствование санитарно-просветительской противораковой пропаганды среди населения.

### Список литературы

1. Анализ заболеваемости и смертности населения Республики Башкортостан от злокачественных новообразований по показателям социально-гигиенического мониторинга в 2013–2017 годах [Электронный ресурс]. – URL: <http://02.rosпотребnadzor.ru/content/136/37374> (дата обращения: 20.03.2019).
2. Заболеваемость злокачественными новообразованиями как индикатор медико-экологической безопасности территорий (на примере Республики Башкортостан) / Н.Х. Давлетнуров, Е.Г. Степанов, А.С. Жеребцов, Г.Я. Пермина // Медицина труда и экология человека. – 2017. – № 2. – С. 53–64.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году по Республике Башкортостан: материалы к Государственному докладу. – Уфа: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан, Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан», 2019. – 277 с.
4. Основные показатели онкологической службы Республики Башкортостан за 2018 год / Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Республиканский клинический онкологический диспансер» Министерства здравоохранения Республики Башкортостан. – Уфа, 2019.

5. Экологическая обусловленность распространения онкологических заболеваний в Республике Башкортостан / Н.Х. Давлетнуров, Е.Г. Степанов, Г.Я. Пермина, А.С. Жеребцов // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического и защиты прав потребителей: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2018. – С. 43–50.

6. Эколого-гигиеническая оценка влияния горнорудной промышленности на качество окружающей среды и здоровье населения / Т.К. Валеев, Р.А. Сулейманов, З.Б. Бактыбаева, Н.Р. Рахматуллин, Н.Х. Давлетнуров, Д.Е. Иванов, В.Ф. Спириин // Научно-практический и учебно-методический журнал «Безопасность жизнедеятельности». – 2018. – № 5 (209). – С. 14–18.

## **Перспективы применения в Республике Беларусь количественной оценки микробиологических рисков, ассоциированных с питьевой водой**

**Е.В. Дроздова, Т.В. Амвросьева, В.В. Бурая,  
В.В. Гирина, Д.С. Грек**

РУП «Научно-практический центр гигиены»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Одним из направлений совершенствования надзора за безопасностью питьевого водоснабжения является внедрение методов оценки рисков здоровью населения. Согласно международным рекомендациям (ВОЗ), количественная оценка микробиологических рисков представляет собой эффективный инструмент, позволяющий на научно-доказательной основе управлять риском передачи через воду инфекционных заболеваний. Приведены основные аспекты данной методологии и перспективы применения в Республике Беларусь.

**Ключевые слова:** питьевая вода, количественная оценка микробиологических рисков, референтные патогены, безопасность.

Учитывая достигнутый уровень высокого охвата населения Республики Беларусь централизованными системами питьевого водоснабжения и эффективность действующей системы государственного надзора, настоящий уровень санитарно-эпидемиологического благополучия населения в области питьевого водопользования характеризуется отсутствием вспышек водно-ассоциированных инфекционных заболеваний с 2003 г., что позволяет говорить о надлежащем уровне защиты населения и низких рисках здоровью. За последние годы система совершенствовалась, разработаны и внедрены в практику требования качества и безопасности упакованных вод, актуализируются показатели химической безопасности питьевых вод, требования к мониторингу в системах водоснабжения. В то же время действующая система регламентации безопасности питьевого водопользования, основанная на

традиционных походах, не в полной мере отвечает современным тенденциям совершенствования нормативной правовой базы. Современные тенденции в нормативно-правовой базе (Декрет № 7 от 23 ноября 2017 г. «О развитии предпринимательства», изменения в Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», вступление Республики Беларусь в ВТО) требуют совершенствования подходов гигиенической регламентации, главным образом по пути внедрения методологии количественной оценки рисков здоровью. В Республике Беларусь наиболее проработан вопрос о проведении оценки рисков здоровью, связанных с химическим фактором. Аспекты оценки микробиологических рисков, ассоциированных с водным фактором, в нашей стране не изучались, национальная методология оценки рисков здоровью от микробиологического фактора в питьевой воде отсутствует, что не позволяет на доказательной основе с учетом современного уровня знаний:

- обосновать эффективность выбора метода водоподготовки (дезинфекции) и технологии водоподготовки в целом с учетом оптимального «баланса» рисков здоровью, ассоциированных с микробиологическим и химическим факторами;
- сравнить альтернативные варианты управления рисками;
- оценить бремя болезней, потенциально ассоциированных с водным фактором;
- применить полученные данные к оценкам стоимости болезни и оценке затрат – выгод стратегий контроля риска.

Традиционная оценка безопасности питьевой воды в эпидемическом отношении проводится по перечню индикаторных показателей безопасности (фекальных индикаторных бактерий). В то же время по данным проведенных оценок (научных и результатов текущего мониторинга в странах) показано, что такая система не в полной мере позволяет обеспечить безопасность, поскольку:

1) контроль воды, подаваемой населению, только по индикаторным бактериологическим показателям недостаточен в связи с тем, что вирусы и паразиты являются значительными микробиологическими опасностями в питьевой воде; их судьба и транспорт в окружающей среде и процессы водоочистки существенно отличаются от фекальных индикаторных бактерий (ФИБ). При этом вспышки водно-обусловленных заболеваний происходили в то время, когда вода соответствовала нормативам по фекальным индикаторным бактериям.

Российскими учеными [1] поднимается вопрос о снижении эпидемической и санитарно-гигиенической надежности используемых индикаторных микробиологических показателей безопасности (общие колиформные бактерии (ОКБ), термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ)) в сравнении с используемыми ранее (глюкозоположительные кишечные палочки (ГПКП)), что сопровождается возрастанием заболеваемости острыми кишечными инфекциями (ОКИ), обусловленными водным фактором, в том числе неустановленной этиологии. Данный аспект созвучен с заключениями американских и европейских ученых на основании данных мониторинга (по данным американских аналитиков в период 1991–1998 гг. на трех территориях США более половины из 126 водных вспышек ОКИ происходили при нулевых значениях ОКБ и ТКБ, что не позволило предотвратить случаи заболевания населения и вспышечную заболеваемость);

2) к тому времени, как исследования по ФИБ выявляют проблему для здоровья (длительность исследований – 3 суток), экспозиция уже произошла (запоздалая информированность – *to little, too late*).

Одним из перспективных направлений совершенствования системы надзора за безопасностью питьевого водоснабжения в международной практике представляется применение в дополнение к традиционному надзору методологии оценки риска, в частности количественной оценки микробиологических рисков (КОМР).

КОМР представляет собой высокоэкспертный научный проактивный инструмент, сочетающий имеющиеся системные данные об экспозиции человека (количество попавших в организм патогенов) в комбинации с моделями дозозависимой реакции для расчетов вероятности инфицирования в результате воздействия находящихся в питьевой воде патогенов. Для оценки бремени болезней могут использоваться данные эпидемиологического надзора относительно частоты бессимптомных инфекций, а также продолжительности и степени тяжести заболевания.

Специфическая роль КОМР в поддержке управления безопасностью воды широко продемонстрирована в научной литературе [2–7]. Полученные результаты могут быть доказательной базой для:

- принятия управленческих решений по совершенствованию систем питьевого водоснабжения;
- установления целевых показателей эффективности используемых технологий водоподготовки на основе рисков здоровью;
- приоритизации мер по управлению рисками, в том числе обоснования инвестиций в системы водоснабжения.

Особую значимость применению КОМР придает возможность сопоставительной оценки водно-ассоциированных рисков здоровью от микробиологического и химического фактора (побочные продукты дезинфекции, мышьяк), сравнения альтернативных вариантов управления рисками, а также возможность оценки бремени болезней, передаваемых через воду, применения полученных данных с оценками стоимости болезни и оценке «затраты – выгоды» стратегий контроля риска.

КОМР может служить основой для различных уровней управления рисками – от требований безопасности воды, стратегий и политики до приоритетов управления конкретными системами водоснабжения.

Учитывая вышеизложенные аспекты, тенденции совершенствования нормативно-правовой базы в республике, задачи по разработке методического сопровождения реализации Целей устойчивого развития на национальном уровне, разработка методики количественной оценки микробиологических рисков является актуальной в настоящее время и требует научной проработки.

Это предполагает обоснование методических и технологических подходов к анализу, идентификации и оценке потенциальных опасностей, связанных с микробиологическим фактором (приоритетные вирусы, бактерии, простейшие) в воде источников питьевого водоснабжения, применимых в условиях республики. На основании углубленного анализа лабораторных данных о распространенности, таксономической и количественной характеристике микробиоты в воде источников и систем питьевого водоснабжения будет научно обоснован перечень репрезентативных референтных микроорганизмов-патогенов (бактерий, вирусов и простейших) для проведения анализа риска здоровью, ассоциированного с микробиологическим фактором в питьевой воде. На основании проведенного научного поиска и результатов собственных лабораторных исследований будут обоснованы: модели расчета уровней экспозиции (количества попавших в организм патогенов) микробиологическим фактором, учитывающие особенности источника водоснабжения

и применяемые контрольные меры (барьеры), направленные на снижение изначальной контаминации, их эффективность (факторы окружающей среды, технологические барьеры в системах водоснабжения), возможность повторной контаминации в системах водоснабжения; модели дозозависимой реакции для расчета вероятности инфицирования в результате воздействия референтных микроорганизмов в питьевой воде с целью количественной оценки рисков здоровью. На основании разработанных моделей для расчета экспозиции в комбинации с моделями дозозависимой реакции будут обоснованы подходы к количественной оценке микробиологических рисков, приемлемые уровни риска здоровью от воздействия микробиологического фактора в воде, критерии оценки эффективности технологических барьеров для снижения микробиологических рисков на основании применения индикаторных микроорганизмов, критерии оценки бремени болезней от микробиологического фактора в питьевой воде для установления health based нормативов. Планируется формализация метода количественной оценки риска здоровью, ассоциированного с микробиологическим фактором в питьевой вод, в инструкции по применению.

### Список литературы

1. Сравнительная оценка санитарно-эпидемической значимости индикаторных колиформных показателей качества питьевой воды / Ю.А. Рахманин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95 (5). – С. 582–588.
2. Bichai F., Smeets PWMH. Using QMRA-based regulation as a water quality management tool in the water security challenge: experience from the Netherlands and Australia // *Water Res.* – 2012. – Vol. 47. – P. 7315–26.
3. Medema G., Smeets P. Quantitative risk assessment in the water safety plan: case studies from drinking water practise // *Water Sci. Technol. Water Supply.* – 2009. – Vol. 9 (2). – P. 127–132.
4. Payment P. Assessing waterborne health risks through quantitative risk assessment models. Laval: Centre INRS Institut Armand-Frappier [Электронный ресурс]. – 2013. – URL: <http://www.cwn-rce.ca/assets/Uploads/Payment-Assessing-Waterborn-Health-Risks-QMRA-2014-Report.pdf> (дата обращения: 16.11.2016).
5. Petterson S.R., Ashbolt N.J. Exposure assessment // Yates M.V., Nakatsu C.H., Miller R.V., Pillai S.D. eds. *Manual of environmental microbiology*, 4th edition. – Washington (DC): ASM Press. – 2015. – P. 3.5.2-1–3.5.2-18. DOI: 10.1128/9781555818821.ch3.5.2
6. Practical applications of quantitative microbial risk assessment (QMRA) for water safety plans / P.W. Smeets, L.C. Rietveld, J.C. van Dijk, G.J. Medema // *Water Sci. Technol.* – 2010. – Vol. 61 (6). – P. 1561–8.
7. Zero risk does not exist: lessons learned from microbial risk assessment related to use of water and safety of fresh produce / A. De Keuckelaere, L. Jacxsens, P. Amoah, G.J. Medema, P. McClure, L.A. Jaykus [et al.] // *Compr. Rev. Food. Sci. Food. Saf.* – 2015. – Vol. 14 (4). – P. 387–410.

## Негативное влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения в Республике Беларусь

Л.И. Карпук, А.Ч. Спургияш

РУП «Научно-практический центр гигиены»,  
ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии  
и общественного здоровья»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Состояние окружающей среды, характеризующееся значительными уровнями загрязнения атмосферного воздуха веществами, оказывает значительное влияние на здоровье человека.

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, загрязнение окружающей среды.

Загрязнение атмосферного воздуха, обуславливающее его влияние на здоровье населения, является одной из актуальных гигиенических проблем.

Государственная политика Республики Беларусь в области охраны окружающей среды в соответствии с Конституцией Республики Беларусь направлена на обеспечение прав граждан на благоприятную окружающую среду как основное условие устойчивого социального и экономического развития страны.

Проблема загрязнения атмосферного воздуха характерна главным образом для городов и промышленных центров. Для городов, особенно крупных, где размещаются основные источники вредных воздействий – промышленные предприятия, опасные производственные объекты и постоянно растущий транспорт, характерны повышенные нагрузки на окружающую среду и здоровье населения, создающие дополнительные экологические риски. В подавляющем большинстве среднегодовое содержание загрязняющих веществ не превышает гигиенических нормативов, при неблагоприятных метеорологических условиях в 0,3–1,6 % случаев регистрируются превышения нормативов по максимально разовым концентрациям контролируемых ингредиентов. Основными загрязняющими веществами выступают формальдегид, суммарные твердые частицы, оксид углерода, диоксид азота, сероводород и некоторые другие.

По данным Национального доклада «Состояние окружающей среды Республики Беларусь» (Минск, 2017) в 2017 г. объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и мобильных источников (сокращение в 2020 г. на 2,7 % к уровню 2015 г.) составил 1 243,0 тысячи тонн.

Показатель удельного валового выброса загрязняющих веществ в Республике Беларусь составляет 7,7 т/км<sup>2</sup>, что ниже по сравнению со странами Содружества Независимых Государств (8,3–16,0 т/км<sup>2</sup>) и сопоставим со странами Европейского союза (5,5–9,0 т/км<sup>2</sup>).

Среди стационарных источников выбросов в атмосферный воздух основной вклад вносят организации энергетики, химической и нефтехимической промышленности, литейное производство и промышленность, строительные материалы.

В целом для Республики Беларусь характерно снижение количества выбросов от всех (мобильных и стационарных) источников. При этом доля мобильных источников в выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух составляет 71–75 % валового объема выбросов, ежегодная тенденция к снижению выбросов от мобильных источников составляет в целом 19 %. В общем объеме содержания загрязняющих веществ в окружающей среде (сера, окисленный азот, свинец, кадмий, ртуть) доля трансграничного воздушного переноса сохраняется в пределах 70–90 % [2].

Эффективное лабораторное сопровождение деятельности санитарно-эпидемиологической службы является важным моментом в рамках совершенствования системы профилактических мероприятий по предупреждению возникновения неинфекционных заболеваний, связанных с воздействием факторов окружающей среды.

По данным Государственного доклада «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Беларусь за 2017 год» специалистами санитарно-эпидемиологической службы отобрано и проанализировано 80 706 проб атмосферного воздуха, в том числе 73 358 на территории городских поселений и 7348 – на территории сельских. В целом 0,19 % отобранных проб не соответствовали установленным требованиям, при этом качество воздуха сельских населенных пунктов выше, чем городских (0,05 и 0,20 % отобранных проб соответственно). Благодаря проводимой работе в последние годы удалось добиться снижения удельного веса проб атмосферного воздуха, не отвечающих установленным нормативам (превышающих максимальную разовую предельно допустимую концентрацию (ПДК)), с 0,70 % в 2012 г. до 0,19 % в 2017 г.

Распределение количества нестандартных проб в 2017 г. было следующим: г. Минск – 0,50 % (2016 г. – 0,64 %), Брестская область – 0,16 %, (в 2016 г. – 0,07 %), Гомельская область – 0,10 % (в 2016 г. – 0,12 %), Минская область – 0,06 % (в 2016 г. – 0,0 %). На территории Витебской, Гродненской и Могилевской областей превышений ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе не выявлено.

Результаты анализа динамики проб атмосферного воздуха показали, что в период 2012–2017 гг. произошло снижение удельного вес проб атмосферного воздуха, в которых содержание химических веществ превышает 5 ПДК более чем в 2 раза (с 1,5 % в 2012 г. до 0,7 % в 2017 г.).

В структуре выбросов основное место занимают такие вещества, как формальдегид и пыль, превышение ПДК которых зарегистрировано в 1,8 и 0,2 % случаев соответственно. При этом за период с 2012 по 2017 г. наблюдается снижение количества проб воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию пыли (с 65 до 20 проб) и формальдегида (с 243 до 119 проб).

Длительное проживание в условиях загрязненного атмосферного воздуха приводит к постоянному воздействию на организм человека низкодозовых концентраций химических веществ, что может в дальнейшем способствовать развитию заболеваний. Для оценки такого воздействия используется понятие среднесуточной ПДК (ПДК<sub>сс</sub>) – концентрация загрязняющего вещества, которая не оказывает на организм человека прямого или косвенного действия при постоянном и длительном вдыхании. В соответствии с лабораторными данными государственного санитарного надзора за период с 2012 по 2017 г. превышений ПДК<sub>сс</sub> за год по всем нормируемым показателям не выявлено.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) загрязнение окружающей среды является одним из важнейших факторов развития неинфекцион-

ных заболеваний населения (НИЗ), которые в Европейском регионе формируют более 80 % случаев смерти, связанных с воздействием факторов риска окружающей среды. На долю этого фактора приходится около четверти (24 %) всех случаев смерти среди взрослого населения от болезни сердца, 25 % – от инсульта, 43 % – от хронической обструктивной болезни легких и 29 % – от рака легких [3].

В мире 95 % городского населения дышит сильно загрязненным воздухом. Загрязнение воздуха мелкими частицами сокращает среднюю ожидаемую продолжительность жизни при рождении на Земле примерно на год, в наиболее загрязненных странах Азии и Африки – на 1,5–2 года, а в Беларуси – на 11,5 месяца. Исследование об этом опубликовано в *Environmental Science & Technology Letters*.

Частицы пыли и других аэрозолей в воздухе размером менее 2,5 микронметра –  $PM_{2.5}$  – опасны для здоровья человека: с загрязнением воздуха связывают болезни легких, сердечно-сосудистой системы и преждевременную смерть. ВОЗ рекомендует ограничивать уровень загрязнения такими частицами 10 микрограммами на кубический метр воздуха: этот норматив выполняется в некоторых странах, например в Канаде, но для большинства стран он пока недостижим.

Авторы нового исследования в рамках проекта *Global Burden of Disease* Джошуа Апт (Joshua Apte) из Университета штата Техас вместе с коллегами показали, как загрязнение  $PM_{2.5}$  влияет на продолжительность жизни в 185 странах (такой подход они сочли более понятным, чем расчет смертности).

Оказалось, что в среднем такое загрязнение воздуха снижает среднюю ожидаемую продолжительность жизни на 1,03 года; для сравнения: курение табака снижает ее на 1,82 года, плохое качество питьевой воды – на 0,57 года, а нездоровое питание – на 2,67 года. Достижение ПДК, установленной ВОЗ, вернуло бы 0,6 года (даже такой низкий уровень загрязнения не полностью безопасен для здоровья) – такого же эффекта для средней продолжительности жизни можно добиться, искоренив рак легкого и рак груди.

Даже в странах с относительно чистым воздухом, вроде США, Евросоюза и Австралии, уровень загрязнения  $PM_{2.5}$  достаточен для того, чтобы отнимать у жителей этих стран несколько месяцев жизни. Для большинства развитых стран сокращение продолжительности жизни составило не более полугода. В Беларуси, по расчетам авторов, загрязнение воздуха отнимает 0,9473 года – около 11,5 месяца от ожидаемой продолжительности жизни в 73,6 года.

В 42 странах, в основном в Азии и Африке,  $PM_{2.5}$  сокращают жизнь более чем на год. Особенно сложная ситуация наблюдается в Южной Азии, где загрязнение воздуха влияет на продолжительность жизни и смертность сильнее, чем все виды рака в совокупности. Если полностью устранить риск для здоровья от загрязнения, шансы дожить до 85 лет для 60-летних азиатов увеличились бы на 15–20 %.

В 2016 г. Республика Беларусь подтвердила приверженность Целям устойчивого развития (ЦУР), принятым Генеральной ассамблеей ООН в рамках «Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» в отношении неинфекционных заболеваний.

Государственная программа «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2016–2020 гг., утвержденная постановлением Совета министров Республики Беларусь № 200 от 14.03.2016 г., включила целый ряд позиций для достижения качественно нового уровня здоровья нации в рамках реализации ЦУР.



В то же время в условиях глобальных тенденций нарастания социального и экологического груза для Беларуси, как и для стран Европы, характерна избыточность неинфекционной заболеваемости, которая на сегодня является ведущей причиной экономических потерь от смерти людей, возникающей нетрудоспособности и затрат на медицинские мероприятия [1].

Наиболее актуальными для Республики Беларусь остаются проблемы, связанные с высокими уровнями распространенности сердечно-сосудистой и онкологической патологий. В то же время при росте сердечно-сосудистой заболеваемости с 2010 г. наметилась тенденция к снижению смертности от таковой, а онкологическая смертность за последние 10 лет стабилизировалась на фоне роста числа случаев онкозаболеваний. Что касается заболеваемости органов дыхания, то начиная с 1996 г. она приобрела стабильный уровень, а смертность снизилась более чем в 2 раза [3].

В задачах по реализации ЦУР вопросы здоровья населения и создания благоприятной окружающей среды занимают центральное место, что предполагает повышение ответственности органов власти и всех субъектов социально-экономической деятельности за разработку и реализацию территориальных стратегий здоровья на основе предлагаемых сектором здравоохранения профилактических мероприятий. В связи с чем необходимо внедрение в практику новых организационно-технологических решений с использованием методологии оценки риска по совершенствованию гигиенической оценки химической нагрузки, оказывающей влияние на здоровье населения.

В соответствии с законом Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в целях сохранения и укрепления здоровья в республике предусматриваются мероприятия по предупреждению неблагоприятного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения.

Важнейшей задачей гигиены окружающей среды является совершенствование системы управления качеством атмосферного воздуха, научной основой которого служит гигиеническое нормирование.

В 2018 г. в рамках реализации Декрета Президента Республики Беларусь № 7 от 23.11.2017 г. «О развитии предпринимательства» была проведена масштабная работа по совершенствованию нормативно-правовой базы: специалистами Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» разработан проект постановления Совета министров Республики Беларусь» «Об утверждении гигиенических нормативов «Показатели безопасности и безвредности продукции и факторов среды обитания человека», в который включены главы «Показатели безопасности и безвредности атмосферного воздуха», «Показатели безопасности и безвредности аэроионного состава воздушной среды производственных и общественных помещений», в которых изложены гигиенические требования к показателям безопасности и безвредности факторов среды обитания человека.

В целях сохранения здоровья населения в Республике Беларусь наиболее актуальными задачами на перспективу считаем дальнейшее научно-методическое сопровождение системы управления безопасностью среды обитания для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, совершенствование методологии анализа рисков здоровью.

### Список литературы

1. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] / утв. указом Президента Республики Беларусь № 575 от 9 ноября 2010 г. – URL: <http://kgb.by/ru/ukaz575> (дата обращения: 23.03.2019).
2. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь, 2017: стат. сб. [Электронный ресурс] / Нац. статист. ком. Респ. Беларусь. – URL: <http://www.belstat.gov.by/oftsialn> (дата обращения: 23.03.2019).
3. Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в Республике Беларусь STEPS 2016 / Европ. регион. бюро ВОЗ. – Минск, 2017. – 250 с.

## Гигиенический анализ потенциальных рисков причинения вреда здоровью при осуществлении деятельности по централизованному водоснабжению населения

**С.В. Клейн<sup>1,2</sup>, Н.В. Зайцева<sup>1,2,3</sup>,  
А.С. Сбоев<sup>4</sup>, С.А. Вековшина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера»,

г. Пермь, Россия

<sup>4</sup> ФБУЗ «Информационно-методический центр» Роспотребнадзора,  
г. Москва, Россия

Показано, что вопросы возможного негативного влияния хозяйственной деятельности субъектов по обеспечению централизованного питьевого водоснабжения на здоровье населения при несоблюдении требований санитарного законодательства продолжают оставаться актуальными. По относительному показателю среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения («Сбор и очистка воды ...», «Распределение воды ...») занимает приоритетные позиции (первое и второе место) в группе «Деятельность в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» ( $6,10 \cdot 10^{-3}$  и  $5,08 \cdot 10^{-3}$  соответственно). Нарушение требований 52-ФЗ по ст. 19 при осуществлении централизованного водоснабжения формирует потенциальный риск причинения вреда здоровью в виде заболеваний мочеполовой, эндокринной, нервной, костно-мышечной систем, болезней органов пищеварения, крови, новообразований, инфекционных и паразитарных заболеваний ( $u^i = 0,00191-0,03088$ ). Наибольшее количество хозяйствующих субъектов высоких категорий (более 73 % от общего количества субъектов 1-й и 2-й категорий), осуществляющих деятельность по централизованному водоснабжению населения, располо-

жено в Приволжском, Центральном и Сибирском федеральных округах. Качество питьевой воды, подаваемой потребителям услуг при осуществлении централизованного водоснабжения, не соответствует гигиеническим нормативам по санитарно-химическим (2018 г. – 13,01 %), микробиологическим (2,77 %) и паразитологическим (0,12 %) показателям и формирует по данным 2014–2018 гг. около 1,4–2,1 млн дополнительных ассоциированных с качеством питьевой воды случаев заболеваний населения в год. Минимизация факторов риска и потенциального риска причинения вреда здоровью посредством реализации комплекса краткосрочных и долгосрочных мероприятий федерального, регионального и объектового уровней снизит потери здоровья населения, ассоциированные с деятельностью хозяйствующих субъектов по обеспечению централизованного водоснабжения.

**Ключевые слова:** контрольно-надзорная деятельность, потенциальный риск причинения вреда здоровью, санитарно-эпидемиологическое благополучие, хозяйствующий субъект, централизованное водоснабжение населения, сбор, очистка и транспортировка воды, здоровье населения.

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации – это деятельность по воплощению в жизнь основных принципов Конституции РФ: право человека на жизнь (ст. 20), на охрану здоровья и медицинскую помощь (ч. 1 ст. 41), на благоприятную окружающую среду (ст. 42) [8, 13]. Реализация конституционных прав человека позволяет обеспечить рост «человеческого капитала».

На современном этапе развития страны приоритетными задачами в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения являются: сохранение здоровья нации, снижение уровня смертности, увеличение продолжительности жизни и преодоление демографических проблем.

Решение этих задач ведется в рамках реализации Приоритетных национальных проектов России, а также в ходе деятельности уполномоченных федеральных органов исполнительной власти, в том числе при осуществлении контрольно-надзорных мероприятий.

В свете современной концепции о контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации актуализируется определенное системное и структурное изменение работы контрольно-надзорных органов, способное более радикальным образом повлиять на подход к контролю за соблюдением законодательства. Внедрение риск-ориентированного подхода при осуществлении контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации – закономерный шаг в совершенствовании системы государственного управления, направленный на повышение результативности и эффективности государственной политики в области обеспечения безопасности при оптимальном использовании материальных, финансовых и кадровых ресурсов органов государственного контроля, одновременно позволяющий снизить административные издержки субъектов предпринимательской деятельности в ходе проведения контрольно-надзорных мероприятий [1, 6].

В то же время вопросы возможного негативного влияния хозяйственной деятельности субъектов на здоровье населения при несоблюдении требований санитарного законодательства продолжают оставаться актуальными [2–5, 7, 9, 15].

По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году» загрязнение питьевых вод химическими компонентами (хлор и хлорорганические соединения, алюминий, аммиак, бор, железо, магний, марганец, медь, мышьяк никель, нит-

риты, и др.) и микробиологическими агентами вносило наибольший вклад в формирование дополнительных, ассоциированных с качеством среды обитания, случаев заболеваний, в том числе органов пищеварения, мочеполовой системы, костно-мышечной системы и соединительной ткани, системы кровообращения, кожи и подкожной клетчатки, эндокринной системы и других классов болезней, – 2062 тысячи случаев.

В этой связи необходимость расширения и углубления знаний в вопросах установления связи между воздействием факторов среды обитания, в частности питьевой воды, качество которой обусловлено в большей мере деятельностью конкретных хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения, и состоянием здоровья населения актуализируется вопросами, возникающими в ходе практической деятельности специалистов Роспотребнадзора, осуществляющих контрольно-надзорные мероприятия на данных субъектах и проводящих санитарно-эпидемиологические экспертизы, исследования и оценки [1–5, 7, 9, 14, 15].

**Результаты и их обсуждение.** Внедрение риск-ориентированных подходов в контрольно-надзорную деятельность Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека позволило владеть динамической информацией по реестру хозяйствующих субъектов (юридических лиц и индивидуальных предпринимателей), чья деятельность подлежит санитарно-эпидемиологическому надзору, с классификацией этих субъектов по потенциальному риску причинения вреда здоровью населения.

По данным ведомственной статистической отчетности<sup>1</sup> общее количество хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность на территории Российской Федерации и подлежащих государственному контролю (надзору) со стороны Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, составляет 941 985 субъектов. Деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения населения относится к двум категориям (видам) экономической деятельности: «Сбор и очистка воды для питьевых нужд» и «Распределение воды для питьевых и промышленных нужд», которые входят в один из приоритетных по количеству хозяйствующих субъектов основных классов видов деятельности «Деятельность в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» (второе место по удельному весу – 31 %, третье место по показателю среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект –  $7,92 \cdot 10^{-4}$ ).

Детальный анализ структуры «Деятельности в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» показал, что деятельности в сферах «Сбор и очистка воды для питьевых нужд» ( $6,10 \cdot 10^{-3}$ ) и «Распределение воды для питьевых и промышленных нужд» ( $5,08 \cdot 10^{-3}$ ) формируют наибольшие значения по относительному показателю среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект и являются приоритетными источниками опасности и потенциального риска причинения вреда здоровью в данном основном классе видов деятельности (рис. 1).

---

<sup>1</sup> Форма федерального статистического наблюдения 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» за второе полугодие 2018 г.

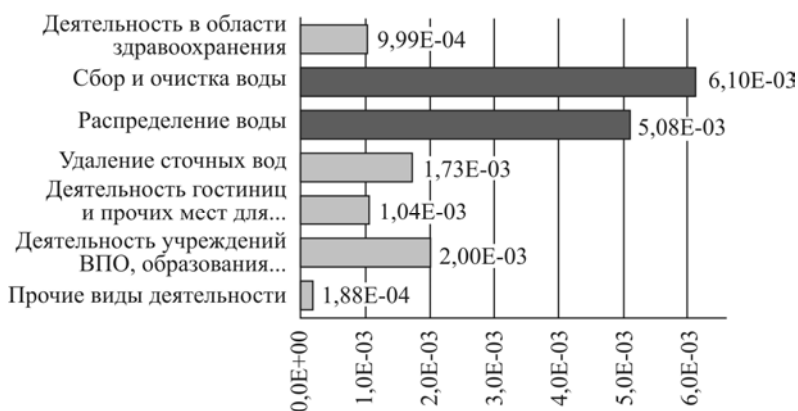


Рис. 1. Соотношение среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект в сферах «Сбор и очистка воды для питьевых нужд» и «Распределение воды для питьевых и промышленных нужд» относительно других реализуемых видов деятельности, относящихся к «Деятельности в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг»

Анализ данных федерального реестра хозяйствующих субъектов, подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю, на январь 2019 г. показал, что деятельность по «Сбору и очистке воды ...» и «Распределению воды ...» в Российской Федерации осуществляет более 18 тысяч хозяйствующих субъектов, существенная часть которых относится к высоким категориям по потенциальному риску причинения вреда здоровью: к чрезвычайно высокой (1-я категория) и высокой (2-я) категориям риска причинения вреда – 34,4 %, к 3-й категории (значительный риск) – 25,1 %, 4-й (средний риск) – 15,3 %, 5-й (умеренный риск) – 5,0 %, 6-й (низкий риск) – 20,2 % (рис. 2).



Рис. 2. Структура хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), реализующих деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения («Сбор и очистка воды ...» и «Распределение воды ...»), по категориям риска причинения вреда здоровью (%)

Деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения («Сбор и очистка воды ...» и «Распределение воды ...»), относящаяся к чрезвычайно высокой и высокой категориям потенциального риска причинения вреда здоровью,

характерна для всех регионов Российской Федерации (рис. 3). При этом численность обслуживаемого населения как потребителей услуг по предоставлению централизованного питьевого водоснабжения составляет 6500 и 660 человек соответственно.

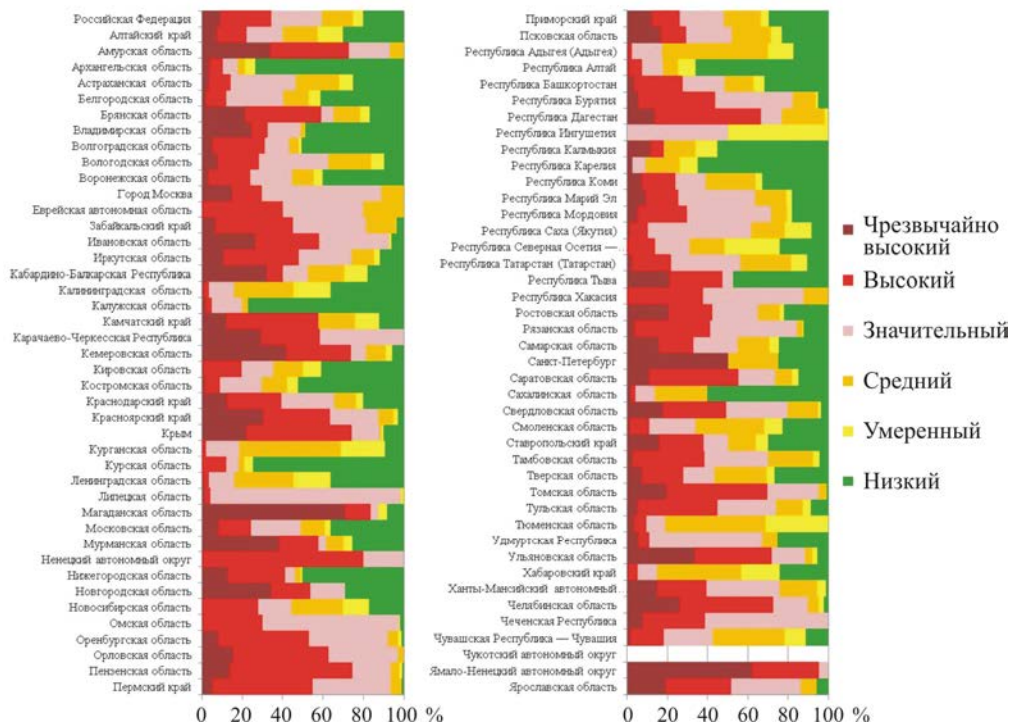


Рис. 3. Распределение хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения («Сбор и очистка воды ...») и «Распределение воды ...»), по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью в разрезе субъектов Российской Федерации

По количеству хозяйствующих субъектов высоких категорий потенциального риска причинения вреда здоровью, реализующих деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения, лидирующие позиции занимают в порядке убывания Приволжский федеральный округ (1988 субъектов), Центральный федеральный округ (1334 субъекта), Сибирский федеральный округ (1285 субъектов). Количество субъектов высоких категорий в данных округах составляет более 73 % от общего количества в РФ субъектов 1-й и 2-й категорий по потенциальному риску причинения вреда здоровью (рис. 4).

Для деятельности «Сбор и очистка воды ...» и «Распределение воды ...» показатель средневзвешенной частоты нарушений на одну проверку составил 4,14 и 4,18 соответственно, показатель потенциального вреда здоровью человека из-за возможного несоблюдения обязательных требований – 0,0367 и 0,0496. При этом значение показателя потенциального вреда здоровью человека ( $u(I)$ ) структурно в себя включает потенциальный вред из-за возможного несоблюдения обязательных требова-

ний ст. 19 52-ФЗ<sup>1</sup> в отношении таких видов нарушений здоровья, как классы «Болезни мочеполовой системы» ( $u^i = 0,02614-0,03088$ ), «Некоторые инфекционные и паразитарные болезни» ( $u^i = 0,01600-0,01601$ ), «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани» ( $u^i = 0,01280-0,01283$ ) «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ» ( $u^i = 0,00660-0,00668$ ), «Болезни нервной системы» ( $u^i = 0,00457$ ), «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» ( $u^i = 0,00413-0,00418$ ), «Болезни органов пищеварения» ( $u^i = 0,00191-0,00195$ ), «Новообразования» ( $u^i = 0,00815-0,00818$ ) и пр.

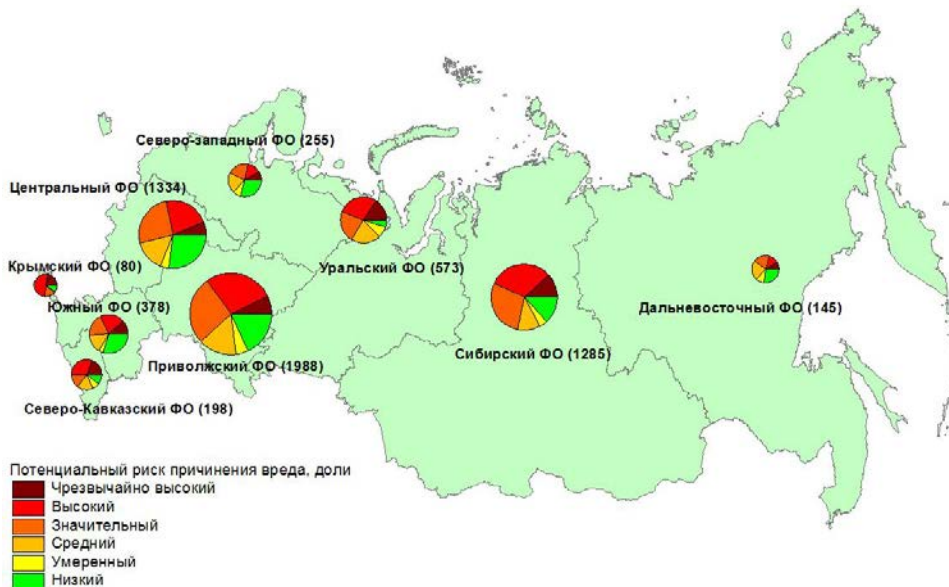


Рис. 4. Количественное и долевое распределение хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения, по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью в разрезе Федеральных округов Российской Федерации (цифровое значение в скобках и размер фигуры диаграммы соответствуют количеству хозяйствующих субъектов высоких (1-й и 2-й) категорий по потенциальному риску причинения вреда здоровью)

Масштаб воздействия для хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения, чрезвычайно высокой и высокой категорий потенциального риска причинения вреда здоровью, по данным федерального реестра, находится в диапазоне 0,0066–0,86 и 0,00066–0,0064 млн человек соответственно. Уровень потенциального риска причинения вреда ( $R^i$ ) для данных категорий хозяйствующих субъектов составил  $1,00 \cdot 10^{-3} - 1,31 \cdot 10^{-1}$  и  $1,04 \cdot 10^{-4} - 9,93 \cdot 10^{-4}$  соответственно.

<sup>1</sup> Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», ст. 19 «Санитарно-эпидемиологические требования к питьевой воде, а также к питьевому и хозяйственно-бытовому водоснабжению».

Хозяйственная деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения обуславливает качество воды, подаваемой населению (потребителям услуг) системами централизованного водоснабжения. В 2018 г. качественной и безопасной питьевой водой, поставляемой с использованием централизованных систем питьевого водоснабжения, было обеспечено 87,57 % населения Российской Федерации. Доля проб воды с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям составила в 2016–2018 гг. 13,92–13,01 % (темп убыли – 6,54 %), по микробиологическим – 3,43–2,77 % (темп убыли – 19,24 %), по паразитологическим – 0,11–0,12 % (темп прироста – 9,09 %) [10, 12].

По данным государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации» в 2014–2018 гг. основными причинами неудовлетворительного состояния питьевой воды являлись санитарное неблагополучие источников водоснабжения (сброс ливневых и паводковых вод с прилегающих к водным объектам территорий; сброс сточных вод, в том числе после канализационных очистных сооружений, в поверхностные водоемы в местах водопользования; сброс «загрязненных (недостаточно очищенных) сточных вод» из-за перегрузки водоочистных сооружений, их некачественной работы, нарушений технических регламентов, нехватки реагентов, прорывов и залповых сбросов и пр.) и вторичное загрязнение питьевой воды при ее обработке и обеззараживании (неэффективность применяемых технологий водоочистки, неэффективность транспортировки питьевой воды и пр.) [10–13].

Загрязнение питьевой воды создает опасность формирования дополнительных случаев неинфекционных и инфекционных заболеваний населения. По данным государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации» в 2014–2018 гг. с качеством питьевых вод, подаваемых потребителям услуг, связано около 1,4–2,1 млн дополнительных случаев заболеваний органов пищеварения, мочеполовой системы, кожи и подкожной клетчатки, эндокринной, костно-мышечной систем, системы кровообращения и др. [10–13]. Приоритетными факторами опасности, связанными с качеством питьевых вод и формирующими наибольшие потери здоровья, продолжают оставаться химические компоненты (наличие в воде в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы, хлора и хлорорганических соединений, аммиака, железа, марганца, мышьяка, никеля, меди, бора, магния, и др. соединений) и микробиологические агенты.

#### **Выводы:**

1. По относительному показателю среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения («Сбор и очистка воды ...», «Распределение воды ...») занимает приоритетные позиции (первое и второе место) в группе «Деятельность в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» ( $6,10 \cdot 10^{-3}$  и  $5,08 \cdot 10^{-3}$  соответственно).

2. Доля хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность по осуществлению централизованного водоснабжения и относящихся к высоким категориям по потенциальному риску причинения вреда, составляет 34,4 %.

3. Нарушение требований Федерального закона № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» по ст. 19 при



осуществлении централизованного водоснабжения формирует потенциальный риск причинения вреда здоровью в виде заболеваний в классах «Болезни мочеполовой системы», «Некоторые инфекционные и паразитарные болезни», «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ», «Болезни нервной системы», «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм», «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани», «Болезни органов пищеварения», «Новообразования» и пр.

4. При осуществлении централизованного водоснабжения масштаб воздействия для хозяйствующих субъектов 1-й и 2-й категорий по потенциальному риску причинения вреда здоровью по данным федерального реестра находится соответственно в диапазоне 0,0066–0,86 и 0,00066–0,0065 млн человек.

5. Наибольшее количество хозяйствующих субъектов высоких категорий, осуществляющих деятельность по централизованному водоснабжению населения, – более 73 % от общего количества субъектов 1-й и 2-й категорий по потенциальному риску причинения вреда здоровью – расположено в Приволжском (1988 субъектов), Центральном (1334 субъекта) и Сибирском (1285 субъектов) федеральных округах.

6. Качество питьевой воды, подаваемой потребителям услуг при осуществлении централизованного водоснабжения, не соответствует гигиеническим нормативам по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитологическим показателям в 13,01; 2,77 и 0,12 % случаев (2018 г.) соответственно и формирует по данным 2014–2018 гг. около 1,4–2,1 млн дополнительных, ассоциированных с качеством питьевой воды случаев заболеваний населения в год.

7. Сложившаяся ситуация и социально-экономические векторы развития России требует разработки и реализации комплекса краткосрочных и долгосрочных мероприятий федерального, регионального и объектового уровней, направленных на минимизацию факторов риска, потенциального риска причинения вреда здоровью и потерь здоровья населения, ассоциированных с деятельностью хозяйствующих субъектов по обеспечению централизованного водоснабжения.

### Список литературы

1. Бремя болезней и оценка эффективности затрат // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/burden/ru/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/burden/ru/) (дата обращения: 03.03.2019).

2. Зайцева Н.В., Клейн С.В. К вопросу оценки потенциального риска причинения вреда здоровью при осуществлении хозяйственной деятельности в сфере «Сбор и очистка воды» и степени его реализации // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 40–53.

3. Зайцева Н.В., Клейн С.В. Оценка риска здоровью населения при воздействии водного перорального фактора среды обитания в условиях крупного промышленного центра для задач социально-гигиенического мониторинга (на примере города Перми) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1139–1143.

4. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А. Научно-методические подходы к формированию риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятель-

ности в сфере защиты прав потребителей // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 4–15.

5. Клейн С.В., Вековщина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 10–14.

6. Контрольно-надзорная деятельность в Российской Федерации в 2015: аналитический доклад / С.М. Плаксин, А.Г. Зуев, А.В. Кнутов [и др.]. – М., 2016. – 66 с.

7. Красовский Г.Н., Егорова Н.А. Хлорирование воды как фактор повышенной опасности для здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 17–21.

8. Мележик Л.М. Понятие и сущность государственного управления санитарно-эпидемиологическим благополучием населения // Современное право. – 2010. – № 9. – С. 77–81.

9. О развитии системы риск-ориентированного надзора в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4 (12). – С. 4–12.

10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 206 с.

11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016. – 200 с.

12. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 220 с.

13. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.

14. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. – 3-е изд. // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/ru/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/ru/) (дата обращения: 02.04.2019).

15. Цинкер М.Ю., Кирьянов Д.А., Клейн С.В. Статистическое моделирование для оценки влияния факторов среды обитания на индикаторные показатели здоровья населения Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11 (248). – С. 10–13.

## Эпидемиологическая опасность наличия насекомых в помещении

М.Н. Костина, Ф.Н. Костин

ФБУН «Научно-исследовательский институт дезинфектологии» Роспотребнадзора,  
г. Москва, Россия

Насекомые, обитающие в жилище человека или залетающие внутрь помещений в сезон активности, являются переносчиками возбудителей ряда опасных болезней человека, в связи с чем их эпидемиологическая опасность чрезвычайно велика. Кроме того, они относятся к беспокоящим факторам окружающей среды, наносящим вред здоровью человека. Указаны основные виды, наиболее часто встречающиеся внутри помещений, средства и способы подавления их численности.

**Ключевые слова:** насекомые, среда обитания, эпидемиологическая опасность, тараканы, клопы, муравьи, мухи, средства, тактика и стратегия борьбы.

Наличие насекомых (тараканов, муравьев) в жилище человека и, особенно, в детских и медицинских учреждениях различного профиля представляет большую опасность, так как они являются переносчиками возбудителей опаснейших заболеваний человека, в том числе и внутрибольничных инфекций.

**Тараканы.** Внутри жилых строений наибольшее распространение имеют тараканы различных видов, муравьи, клопы, блохи, а в летний сезон – мухи. Несмотря на широкий ассортимент средств, борьба с этими видами в помещении продолжает оставаться одной из нерешенных проблем городов и поселков. Наибольшее распространение имеют, безусловно, синантропные тараканы, поскольку профилактические мероприятия (должное содержание жилья, лишение насекомых воды и пищи) не позволяют получить 100%-ного эффекта, включаются истребительные мероприятия [2]. Доминирующим видом является рыжий таракан *Blattella germanica* L., второе место по численности и распространенности занимает черный таракан *Blatta orientalis* L., все шире распространяются американские тараканы *Periplaneta americana* L. и южно-азиатские *Periplaneta australasiae* F. Наиболее применяемыми соединениями в настоящее время являются по-прежнему пиретроиды, ФОС, карбаматы, фенилпиразолы, неоникотиноиды, авермектины и регуляторы развития насекомых (РРН) в разных препаративных формах, а также появились совершенно новые соединения или новые технологии применения уже известных препаратов [3, 4]. Высокий эффект достигается комбинированием различных препаративных форм: орошение мест скопления и обнаружения, нанесение гелей полосами на путях передвижения, раскладывание пищевых приманок с привлекающими насекомых компонентами, так как аттрактивность состава – гарантия успеха. Используются по-прежнему спреи, аэрозоли, лаки, дусты, смачивающиеся порошки – в зависимости от типа объекта и мест обитания популяции [2, 6].

**Муравьи.** Всеядность муравьев повышает их эпидемиологическую значимость из-за способности переходить с пищевых продуктов на отбросы, фекалии, гной, кровяные бинты. Муравьи способны заползать в операционные и перевязоч-

ные, нарушая их стерильность, а также проникать под гипсовые повязки [5]. Наибольшую опасность представляет рыжий домовый муравей *Monomorium faraoanis* L. и представители *p. Lasius* и *p. Solenopsis*, заползающие из внешней среды. Установлено, что орошение приводит лишь к кратковременному эффекту, в отличие от пищевых приманок [5, 2, 9]. Особенно эффективно использование в составе приманок соединений гормонального типа действия. В отличие от традиционных инсектицидов, которые вызывают гибель рабочих особей-фуражиров, гормональные препараты не вызывают их гибели, и фуражиры, доставляя самке корм, вызывают ее половую стерилизацию, что приводит к вымиранию колонии [5].

**Клопы.** В последние 2–3 года резко увеличилась численность постельных клопов *Cimex lectularius* L. во многих странах мира (Европа, США, Россия). Главной причиной является наличие высокой степени резистентности практически ко всем применяемым группам химических соединений и проблемы, связанные с высокой степенью миграции [1, 8].

**Мухи.** Мухи – это массовые свободноживущие насекомые сезонного типа, т.е. они залетают внутрь жилища из близрасположенных мест выплода. В цикле развития мух присутствуют две среды обитания: воздушная для имаго и почва, мусор, отбросы, отходы, выгребные ямы, где развиваются личинки. Тип среды обитания определяет выбор средства борьбы. Поэтому очень важно при планировании мероприятий определиться с типом обработок, который зависит от уровня коммунального благоустройства населенного пункта. Для уничтожения имаго мух используют различные методы и средства, наиболее безопасными из которых являются липкие безынсектицидные композиции и разнообразные виды ловушек [2]. В России распространены больше клеевые композиции и липкие листы на их основе, а за рубежом – используется целый ряд разнообразных ловушек. Широко известно исследование по привлечению насекомых на свет различной длины волн, исследования по векторной экологии мух, о различных способах привлечения мух, о визуальных сигналах привлечения. Целый ряд работ посвящен ультрафиолетовым световым (УФ) ловушкам [11]. Известны исследования, проводимые в течение двух лет: в больницах и госпиталях, где отлавливали комнатных мух, выявлено наличие энтеробактерий, клостридий, стафилококков, стрептококков и др. Много случаев заболеваний в ряде регионов России, что является основанием для проведения систематической борьбы с мухами. Безусловно, дополнительной мерой для того, чтобы обезопасить среду обитания, является обработка мест выплода мух (свалки, отбросы, мусор, пищевые отходы), которые находятся вблизи жилых помещений [2, 7, 10].

Современная стратегия и тактика уничтожения вредных видов членистоногих претерпели существенные изменения. Теперь понятие «интегрированная борьба» сводит до минимума масштабные обработки, например, методом сплошного орошения или дустирования. Основное внимание уделяется профилактическим мероприятиям, воздействию на среду обитания, использованию безынсектицидных средств на основе клеевых композиций, пищевых приманок, гелей и т.п.

Неправильная тактика борьбы привела к дискредитации целого ряда препаратов, которые не следует использовать до тех пор, пока, после перехода на другую химическую группу, не будет восстановлена первоначальная исходная чувствительность вида. Вместо того чтобы постоянно увеличивать рабочие концентрации, следует лишь использовать средство с иным, чем у предыдущего соединения, ме-

ханизмом действия. Все эти причины и привели к повсеместному снижению эффективности дезинсекционных мероприятий, и чтобы добиться ее повышения, необходимо совершенствование и стратегии, и тактики.

Этим проблемам уделяется много внимания на регулярных международных конференциях по городским видам членистоногих в Праге, Будапеште, Бразилии, Швейцарии, Турции, Великобритании. Резко уменьшилось количество орошений и опылений, внимание сосредоточилось на более экологических способах борьбы: липкие листы, ловушки, гели, приманочные станции, водные концентраты, т.е. средства и способы, обеспечивающие максимальную безопасность нашей среды обитания.

### Список литературы

1. Алексеев М.А., Рославцева С.А., Кривонос К.С. Современное состояние чувствительности к инсектицидам постельных клопов (*Hemiptera, Cimicidae*) в мире // Дезинфекционное дело. – 2018. – № 3. – С. 48–71.
2. Алешо Н.А., Костина М.Н., Каира А.Н. Современные методы и средства уничтожения вредных насекомых и клещей – переносчиков возбудителей болезней человека: учеб. пособие / Российская медицинская академия последипломного образования. – М., 2016. – 67 с.
3. Еремина О.Ю., Олифер В.В., Ибрагимхалилова И.В. Исследование резистентности рыжих тараканов к неоникотиноидам // Дезинфекционное дело. – 2017. – № 2. – С. 42–50.
4. Еремина О.Ю., Алексеев М.А., Рославцева С.А. Резистентность к инсектицидам рыжих тараканов *Blattella germanica L. (Blattoptera: Blattellidae)* // Современные вопросы дезинфектологии. Медицинская дезинсекция: объекты, средства, резистентность членистоногих к инсектицидам. – М., 2017. – С. 72–89.
5. Костина М.Н. Современные способы подавления численности муравьев различных видов // Пест-Менеджмент. – 2017. – № 3. – С. 17–35.
6. Костина М.Н., Бидевкина М.В. Дизуран – эффективный препарат на основе дифлубензурана – ингибитора синтеза хитина // Пест-Менджмент. – 2018. – № 3. – С. 24–29.
7. Abbas N., Khan H.A., Shad S.A. Cross-resistance, genetics and realized heritability of resistance to fipronil in the house fly, *Musca domestica L. (Diptera: Muscidae)*: a potential vector for disease transmission // Parasitology Research. – 2014. – Vol. 113. – № 4. – P. 1343–1352.
8. Balvin O., Booth W. Distribution and frequency of pyrethroid resistance-associated mutations in host lineages of the bed bug (*Hemiptera: Cimicidae*) across Europe // Journal of Medical Entomology. – 2018. – Vol. 55, № 4. – P. 923–928.
9. Buczkowski G. Prey-baiting as a conservation tool: selective control of invasive ants with minimal nontarget effects // Insect Conservation and Diversity. – 2017. – Vol. 10, № 4. – P. 302–309.
10. Potential studies of non-conventional chemicals against the housefly larvae *Musca domestica L.* / K.M. Al-Ghamdi, M.S. Saleh [et al.] // Life Sciences Journal. – 2014. – Vol. 11, № 12. – P. 1046–1049.
11. Soonweral M., Sinthusiri J. Thai essential oils as botanical insecticide against house fly (*Musca domestica L.*) // Proceedings of International Conference on Agricultural, Ecological and Medical Sciences (AEMS0-2014). – Bali (Indonesia), 2014.

## Оценка риска для здоровья населения от воздействия автотранспортного шума в городе Санкт-Петербурге за 2016–2018 гг.

**М.А. Косьянов, Ф.Н. Шайдуллин, И.А. Воецкий,  
А.А. Чухланцев, Н.В. Степанова, Д.А. Иванов**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Санкт-Петербург»  
Роспотребнадзора,  
г. Санкт-Петербург, Россия

Рассматриваются вопросы гигиенической оценки шумовой экспозиции населения, проживающего в зоне влияния автотранспортного шума и шума от стационарных источников. Для оценки риска здоровью населения выполнен расчет средневзвешенного уровня шума, формируемого воздействием источников шума. Определены мониторинговые точки, в которых формируются более высокие уровни экспозиции и риска возникновения негативных эффектов в состоянии здоровья населения, в том числе в отношении нервной и сердечно-сосудистой систем, органов слуха. Определены уровни риска заболеваний системы кровообращения, нервной системы, болезней уха и сосцевидного отростка, обусловленные шумовым загрязнением среды обитания.

**Ключевые слова:** гигиеническая оценка; акустический шум; риск, здоровью населения, уровень звука.

Актуальная проблема экологии современных мегаполисов – шумовое загрязнение. Акустический шум продолжает оставаться наиболее значимым из физических факторов, оказывающих влияние на среду обитания человека. В структуре жалоб наибольший удельный вес составляют жалобы на шум [3]. Уровень шума в больших городах возрастает, это происходит из-за увеличения автомобильного парка, и в то же время растет доля автомобилей с большим сроком эксплуатации выработавших свой технический ресурс и являющихся наиболее неблагоприятными по акустическим характеристикам. Движение автомобилей и общественного транспорта во многих местах города затруднено, особенно в утреннее и вечернее время, что создает значительную шумовую нагрузку на жилые территории, прилегающие к автомагистралям.

Долгосрочные последствия воздействия шума, такие как нарушения в работе сердечно-сосудистой системы (повышение артериального давления, инфаркты миокарда, ишемическая болезнь сердца и др.), нервной системы (расстройство сна, когнитивные нарушения, вегетососудистая дистония), болезни уха и сосцевидного отростка (кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха), депрессии и другие психические расстройства, в большей степени связаны с показателями, которые суммируют шумовое воздействие в течение длительного времени [4].

Согласно данным официальной статистики, на начало 2018 г. в Санкт Петербурге зарегистрировано более 1,6 млн собственных легковых автомобилей [5]. Относительно 2016 г. количество легковых автомобилей увеличилось на 47 тысяч единиц. Количество автотранспорта, находящегося в личном пользовании граждан (до 95 % от

общего количества зарегистрированных автомобилей) привело к значительному росту не соответствующего гигиеническим нормативам уровня шума (до 88 % от общего числа исследований).

В региональной системе социально-гигиенического мониторинга осуществляются измерения уровней шума от стационарных источников и автотранспорта. Нами использовались результаты исследований автотранспортного шума Санкт-Петербурга за 2016–2018 гг., полученные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург» (далее – Центр). Центр осуществлял СГМ уровней шума от стационарных источников и автотранспорта в 47 точках, кратность измерений – 2 раза в год по 5 замеров (в 10.00, в 14.00, в 17.00, в 20.00 и в период 23.00–07.00) на эквивалентный и максимальный уровень звука в каждой контрольной точке.

На основе данных социально-гигиенического мониторинга уровня шума проведена оценка риска для здоровья населения от воздействия автотранспортного шума за 2016–2018 гг. [2] в 26 мониторинговых точках, в которых производились измерения в течение трех лет.

В качестве основной единицы действующих уровней шума при оценке риска принимался показатель эквивалентного уровня средневзвешенного суточного шума. Так, за период 2016–2018 гг. наиболее высокие значения эквивалентного уровня средневзвешенного суточного шума (в диапазоне от 78,0 до 82,1 дБ) отмечены по семи адресам: п. Стрельна, Санкт-Петербургское шоссе, 82; ш. Революции, 9; ул. Кубинская, 30; Заневский пр., 51; Невский пр., 146; Индустриальный пр., 30 жилая застройка; Средний пр., 39; пр. Обуховской обороны, 289.

1. При выполнении работы по оценке риска для здоровья населения от воздействия транспортного шума по данным мониторинговых исследований за период 2016–2018 гг. установлено: эквивалентный уровень средневзвешенного суточного шума составляет от 57,4 дБ (ул. Маршала Казакова, 40, между корп. 1 и корп. 2) до 81,2 дБ (пр. Обуховской обороны, 289).

2. Приоритетными органами и системами, на которые возможно влияние транспортного шума, являются: сердечно-сосудистая система, нервная система, органы слуха.

3. Умеренный (средний) риск для здоровья населения формируется при экспозиции от 8 до 25 лет в точках по адресам: пр. Обуховской обороны, 289; Средний пр., 39; Индустриальный пр., 30 жилая застройка; Заневский пр., 51; ул. Кубинская, 30; ш. Революции, 9; п. Стрельна, Санкт-Петербургское шоссе, 82; ул. Кубинская, 68; Таллинское ш., 75; пр. Луначарского, 64; Лесной пр., 61; ул. Чапаева, 30; пр. Ветеранов, 135–1; пос. Шушары, ул. Пушкинская, 2; ул. Савушкина, 115/1 (угол с Планерной ул.); Мытнинская наб., 7; пр. Науки, 14/1; Елагинский пр., 42; Дунайский пр., 43/1; Ланское шоссе, 15; Дунайский пр., 5 (угол Дунайского и Пулковского ш.); Северный пр., 77/1; ул. Пионерская, 48. Критической системой при воздействии транспортного шума является сердечно-сосудистая.

4. Умеренный (средний) риск развития нарушений различной тяжести слухового аппарата (шум в ушах, кондуктивная нейросенсорная потеря слуха, потеря слуха, вызванная шумом) формируется при экспозиции от 65 лет (пр. Обуховской обороны, 289) и старше в контрольных точках: п. Стрельна, Санкт-Петербургское шоссе, 82; ш. Революции, 9; ул. Кубинская, 30; Заневский пр., 51; Индустриальный пр., 30; Средний пр., 39.

5. Умеренный (средний) риск нарушений нервной системы (нервное напряжение, расстройство сна, когнитивные нарушения, вегетососудистая дистония) форми-

руется при экспозиции нервной системы определяются в точках по адресам: Лесной пр., 61; пр. Луначарского, 64; Таллинское ш., 75; ул. Кубинская, 68; п. Стрельна, Санкт-Петербургское шоссе, 82; ш. Революции, 9; ул. Кубинская, 30; Заневский пр., 51; Индустриальный пр., 30; Средний пр., 39; пр. Обуховской обороны, 289.

6. Высокий риск развития нарушений различной тяжести сердечно-сосудистой системы (повышение кровяного давления, гипертензивная болезнь сердца, ишемическая болезнь сердца, стенокардия, инфаркт миокарда, вызванные шумом) формируется при экспозиции от 29 (пр. Обуховской обороны, 289) до 59 лет (ул. Пионерская, 48), во всех точках, за исключением мониторинговых: ул. Маршала Казакова, 40, между корп. 1 и корп. 2; ул. Савушкина, 145; 1-я Конная Лахта, 16.

7. Экстремальный риск развития нарушений различной тяжести сердечно-сосудистой системы формируется при экспозиции от 38 (пр. Обуховской обороны, 289) до 67 лет (ул. Пионерская, 48) во всех точках за исключением мониторинговых: ул. Маршала Казакова, 40, между корп. 1 и корп. 2; ул. Савушкина, 145; 1-я Конная Лахта, 16 (рисунок).

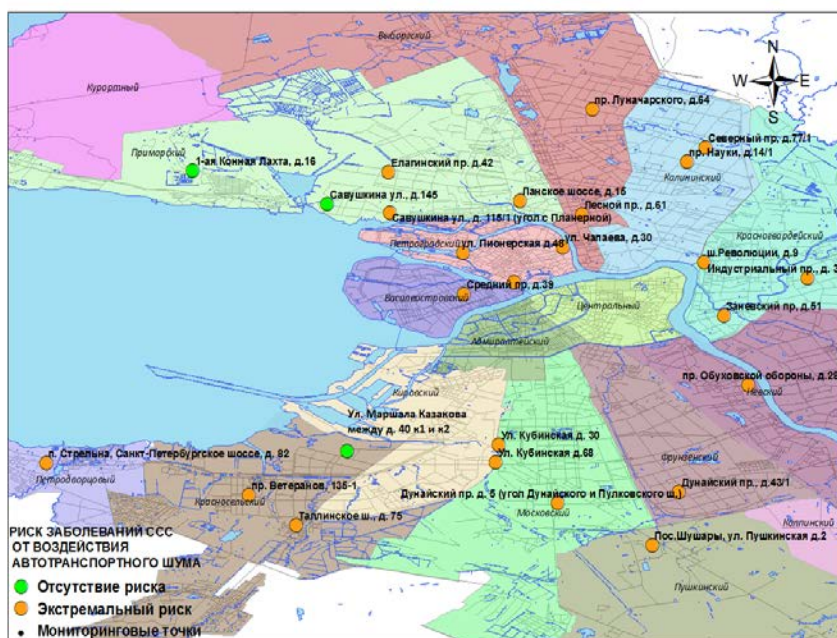


Рис. Риск заболеваний сердечно-сосудистой системы под воздействием автотранспортного шума при достижении возраста 80 лет

8. Риск здоровью населения во всех возрастных группах с величиной менее 0,05 установлен в мониторинговых точках по адресам: ул. Маршала Казакова, 40, между корп. 1 и корп. 2; ул. Савушкина, 145; 1-я Конная Лахта, 16, оценивается как риск низкий, слабо влияющий на уровень состояния здоровья на исследуемой территории.

9. В мониторинговой точке по адресу пр. Обуховской обороны, 289, возрастные группы с 29 лет попадают в область влияния транспортного шума с высокой степенью риска возникновения заболевания системы кровообращения. С 42 лет



уровень риска от воздействия транспортного шума на систему органов кровообращения в экспонируемой группе населения переходит в экстремальный. Средняя степень риска для возникновения заболеваний органов слуха отмечается с 65 лет, а нервной системы – с 43 лет. Доля лиц, раздраженных ночным шумом, достигает значения 61 %. Относительный риск заболевания сердечно-сосудистой системы составляет 1,48. Доля лиц с устойчивым нарушением сна при автомобильном шуме равна 25,5 %.

Согласно проведенным расчетам, установлено, что при существующих уровнях транспортного шума наиболее чувствительна к его воздействию сердечно-сосудистая система.

Данные результаты позволяют охарактеризовать сложившуюся акустическую ситуацию в г. Санкт-Петербурге как неудовлетворительную и при хроническом воздействии формирующую умеренные, высокие и экстремально высокие риски поражений сердечно-сосудистой системы, изменения в ней наступают значительно раньше, чем в нервной системе и звуковом анализаторе. С увеличением возраста проявляется нарастание риска.

С целью минимизации рисков и повышения экологической безопасности населения города требуются меры по постепенному снижению негативного влияния шума на здоровье населения. К приоритетным мероприятиям по защите от шума относятся, прежде всего, совершенствование транспортной системы города. Например, такие решения, как снижение числа частных автомобилей, допускаемых в центр города, соблюдение правила движения автомобилей на дворовых территориях и в жилых зонах, развитие системы перехватывающих стоянок и общественного транспорта, обеспечение безостановочного движения транспорта за счет создания «зеленой волны» и соблюдения скоростного режима могут помочь снизить негативное влияние транспортного шума [1]. Также установка шумозащитных экранов вдоль автомобильных дорог является эффективным и экономичным решением в вопросе защиты от транспортного шума в условиях быстроразвивающегося мегаполиса. Помимо этого в связи со строительством новых жилых районов и автодорог назревает необходимость расширения и возможности оперативной реконфигурации сети мониторинга измерений уровней шума от стационарных источников и автотранспорта. Для помощи в информированности населения эффективными могут меры по размещению актуальных данных по шумовой обстановке на ресурсах органов Роспотребнадзора. Популяризация периодически проводимых медицинских осмотров с целью выявления заболеваний органов и систем, подверженных риску от воздействия шумового фактора, является эффективной мерой в сохранении здоровья населения в условиях жизни в крупном мегаполисе.

### Список литература

1. Май И.В., Кошурников Д.Н., Галкина О.А Пространственно-временной анализ риска для здоровья населения при воздействии городского шума (на примере г. Перми) // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 35–39.
2. МР 2.1.10.0059–2012. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума. – М., 2012.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М., 2018.

4. Региональные аспекты мониторинга общего шума селитебных территорий / И.И. Механтьев, Л.А. Масайлова, Г.В. Ласточкина, Ю.И. Степкин, И.В. Колнет // Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами: материалы всерос. науч.-практ. конф. – М., 2017.

5. Статистический ежегодник – 2018. – СПб., 2019.

## **Анализ санитарного состояния почвы территории Арктической зоны на примере города Архангельска за 2009–2018 гг.**

**К.В. Крутская, Ю.В. Коноплева**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области»  
Роспотребнадзора, г. Архангельск, Россия

Проведена оценка санитарного состояния качества почвы на территории Арктической зоны в г. Архангельске на санитарно-химические, санитарно-бактериологические, санитарно-паразитологические и санитарно-энтомологические показатели.

Основой работы стали данные мониторинговой системы «Почва» ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области».

**Ключевые слова:** анализ санитарного состояния почвы, коэффициенты опасности концентраций контаминантов почвы.

**Цель работы** – оценить качество почвы на территории города Архангельска, ее влияние на здоровье населения города.

**Материалы и методы.** Основой работы стали данные мониторинговой системы «Почва» ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области» за 2009–2018 гг. [1–4].

**Результаты и их обсуждение.** Указом президента РФ № 296 от 02.05.2014 г. «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» к территории Арктической зоны отнесен г. Архангельск Архангельской области. Приказом Главного государственного санитарного врача по Архангельской области № 76 от 06.06.2008 г. «Об организации мониторинга загрязнения почвы на территории Архангельской области» (с изменениями от 17.05.2017 г.) на территории города Архангельска утверждено 17 мониторинговых точек для отбора проб на исследования почвы.

Отбор проб почвы производился ежемесячно с мая по октябрь в каждой мониторинговой точке. Пробы исследовались на санитарно-химические, санитарно-бактериологические, санитарно-паразитологические и санитарно-энтомологические показатели.

За 2009–2018 гг. в рамках мониторинга были исследованы 1009 проб почвы, проведено 19 096 исследований. Из них 9064 (48,0 %) на санитарно-химические показатели, 3027 (16,0 %) – на санитарно-бактериологические, 6054 (31,0 %) – на санитарно-паразитологические, 951 (5,0 %) – на санитарно-энтомологические. 76,4 %

всех утвержденных мониторинговых точек располагается на территориях игровых площадок детских дошкольных учреждений, по 5,9 % на территории спортивных площадок школьных учреждений, жилых домов, медицинских организаций и в рекреационной зоне.

**Анализ состояния почвы по санитарно-химическим показателям.** Для анализа состояния почвы по санитарно-химическим показателям были проведены лабораторные исследования на содержание следующих веществ: медь, цинк, никель, свинец, кадмий, хром, марганец, ртуть, кобальт.

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в 2018 г. составила 1,0 %, что в 1,3 раза больше показателя 2017 г. (0,8 %).

За период 2009–2018 гг. нестандартные пробы отмечались по таким показателям, как цинк (7,2 %), свинец (6,1 %), медь (0,7 %), никель (0,2 %).

За 2018 г. наблюдалось увеличение количества нестандартных проб почвы по содержанию цинка, меди, никеля. По содержанию свинца произошло снижение количества нестандартных проб. Содержание кадмия, марганца, хрома, кобальта и ртути в сравнении с 2017 г. осталось без динамики (табл. 1).

Таблица 1

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в г. Архангельске за 2009–2018 гг. (%)

Санитарно-химический показатель	Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, %			Динамика 2018 г. в сравнении с 2017 г.
	2017 г.	2018 г.	2009–2018 гг.	
Никель	0,0	0,0	0,2	↑
Цинк	4,3	4,9	7,2	↑
Медь	0,0	1,0	0,7	↑
Свинец	3,3	2,9	6,1	↓
Кадмий	0,0	0,0	0,0	Без динамики
Марганец	0,0	0,0	0,4	Без динамики
Хром	0,0	0,0	0,0	Без динамики
Кобальт	0,0	0,0	0,0	Без динамики
Ртуть	0,0	0,0	0,0	Без динамики
Итого	0,8	1,0	1,6	↑

На территориях детских дошкольных и школьных учреждений нестандартные пробы почвы отмечались по содержанию цинка (4,0 %), свинца (3,7 %), меди (0,7 %), марганца (0,2 %) и никеля (0,1 %). В зоне рекреации по содержанию цинка (39,0 %), свинца (37,3 %), марганца и никеля (по 1,7 % соответственно); на территории жилого дома по содержанию цинка (6,7 %) и свинца (1,7 %); на территориях медицинской организации по содержанию цинка (13,6 %), свинца (6,8 %), марганца и меди (по 1,7 % соответственно) (табл. 2).

Сравнительный анализ среднегодовых уровней загрязнения почвы контаминантами с утвержденными гигиеническими нормативами показал, что превышение ПДК загрязняющих веществ отмечается в точке № 16 на территории детского дошкольного учреждения по содержанию свинца и точке № 17 в зоне рекреации по содержанию цинка. По остальным загрязняющим веществам превышений ПДК за 2009–2018 гг. не выявлено (табл. 3).

Таблица 2

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в структуре месторасположения мониторинговых точек в г. Архангельске за 2009–2018 гг. (%)

Санитарно-химический показатель	Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, %			
	Детские дошкольные и школьные учреждения	Зона рекреации	Территория жилого дома	Территория медицинской организации
Медь	0,7	0,0	0,0	1,7
Хром	0,0	0,0	0,0	0,0
Цинк	4,0	39,0	6,7	13,6
Никель	0,1	1,7	0,0	0,0
Марганец	0,2	1,7	0,0	1,7
Свинец	3,7	37,3	1,7	6,8
Ртуть	0,0	0,0	0,0	0,0
Кадмий	0,0	0,0	0,0	0,0
Кобальт	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого	1,0	8,9	0,9	2,6

Таблица 3

Концентрации загрязняющих веществ в почве в разрезе мониторинговых точек в г. Архангельске за 2009–2018 гг. (медиана, мг/кг)

Номер мониторинговой точки	Cu	Cr	Zn	Ni	Mn	Pb	Hg	Cd	Co
1	0,4	0,1	3,5	0,1	5,0	0,9	0,1	0,0	0,1
2	0,3	0,1	1,9	0,1	4,4	0,5	0,0	0,0	0,1
3	0,4	0,1	1,7	0,1	3,6	0,6	0,0	0,0	0,1
4	0,3	0,1	2,2	0,1	4,1	0,5	0,0	0,0	0,1
5	0,4	0,1	2,7	0,2	5,8	0,6	0,1	0,0	0,1
6	0,4	0,1	2,6	0,1	6,0	0,8	0,0	0,0	0,1
7	0,5	0,1	1,6	0,1	4,3	0,3	0,0	0,0	0,1
8	0,6	0,1	1,7	0,1	5,6	0,6	0,0	0,0	0,1
9	0,4	0,1	5,3	0,1	4,7	1,1	0,0	0,0	0,1
10	0,4	0,1	3,9	0,2	5,1	1,0	0,0	0,0	0,1
11	0,4	0,1	2,2	0,1	4,9	0,5	0,0	0,0	0,1
12	0,6	0,2	8,7	0,1	6,3	3,0	0,0	0,0	0,1
13	0,5	0,1	7,3	0,2	8,2	1,5	0,0	0,0	0,1
14	2,1	0,1	9,9	0,3	25,4	2,4	0,1	0,0	0,1
15	0,7	0,1	12,7	0,4	21,8	2,7	0,1	0,0	0,1
16	1,1	0,1	17,6	0,3	15,5	8,0	0,1	0,0	0,1
17	0,7	0,1	26,7	0,4	19,7	5,8	0,1	0,1	0,1
ПДК	3	6	23	4	140	6	2,1	2	5
Класс опасности	2	2	1	2	3	1	1	1	2

Интегральная оценка опасности почвы была выполнена на основании расчета суммы отношений среднегодовых фактических концентраций загрязняющих веществ к их ПДК. Наибольшую опасность по санитарно-химическим показателям представляет почва в точке № 16 на территории детского дошкольного учреждения и № 17 в зоне рекреации (рисунки).

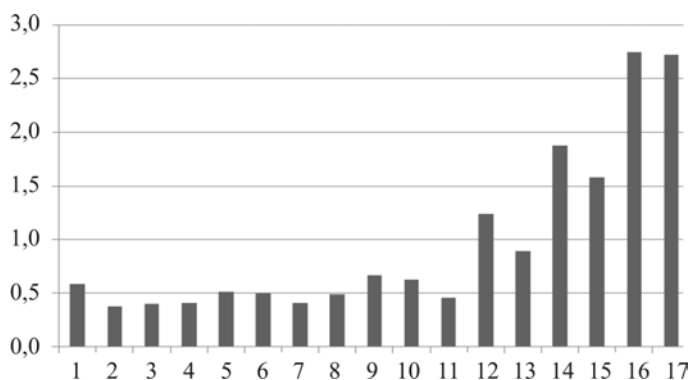


Рис. Ранжирование мониторинговых точек г. Архангельске по степени опасности загрязнения почвы химическими веществами за 2009–2018 гг.

**Анализ состояния почвы по санитарно-бактериологическим показателям.**

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, в 2018 г. составила 13,1 %, что в 1,2 раза выше показателя 2017 г. (10,9 %).

За период 2009–2018 гг. нестандартные пробы отмечались по всем санитарно-бактериологическим показателям: индекс БГКП (53,3 %), индекс энтерококков (16,9 %) и патогенные энтеробактерии (0,4 %).

За 2018 г. отмечалось увеличение доли нестандартных проб по индексу БГКП, по индексу энтерококков – снижение показателя, показатель патогенных энтеробактерий остался без динамики (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, в г. Архангельске за 2009–2018 гг. (%)

Санитарно-бактериологический показатель	Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, %			Динамика в сравнении с 2017 г.
	2017 г.	2018 г.	2009–2018 гг.	
Индекс БГКП	23,9	31,4	53,3	↑
Индекс энтерококков	8,7	7,8	16,9	↓
Патогенные энтеробактерии	0,0	0,0	0,4	Без динамики
Итого	10,9	13,1	19,8	↑

Наибольший удельный вес нестандартных проб по индексу БГКП, индексу энтерококков и по содержанию патогенных энтеробактерий наблюдался на территории жилого дома (51,7; 25,0 и 1,7 % соответственно), наименьший – на территории медицинской организации (табл. 5).

**Анализ санитарного состояния почвы по паразитологическим показателям.** Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям, в 2018 г. в г. Архангельске составила 0,3 %, что в 1,3 раза ниже показателя 2017 г. (0,4 %).

Таблица 5

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, в структуре месторасположения мониторинговых точек в г. Архангельске за 2009–2018 гг. (%)

Санитарно-бактериологический показатель	Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, %			
	Территория жилого дома	Территория медицинской организации	Детские дошкольные и школьные учреждения	Зона рекреации
Индекс БГКП	51,7	20,0	34,1	42,4
Индекс энтерококков	25,0	1,7	15,1	8,5
Патогенные энтеробактерии	1,7	0,0	0,4	0,0
Итого	26,1	7,2	16,5	16,9

За 2009–2018 гг. неудовлетворительные пробы отмечались по таким показателям, как яйца и личинки токсокар, яйца и личинки аскарид (по 1,8 % соответственно) (табл. 6).

Таблица 6

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям, в г. Архангельске за 2009–2018 гг. (%)

Санитарно-паразитологический показатель	Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-паразитологическим показателям, %			Динамика в сравнении с 2017 г.
	2017 г.	2018 г.	2009–2018 гг.	
Яйца и личинки токсокар	1,1	2,0	1,8	↑
Яйца и личинки аскарид	0,0	0,0	0,0	Без динамики
Яйца и личинки власоглава	1,1	0,0	1,8	↓
Яйца и личинки тениид	0,0	0,0	0,0	Без динамики
Яйца и личинки эхинококка	0,0	0,0	0,0	Без динамики
Цисты кишечных патогенных простейших	0,0	0,0	0,0	Без динамики
Итого	0,4	0,3	0,6	↓

Наибольший удельный вес нестандартных проб почвы по санитарно-паразитологическим показателям наблюдается на территории зоны рекреации (1,7 %). На территории медицинской организации данный показатель составил 1,1 %; на территориях детских дошкольных и школьных учреждений – 0,5 %, на территории жилого дома – 0,3 % (табл. 7).

Таблица 7

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-паразитологическим показателям, в структуре месторасположения мониторинговых точек в г. Архангельске за 2009–2018 гг. (%)

Санитарно-паразитологический показатель	Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-паразитологическим показателям, %			
	Территория жилого дома	Зона рекреации	Детские дошкольные и школьные учреждения	Территория медицинской организации
Яйца и личинки аскарид	0,0	1,7	1,7	5,0
Яйца и личинки токсокар	1,7	8,5	1,3	1,7
Итого	0,3	1,7	0,5	1,1

В табл. 8 показаны результаты оценки неканцерогенного риска для здоровья населения от приоритетных контаминантов почвы. В качестве приоритетных для оценки риска химических веществ были отобраны контаминанты, для которых частота обнаружения в пробах почвы превышала 5 %. Значения коэффициентов опасности менее 0,1 рассматривались как минимальные уровни риска, в диапазоне от 0,11 до 1,0 – как допустимый уровень риска, более 1,0 – настояжавающий риск.

Значения коэффициентов опасности для всех приоритетных контаминантов почвы на уровне медианных концентраций не превышали верхнюю границу референтного уровня (1,0).

Таблица 8

Коэффициенты опасности на уровне медианных концентраций контаминантов почвы в г. Архангельске (по данным мониторинга за 2009–2018 гг.)

Номер точки	Cu	Cr	Zn	Ni	Mn	Pb	Hg	Cd	Co
1	$7,3 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$3,7 \cdot 10^{-10}$	$2,3 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$8,1 \cdot 10^{-9}$	$6,4 \cdot 10^{-9}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$
2	$4,7 \cdot 10^{-10}$	$8,0 \cdot 10^{-10}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$2,3 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$4,3 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$
3	$6,3 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-10}$	$8,3 \cdot 10^{-10}$	$5,1 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$
4	$5,4 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$2,3 \cdot 10^{-10}$	$2,3 \cdot 10^{-10}$	$9,4 \cdot 10^{-10}$	$4,5 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$
5	$6,8 \cdot 10^{-10}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$2,9 \cdot 10^{-10}$	$2,9 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$5,5 \cdot 10^{-9}$	$7,5 \cdot 10^{-9}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$
6	$6,3 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$2,8 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-10}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$7,3 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$
7	$8,8 \cdot 10^{-10}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$2,7 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,6 \cdot 10^{-10}$
8	$9,3 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$2,4 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$5,2 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$
9	$6,3 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$5,6 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$
10	$6,8 \cdot 10^{-10}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$4,1 \cdot 10^{-10}$	$3,4 \cdot 10^{-10}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$9,4 \cdot 10^{-9}$	$5,4 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$
11	$7,4 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$2,3 \cdot 10^{-10}$	$2,3 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$4,8 \cdot 10^{-9}$	$4,3 \cdot 10^{-9}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,4 \cdot 10^{-10}$
12	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$9,3 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$4,3 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^{-10}$
13	$8,1 \cdot 10^{-10}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$7,9 \cdot 10^{-10}$	$2,7 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^{-8}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^{-10}$
14	$3,5 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$4,7 \cdot 10^{-10}$	$5,8 \cdot 10^{-9}$	$2,2 \cdot 10^{-8}$	$9,6 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	$2,4 \cdot 10^{-10}$
15	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$6,1 \cdot 10^{-10}$	$5,0 \cdot 10^{-9}$	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$8,6 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-10}$
16	$1,9 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	$5,1 \cdot 10^{-10}$	$3,6 \cdot 10^{-9}$	$7,3 \cdot 10^{-8}$	$6,4 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	$2,1 \cdot 10^{-10}$
17	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$2,9 \cdot 10^{-9}$	$6,7 \cdot 10^{-10}$	$4,5 \cdot 10^{-9}$	$5,4 \cdot 10^{-8}$	$7,5 \cdot 10^{-9}$	$3,9 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-10}$

### Список литературы

1. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: методические указания. – М., 1999.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Архангельской области в 2017 году: Государственный доклад / под ред. Р.В. Бузинова. – Архангельск, 2018. – 17 с.
3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004.
4. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. – М., 2003.

## Комплексная гигиеническая оценка факторов окружающей среды моногорода – территории с высоким уровнем антропогенной нагрузки

**Е.А. Кряжева, В.М. Боев, Л.А. Бархатова,  
Д.А. Кряжев, М.В. Боев**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения РФ,  
г. Оренбург, Россия

На основании многолетних данных государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области» установлено, что суммарный канцерогенный риск от веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, составил  $1,76E-03$ , от веществ, содержащихся в питьевой воде, –  $6E-04$ , что соответствует неприемлемому уровню для населения и требует проведения оздоровительных мероприятий в моногороде. Для города Медногорска характерны процессы депопуляции. Моногород находится на третьем месте в области по уровню первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями с показателем  $450,9 \pm 15,4$  случая на 100 тысяч населения. За исследуемый период среднелетний показатель первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями в Оренбургской области составил  $377,8 \pm 6,2$  случая на 100 тысяч населения, в Российской Федерации  $362,0 \pm 19,3$  случая на 100 тысяч населения.

**Ключевые слова:** моногород, риск здоровью населения, гигиеническая оценка.

Всестороннее и гармоничное развитие территорий Российской Федерации предусмотрено в рамках реализации национальных проектов. Важнейшим направлением является создание комфортной среды для человека, в частности оптимизация экологических факторов в единстве с социально-экономическим ростом территории. Национальный проект «Экология» направлен на оптимизацию обращения с отходами, снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха, повышение качества питьевой воды. В соответствии Государственным докладом «Об охране окружающей среды» Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации 2018 г. город Медногорск входит в 15 самых загрязненных городов страны [6]. Стоит отметить, что г. Медногорск включен в комплексный план мероприятий в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. На совещании с членами правительства в апреле 2018 г. президентом В.В. Путиным было отмечено, что проблема загрязнения в г. Медногорске стоит особенно остро, так как город по его уровню выходит на лидирующие позиции наряду с другими крупными промышленными центрами (Челябинск, Омск и др).

В связи с принятием государственной программы по «Комплексному развитию моногородов» (2016) как территории, опережающей экономическое развитие, изучение и оздоровление факторов окружающей среды приобретает особую актуальность [10]. Еще в 1992 г. Медногорск был приравнен к городам экологического бедствия. Многолетние исследования по гигиенической оценке экологических факторов подтверждают, что город Медногорск не уступает по уровню загрязнения крупным промышленным центрам [4, 5, 7, 10]. В реке Блява, которая находится рядом с рудником медно-серного комбината, концентрации цинка и меди превышают предельно допус-



тимую концентрацию (ПДК) в десятки раз, и она является самой загрязненной рекой Оренбургской области [6]. Многочисленными исследованиями подтверждается негативное влияние загрязнения окружающей среды на состояние здоровья населения – как взрослого, так и детского [3]. Влияние загрязнения проявляется в виде увеличенного по сравнению со среднеобластными значениями показателя первичной заболеваемости [1, 3, 4], смертности [1, 3], заболеваемости злокачественными новообразованиями, снижения иммунитета [2, 8, 9], увеличения количества часто болеющих детей. Процессы естественной депопуляции населения г. Медногорска имеют особый интерес и предмет для изучения в связи с приоритетным направлением государства по улучшению демографических процессов в стране [3]. В связи с этим особо актуальной остается задача по определению количественных закономерностей формирования социально значимых заболеваний и неэпидемической патологии в условиях комплексного воздействия экологических и социально-экономических факторов.

**Цель исследования** – провести комплексную гигиеническую оценку факторов окружающей среды в г. Медногорске – территории с самым высоким уровнем загрязнения.

**Материалы и методы.** Анализ состояния атмосферного воздуха проведен по данным стационарного наблюдения в соответствии с ГН 2.1.6.3492–17 «ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений». Определялся коэффициент превышения ПДК (ГН 2.1.6.3492–17) и суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха –  $K_{\text{воздух}} (K_{\text{сумм}})$  за 2005–2013 гг.

Анализ уровня загрязнения почвы за 2005–2013 гг. проведен по содержанию валовых и подвижных форм восьми элементов (кобальт, свинец, марганец, хром, цинк, медь, кадмий, никель) в соответствии с ГН 2.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве».

Оценка качества питьевой воды проведена в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» и ГН 2.1.5.1315-03.

Оценка риска здоровью населения на выделенных территориях проведена по данным государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области» за 2005–2013 гг. и данным Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (РИФ СГМ) ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области». Анализ риска проведен по 10 канцерогенам, определяемым в атмосферном воздухе, и по 16 канцерогенам, определяемым в питьевой воде, – в соответствии с Р. 2.1.10.1920-04 «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Статистическая обработка данных осуществлена при помощи программы Statistica 10 и Excel 2013.

**Результаты и их обсуждение.** Гигиеническая оценка среднегодовых концентраций исследуемых веществ показала, что приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха для г. Медногорска являются взвешенные вещества ( $1,28 \pm 0,34$  ПДК), диоксид серы ( $1,93 \pm 0,59$  ПДК), железо ( $1,15 \pm 1,25$  ПДК). Суммарный коэффициент загрязнения составил 16,7.

Для веществ, обладающих эффектом суммации, установлены следующие значения коэффициентов: групп суммации (азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, фенол) –  $2,48 \pm 0,79$ ; группа суммации (свинца оксид, серы диоксид) –  $2,08 \pm 0,67$ ; группа суммации (сернистые медь, кобальт, никель, серы диоксид) –  $2,00 \pm 0,63$ ;

группа суммации (серы диоксид, никель) –  $2,1 \pm 1,03$ ; группа суммации (азота диоксид, серы диоксид) –  $2,15 \pm 0,62$ .

Превышение допустимых значений коэффициентов опасности установлено для взвешенных веществ ( $HQ$   $1,92 \pm 0,51$ ), диоксида азота ( $HQ$   $1,06 \pm 0,15$ ), диоксида серы ( $HQ$   $1,93 \pm 0,59$ ), меди (медь сернокислая) ( $HQ$   $2,71 \pm 1,61$ ).

Неканцерогенный риск от веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, имеющих направленное действие на органы и системы, составил для органов дыхания  $HI = 11,0$ ; крови  $HI = 3,3$ ; иммунной системы  $HI = 3,1$ ; центральной нервной системы  $HI = 2,5$ ; глаз  $HI = 1,2$ ; сердечно-сосудистой системы  $HI = 1,1$ ; развитие  $HI = 1,2$  и системное действие  $HI = 2,7$ .

Суммарный канцерогенный риск от веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, составил  $1,76E-03$ , при этом основной вклад обусловлен присутствием бензола (34,1 %), хрома (23,9 %), мышьяка (23 %) (рисунок). Рассчитанное число дополнительных случаев онкологических заболеваний составило 47,3.

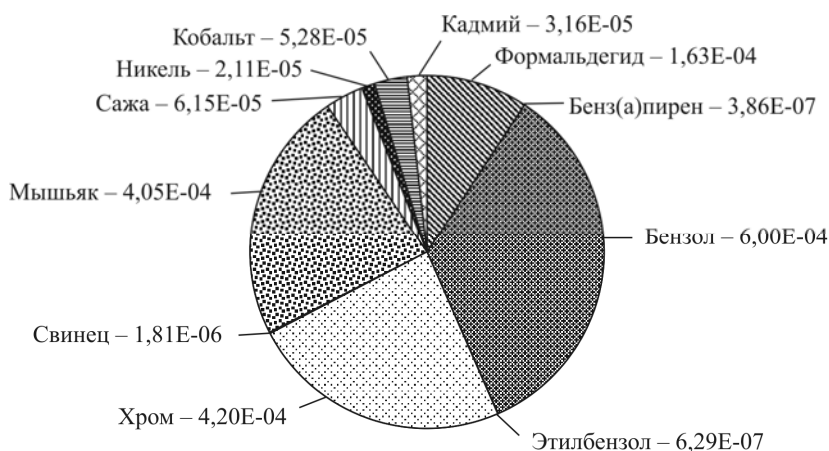


Рис. Индивидуальный канцерогенный риск (ICR) от веществ, содержащихся в атмосферном воздухе

При гигиенической оценке качества питьевой воды установлено, что концентрации исследуемых химических веществ соответствуют гигиеническим требованиям за исключением бензола и бенз(а)пирена. Рассчитанные коэффициенты опасности не превышают допустимых значений.

Анализ суммарных индексов опасности от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, для критических органов и систем организма для жителей установил превышение допустимого уровня для центральной нервной системы ( $HI = 1,1$ ), гормональной системы ( $HI = 1,2$ ), ЖКТ ( $HI = 1,2$ ), и кожи ( $HI = 1,0$ ).

Суммарный канцерогенный риск от веществ, содержащихся в питьевой воде, составил  $6E-04$ , при этом основной вклад обусловлен присутствием мышьяка ( $3,80E-04$ ; 59 %) и хрома ( $2,16E-04$ ; 33,5 %).

При гигиенической оценке почвы установлено превышение допустимых значений по подвижным формам меди (3,5 ПДК) и бенз(а)пирена (1,2 ПДК). Суммарный показатель загрязнения почвы ( $K_{\text{почва}}$ ) селитебных территорий г. Медногорска подвижными формами металлов составил 5,6.

При анализе структуры населения г. Медногорска было установлено, что 25 % населения приходится на лица моложе трудоспособного возраста, 60 % – лица трудоспособного возраста и 15 % – старше трудоспособного возраста. Среднеобластное значение коэффициента – 14,4 родившихся на 1000 населения, в г. Медногорске –  $11,95 \pm 0,29$ . Среднеобластной показатель смертности составил  $14,46 \pm 0,84$ , в г. Медногорске –  $20,12 \pm 1,03$ . При этом показатель младенческой смертности  $10,38 \pm 0,96$ . Коэффициент прироста в г. Медногорске составил – 7,6.

Ранее проведенные исследования по формированию поствакцинального иммунитета в городе Медногорске [2, 8] установили, что состояние поствакцинального иммунитета во всех возрастных группах находится на низком уровне с самой большой долей реакций с отсутствием защитных титров к кори 6,43 %, краснухе – 5,67 %, дифтерии – 8,73 %, столбняку – 2,05 %.

При ранжировании территорий Оренбургской области по первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО) установлено, что на первом месте находится Шарлыкский район ( $484,2 \pm 14,8$  случая на 100 тысяч населения), на втором месте – Новосергиевский район ( $471,4 \pm 9,8$  случая на 100 тысяч населения), на третьем месте – г. Медногорск ( $450,9 \pm 15,4$  случая на 100 тысяч населения). При этом распространенность ЗНО в г. Медногорске составила  $2082,7 \pm 40,3$  случая на 100 тысяч населения, что в 1,4 раза больше, чем в среднем в области. Показатель смертности от ЗНО в г. Медногорске –  $241,4 \pm 8,0$  случая на 100 тысяч населения. За исследуемый период среднемноголетний показатель первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями в Оренбургской области составил  $377,8 \pm 6,2$  случая на 100 тысяч населения, в Приволжском федеральном округе –  $365,2 \pm 8,9$  случая на 100 тысяч, в Российской Федерации –  $362,0 \pm 19,3$  случая на 100 тысяч населения.

**Выводы.** Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха для г. Медногорска являются взвешенные вещества, диоксид серы, железо. Суммарный коэффициент загрязнения составил 16,7.

Суммарный канцерогенный риск от веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, составил  $1,76E-03$ , что соответствует неприемлемому уровню риска и требует проведения экстренных оздоровительных мероприятий.

Приоритетными загрязнителями питьевой воды для г. Медногорска являются бензол и бенз(а)пирен.

Суммарный канцерогенный риск от веществ, содержащихся в питьевой воде, составил  $6E-04$ , что соответствует неприемлемому уровню.

Суммарный показатель загрязнения почвы города подвижными формами металлов составил 5,6.

Для города характерны процессы депопуляции, естественный прирост населения имеет значение – 7,6, что в целом в два раза ниже, чем в области.

Медногорск находится на третьем месте в области по уровню первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями.

### Список литературы

1. Боев М.В. Медико-демографические аспекты в моногородах и сельских поселениях // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 6 (243). С. 4–5.
2. Боев М.В., Кряжев Д.А., Боев В.М. Влияние факторов окружающей среды на формирование поствакцинального иммунитета // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 5. – С. 52–54.

3. Боев В.М., Кряжев Д.А., Борщук Е.Л. Оценка заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в моногородах и сельских поселениях // Оренбургский медицинский вестник. – 2016. – Т. IV, № 2 (14). – С. 21–23.

4. Детерминированные экологические факторы риска для здоровья населения моногородов / В.М. Боев, М.В. Боев, Л.М. Тулина, А.А. Неплохов // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 2. – С. 39–44.

5. Киселева Н.Н., Орлянская А.А., Гулов Г.А. Государственная политика поддержки промышленных моногородов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. – С. 601.

6. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России, НПП «Кадастр», 2019. – 888 с.

7. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения моногородов и сельских поселений / В.М. Боев, Д.А. Кряжев, Л.М. Тулина, А.А. Неплохов // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 57–64.

8. Реакция иммунной системы и лимфоидной ткани на воздействие химических факторов окружающей среды / В.М. Боев, Е.А. Кряжева, Д.А. Кряжев, В.В. Суменко, А.И. Смолягин // Современные проблемы науки и образования. – № 4. – 2017.

9. Сравнительный анализ эхографических показателей селезенки здоровых детей, проживающих на территориях с различной антропогенной нагрузкой / В.М. Боев, И.Л. Карпенко, Л.А. Бархатова, В.В. Суменко, А.И. Верещагин, Д.А. Кряжев // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 1. – С. 19–21.

10. Хайдаров Р.Р. Состояние экологии как факторов устойчивого развития моногорода // Власть. – 2013. – № 2. – С. 072–075.

## **Сравнительная оценка уровней электромагнитных полей радиочастотного диапазона на территории крупного промышленного города**

**Л.Х. Кудусова, В.М. Боев, С.В. Перепелкин,  
Л.В. Зеленина, И.Л. Карпенко**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения РФ,  
г. Оренбург, Россия

Рассматриваются вопросы оценки электромагнитной безопасности на территориях промышленного города. Выполнен сравнительный анализ территориального размещения и технических характеристик базовых станций на изучаемой территории, установлены приоритетные точки потенциально наибольшего уровня электромагнитных полей с учетом возможного риска для здоровья населения. Произведено ранжирование территории по уровню плотности потока энергии, наибольшие уровни электромагнитного загрязнения установлены

в Ленинском районе города. Показано, что на исследованной территории максимальные значения плотности потока энергии электромагнитного поля формируются на 3–5-м и 6–9-м этажах жилых зданий. По результатам исследования были установлены «критические» участки для дальнейшей оценки экспозиции и анализа риска для здоровья населения.

**Ключевые слова:** гигиеническая оценка, электромагнитные поля, базовые станции, сотовая связь.

Электромагнитное излучение (ЭМИ), в том числе радиочастотного диапазона, является одним из самых массовых и распространенных физических факторов воздействия на среду обитания человека, формирующим условия непрерывного воздействия электромагнитных полей (ЭМП) малых нетепловых интенсивностей [1, 4], признанного в 2011 г. Всемирной организацией здравоохранения канцерогенным фактором окружающей среды класса 2В [7]. В последние годы отмечается увеличение количества и мощности базовых станций (БС) сотовой связи, широко внедряются новые стандарты связи. Большую часть передающих радиотехнических объектов составляют базовые станции (БС) сухопутной подвижной радиосвязи. В крупных городах суммарная мощность ЭМП абонентских терминалов и БС превышает мощность всех других радиотехнических объектов в диапазоне частот 300 МГц – 3,5 ГГц [3, 5]. В этой связи чрезвычайно актуальной является оценка формируемых рисков для здоровья населения, поскольку количество «событий облучения» электромагнитным фактором для популяции несоизмеримо с воздействием других факторов [2].

Ранее проведенные исследования показали возрастающую гигиеническую значимость ЭМП как фактора, оказывающего неблагоприятное влияние на здоровье населения [3].

**Цель исследования** – проведение сравнительной гигиенической оценки электромагнитной обстановки от БС сотовой связи на территории крупного промышленного города.

**Материалы и методы.** На первом этапе проведен анализ эксплуатируемых базовых станций на территории г. Оренбурга с учетом технических характеристик оборудования (мощность передатчиков, их количество, рабочие частоты, высота установки антенн от поверхности земли и от опорной поверхности, угол максимума диаграммы и диаграммы направленности (ДН)), а также мест расположения. С этой целью был выполнен анализ реестра Роспотребнадзора санитарно-эпидемиологических заключений на проектную документацию передающих радиотехнических объектов, выданных с 2005 по 2018 г. На втором этапе были выделены приоритетные точки потенциально наибольшего уровня ЭМП с учетом возможного риска для здоровья населения. Для определения точек и трасс контрольного измерения были учтены точки расположения БС, а также технические характеристики оборудования. Число трасс и точек измерений определялись конструктивным типом БС, типом застройки, рельефом местности. В программу измерений включены близлежащие объекты застройки в направлении максимумов ДН передающих антенн БС. По результатам оценочных расчетов максимальных уровней ЭМП были выполнены инструментальные измерения контролируемого параметра (плотности потока энергии – ППЭ в мкВт/см<sup>2</sup>) на прилегающей к БС территории, придомовой территории и на разных этажах зданий в соответствии с МУК 4.3.1677-03. Вычислялось среднее значение ППЭ в мкВт/см<sup>2</sup> из трех точек на различной высоте – от 0,5 до 2,0 м. Всего в течение года было исследовано формируемое ЭМП от 115 БС города.

Исследование проводилось в четырех районах города (Центральный, Ленинский, Дзержинский и Промышленный) с определением формируемой электромагнитной обстановки. Обработка первичных данных осуществлялась в среде Microsoft Excel 10. С целью выявления различий в исследуемых параметрах ЭМП на различных территориях был применен U-критерий Манна – Уитни, реализованный в системе Statistica 10.0.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе исследования было установлено, что на изучаемой территории осуществляют деятельность четыре оператора сотовой связи (ПАО «МТС», ПАО «Мегафон», ПАО «ВымпелКом», ООО «Т2 Мобайл»), которые используют стандарты связи GSM 900/1800, UMTS 1800/2100, LTE 1800/2600.

Количество операторов на одной установочной площадке (сота) может достигать до четырех. На некоторых объектах (здание, мачта) операторы совместно используют антенно-фидерные устройства в различных диапазонах частот. Отрицательной стороной такого расположения является необходимость использования дополнительного оборудования для усиления выходной мощности, что увеличивает создаваемую электромагнитную нагрузку на территории.

Число действующих БС, особенно в городах, увеличивается в связи с активным внедрением систем коммуникаций 3-го (3G) и 4-го (4G) поколений (рисунок).

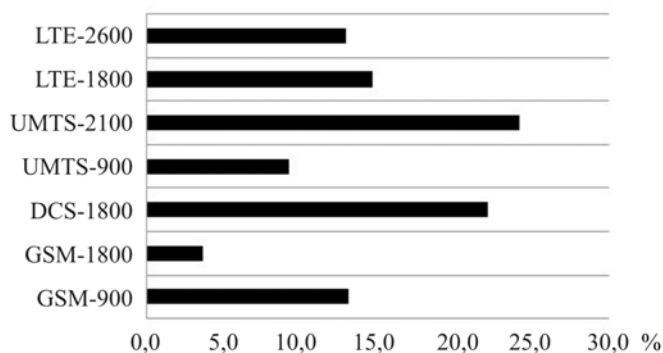


Рис. Соотношение наиболее распространенных стандартов связи базовых станций операторов мобильной связи в г. Оренбурге (%)

На рисунке показано, что стандарт LTE 1800/2600 используется операторами связи в 27,8 % из всех применяемых стандартов. Таким образом, формируется динамическая сеть с изменяющейся зоной покрытия без привязки к определенной границе зон обслуживания и наличия электрического управления диаграммой направленности антенн. Это ведет к тому, что формируемое ЭМП становится неуправляемым для измерения на селитебных территориях и регламентирования контролируемых уровней.

Сравнительная оценка электромагнитной нагрузки по районам города показала различный уровень удельной нагрузки ЭМИ. При анализе размещения БС было установлено, что наибольшая плотность БС на единицу площади приходится на Ленинский и Промышленный районы (табл. 1).

Измерения ППЭ, проводимые в непосредственной близости от антенных систем (на прилегающей территории), показали соответствие нормативам для жилых зон ( $10 \text{ мкВт/см}^2$ ), максимальные зарегистрированные уровни составили не более  $7 \text{ мкВт/см}^2$ . На придомовой территории также не выявлено превышения установ-

ленного предельно допустимого уровня (ПДУ), значение составило не более  $2,7 \text{ мкВт/см}^2$ . Максимальные величины ППЭ зафиксированы на этажах зданий, расположенных по азимуту проекции главных лучей ДН антенн (табл. 2). В разных точках города наиболее высокие уровни ЭМП были установлены на уровне 3–5-го этажей – до  $0,8 \text{ ПДУ}$ , на уровне 6–9-го этажей – до  $1,1 \text{ ПДУ}$ .

Таблица 1

Распределение базовых станций меду операторами мобильной сотовой связи по районам города (абсолютное значение точек размещения оборудования)

Район города	Количество базовых станций	Удельная плотность размещения БС на $1 \text{ км}^2$
Центральный	83	0,94
Ленинский	209	1,6
Дзержинский	139	1,1
Промышленный	99	3,4

Таблица 2

Результаты измерения средних и максимальных (макс.) значений ППЭ в контрольных точках по районам города ( $M \pm m$ )

ППЭ, $\text{мкВт/см}^2$	Центральный	Ленинский	Дзержинский	Промышленный	Город
<i>Прилегающая территория к БС</i>					
Средние;	$0,22 \pm 0,04$ ;	$0,40 \pm 0,08^*$ ;	$0,16 \pm 0,03$ ;	$0,40 \pm 0,10$ ;	$0,18 \pm 0,05$ ;
макс.	$0,76 \pm 0,21$	$1,37 \pm 0,28^*$	$0,39 \pm 0,07$	$0,67 \pm 0,13$	$0,48 \pm 0,15$
<i>Придомовая территория</i>					
Средние;	$0,09 \pm 0,02$ ;	$0,52 \pm 0,27^*$ ;	$0,12 \pm 0,03$ ;	$0,15 \pm 0,08$ ;	$0,16 \pm 0,06$ ;
макс.	$0,17 \pm 0,04$	$0,51 \pm 0,15^*$	$0,19 \pm 0,05$	$0,31 \pm 0,12$	$0,19 \pm 0,05$
<i>1–2-й этажи</i>					
Средние;	$0,15 \pm 0,04$ ;	$0,42 \pm 0,19^*$ ;	$0,10 \pm 0,03$ ;	$0,43 \pm 0,16$ ;	$0,19 \pm 0,05$ ;
макс.	$0,23 \pm 0,06$	$0,81 \pm 0,4^*$	$0,21 \pm 0,06$	$0,60 \pm 0,21$	$0,32 \pm 0,09$
<i>3–5-й этажи</i>					
Средние;	$0,89 \pm 0,41$ ;	$0,89 \pm 0,31^*$ ;	$0,91 \pm 0,16$ ;	$0,51 \pm 0,14$ ;	$0,53 \pm 0,12$ ;
макс.	$0,86 \pm 0,15$	$1,58 \pm 0,44^*$	$1,30 \pm 0,24$	$1,28 \pm 0,42$	$0,78 \pm 0,19$
<i>6–9-й этажи</i>					
Средние;	$0,13 \pm 0,03$ ;	$0,65 \pm 0,23^*$ ;	$0,28 \pm 0,06$ ;	$0,15 \pm 0,15$ ;	$0,21 \pm 0,07$ ;
макс.	$0,33 \pm 0,19$	$1,15 \pm 0,35^*$	$0,51 \pm 0,09$	$0,35 \pm 0,35$	$0,41 \pm 0,11$
<i>10–15-й этажи</i>					
Средние;	$0,20 \pm 0,06$ ;	$0,46 \pm 0,27^*$ ;	$0,03 \pm 0,03$ ;	$0,10 \pm 0,00$ ;	$0,14 \pm 0,06$ ;
макс.	$0,47 \pm 0,07$	$0,88 \pm 0,39^*$	$0,07 \pm 0,07$	$0,10 \pm 0,00$	$0,25 \pm 0,11$

Примечание: достоверность различий по сравнению со средними показателями по городу,  $p < 0,05$ .

Промышленный район города характеризуется преимущественно мало- и среднеэтажной застройкой и сосредоточением производственных зданий различных отраслей хозяйства. Средняя высота расположения базовых станций сотовых компаний «большой четверки» в промышленном районе составляет 22–24 метра, и «критическими» участками стали 3–5-й этажи жилых и общественных зданий.

В Дзержинском районе города средняя высота расположения БС составила 21–25 метров, «критическими» зонами для контроля явились 3–5-й этажи зданий

с наиболее высокими значения ППЭ. 75,5 % БС располагались на нежилых зданиях, 6,1 % из них – образовательные детские учреждения.

Ленинский район характеризуется высокой плотностью застройки. В Ленинском районе 58,4 % БС располагались на нежилых зданиях, 3 % из них – образовательные детские учреждения. В данном районе наиболее высокие значения контролируемых параметров ЭМП были установлены на 3–5-м и 6–9-м этажах зданий.

Центральный район города характеризуется мало- и среднеэтажной застройкой. Средняя высота расположения БС составила 21–24 метра, «критическими» зонами для контроля явились 3–5-й этажи зданий с наиболее высокими значения ППЭ.

При сравнении электромагнитной нагрузки по районам города статистически достоверные различия полученных значений ППЭ ( $p < 0,05$ ) были установлены между Ленинским районом и средними значениями по городу. Как видно из табл. 2, приоритетными зонами для контроля являются 3–5-й и 6–9-й этажи зданий.

**Выводы.** Таким образом, анализ ранее проведенных в г. Оренбурге исследований, оценочные расчеты и контрольные измерения позволили выделить наиболее проблемные участки для дальнейшей оценки экспозиции и анализа риска здоровью населения. Наибольшие уровни электромагнитного загрязнения установлены в Ленинском районе города. Получены статистически достоверные различия значений ППЭ в Ленинском районе и средними значениями по городу. Измерения ППЭ на прилегающей к БС территории и придомовой зоне не установили превышения ПДУ. По результатам исследования установлено, что наибольшие уровни электромагнитной нагрузки формируются на 3–5-м и 6–9-м этажах жилых зданий.

### Список литературы

1. Аутоиммунные процессы после пролонгированного воздействия электромагнитных полей малой интенсивности (результаты эксперимента). Сообщение 1: Мобильная связь и изменение электромагнитной среды обитания населения. Необходимость дополнительного обоснования существующих гигиенических стандартов / Ю.Г. Григорьев, О.А. Григорьев, А.А. Иванов [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2010. – Т. 50. – № 1.
2. Григорьев О.А. Радиобиологическая оценка воздействия электромагнитного поля подвижной сотовой связи на здоровье населения и управление рисками: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2012. – 46 с.
3. Григорьев Ю.Г., Григорьев К.А. Электромагнитные поля базовых станций подвижной радиосвязи и экология. Оценка опасности электромагнитных полей базовых станций для населения и биосистем // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, № 6. – С. 726–731.
4. Пчельник О.А., Нефедов П.В. Мобильная связь и здоровье населения // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 12–2. – С. 356–360.
5. Пчельник О.А., Нефедов П.В. Мобильная связь и заболеваемость населения Краснодарского края // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10. – С. 153–159.
6. Химические и физические факторы урбанизированной среды обитания / Ю.А. Рахманин, В.М. Боев, В.Н. Аверьянов, В.Н. Дунаев; под ред. Ю.А. Рахманина. – Оренбург: Южный Урал, 2004. – 432 с.



7. IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to human. World Health Organization press release № 208. International Agency for Research on Cancer. 2011-05-31. – URL: [http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf) (accessed: 05 December 2013).

## **Оценка потенциального канцерогенного риска, связанного с ингаляционным воздействием, для населения и работников предприятий машиностроения города Улан-Удэ**

**В.Р. Моторов**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия»  
Роспотребнадзор,  
г. Улан-Удэ, Россия

Высокая медико-социальная значимость онкологической патологии определяет важность изучения условий ее формирования. Проведен расчет индивидуального канцерогенного риска (*ICR*) для населения города Улан-Удэ и для работников основных профессий в динамике – 30 лет стажа в авиастроительном и вагоноремонтном производствах. Установлено, что для населения Улан-Удэ  $ICR = 4,9E-04$ , что является приемлемым только для профессиональных групп. Риски обусловлены содержанием формальдегида, бенз(а)пирена и хрома VI в атмосферном воздухе. *ICR* у работников основных профессий предприятий машиностроения оценивается как неприемлемый для профессиональных групп через 5–15 лет после начала работы во вредных условиях. Результаты исследования предоставляют возможность разработать эффективный комплекс управления канцерогенным риском, включающий регламентационно-контролирующие, организационно-управленческие, технико-технологические, финансово-экономические, медико-профилактические, информационно-образовательные мероприятия.

**Ключевые слова:** химическое загрязнение, индивидуальный канцерогенный риск, атмосферный воздух, профессиональные группы, воздух рабочей зоны.

Регионы с интенсивным развитием различных отраслей промышленности испытывают значительные многофакторные антропогенные нагрузки, что приводит к ухудшению состояния окружающей среды и здоровья населения. Среди возможных последствий воздействия на человека химических загрязнений окружающей среды особое место занимают злокачественные новообразования (ЗНО). По данным Всемирной организации здравоохранения, 19 % всех случаев рака в мире обусловлены факторами окружающей среды, что исчисляется в 1,3 млн случаев смерти в год [5]. По данным Международного агентства по изучению рака, в мире прогнозируется, что к 2030 г. ежегодное количество впервые выявленных случаев заболеваний ЗНО возрастет до 27 млн, а смертей – до 17 млн. В Российской Федерации заболеваемость ЗНО также остается одной из самых злободневных проблем. Высо-

кую социальную значимость данной патологии определяют: рост частоты заболевания, длительная утрата трудоспособности, увеличение инвалидизации, ощутимые экономические потери как общества, так и каждого пациента, обусловленные высокой стоимостью профилактических, клинических, реабилитационных мероприятий.

По данным статистики и результатам научных исследований именно городское население промышленно развитых регионов РФ является группой риска развития ЗНО. Риск развития большинства злокачественных новообразований (ЗНО) зависит от комплексного влияния различных факторов, в том числе производственных. При этом канцерогенная экспозиция, некоторые особенности образа жизни (в первую очередь, курение, злоупотребление алкоголем и пр.) зачастую потенцируют неблагоприятное действие, приводя к увеличению вероятности развития онкопатологии [7, 9, 13]. Анализ многолетних данных показал, что заболеваемость ЗНО в Республике Бурятия (РБ) находится на относительно невысоком уровне, однако в период 1987–2011 гг. выявлен высокий рост онкопатологии среди населения [10]. Результаты наблюдений Бурятского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (БЦГМС) свидетельствуют, что в атмосферном воздухе г. Улан-Удэ в течение многих лет регистрируются высокие концентрации химических веществ [9, 10]. Неуклонный рост в популяции хронических неинфекционных заболеваний, к числу которых относятся ЗНО, связывают с несколькими факторами: изменением возрастной структуры населения, загрязнением окружающей среды и широким распространением вредных привычек. Важнейшим компонентом оценки риска ЗНО является определение того, какие экспозиции следует рассматривать как детерминирующие при изучении причинно-следственных связей [9]. Проведенные исследования в ряде отраслей промышленности показали высокие риски бластомогенных эффектов для работников металлургии, химического и других производств [2, 3].

В соответствии с новой парадигмой науки о рисках одним из важных результатов является разработка, основанная на фактических данных стратегий управления рисками здоровья населения [8]. Среди основных направлений практического использования оценки риска при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, особое значение имеет ранжирование территорий по уровням загрязнения и опасности здоровью населения для регулирования источников и факторов риска, представляющих наибольшую угрозу здоровью населения [1, 11, 13].

Сформированная и развивающаяся концепция рисков определяет переход от основополагающего принципа гигиенической оценки воздействия на организм отдельных факторов на новый уровень, предусматривающий в едином целом все вероятности вредного воздействия. Основываясь на методологии оценки риска, мы определили **цель исследования** – дать вероятностные оценки онкогенной опасности для населения и для работников основных профессий предприятий машиностроения и ремонта в динамике трудового стажа на примере предприятий Восточной Сибири г. Улан-Удэ.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в г. Улан-Удэ, административном и промышленном центре РБ с численностью населения 434,8 тыс. человек (на 01.01.2018 г.). Идентификация канцерогенной опасности, обусловленной поступлением химических примесей в атмосферный воздух, проведена по данным форм № 2-ТП (воздух) за 2005–2015 гг. Экспозиции оценивались по данным БЦГМС в целом для населения города. На этапе предварительных оценок мы использовали привязку к стационарным постам наблюдения БЦГМС. Использованы

среднегодовые данные за 2002–2015 гг. Расчет показателей *HCR*, *UR*, *ICR*, *PCR* проведен в соответствии [4]. Учитывая значительный объем эпидемиологической и фундаментальной научной литературы, оценивающей этиологические ассоциации в отношении ЗНО, следовало определиться с критериями доказательств, необходимых для включения в наши исследования химических веществ, поступающих в воздух. Основными источниками данных о связи бластомогенного эффекта с воздействием служили данные Фонда по изучению рака (WCRF) и международных монографических исследований Международного агентства по исследованиям рака (IARC) по оценке канцерогенных рисков для человека [14].

Оценка вклада производственного фактора в *ICR* для работников проведена на примере двух предприятий: авиазавода (АЗ) и вагоноремонтного производства (ВРП). Предприятия относятся к числу старейших на территории Сибири, имеют специализацию по выпускаемой продукции, что определяет некоторые технологические различия. АЗ включает следующие производства: литейное, малярное, резино-пластмассовое, слесарно-сварочное, лопастное, агрегатно-сборочное. К основным производствам ВРП относятся вагонокузовное, вагоносборочное, вагоноколесное. Основными профессиями, которые можно рассматривать как «сквозные» для этих производств, можно считать следующие: слесарь-электрик, маляр, гальваник, вулканизаторщик. От стационарных источников указанных предприятий в воздушный бассейн попадают химические примеси более 100 наименований, из них 14 относятся к канцерогенным (никель оксид, свинец и его неорганические соединения, хром VI, сажа, бензол, этиленбензол, этилбензол, 3,4-бенз(а)пирен, тетрахлорметан, хлорметилоксиран, 1,2-дихлорэтан).

Используя данные БЦГМС, производственного контроля, результаты собственных исследований качественно-количественных характеристик воздуха рабочей зоны и атмосферного воздуха, рассчитаны уровни *ICR* для работников основных профессий. Оценка воздействия для работников основана на расчетах экспозиции по многолетним среднесменным концентрациям в воздухе рабочей зоны, для населения – по среднегодовым концентрациям в атмосферном воздухе с учетом времени пребывания в каждой среде. Доза при оценке риска, не связанного с профессией, рассчитана на период жизни продолжительностью 70 лет. При расчете доз токсического вещества, поступающего из воздуха рабочей зоны, использованы «стандартные» параметры вентиляции легких для взрослого человека ( $10 \text{ м}^3$ ), продолжительности смены (8 часов, за исключением маляров, выполняющих покраску в закрытых пространствах), массы тела (70 кг), количество дней в контакте (240). В связи с тем что время воздействия канцерогенов, сопровождающих процесс подготовки к основной работе и непосредственно проведение покрасочных работ, занимает около 75 % рабочего времени, для профессии «маляр» продолжительность экспозиции взяли 5 часов. *ICR* рассчитан исходя из динамики стажа работы в контакте с канцерогенными веществами: 1, 2, 3, 5 и далее с «шагом» в 5 лет до 30 лет.

Статистическая обработка данных проведена с помощью лицензионных пакетов Excel, Statistica. Применялся расчет относительных и средних величин, стандартных ошибок. Сравнение вклада отдельных канцерогенов в суммарный уровень *ICR* проведено с применением критерия  $\chi^2$ , различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Основным путем воздействия химических канцерогенов на организм человека считается ингаляционный, поэтому рассмотрим риск

канцерогенных эффектов для жителей г. Улан-Удэ с учетом зон влияния основных источников выбросов. От стационарных источников в атмосферный воздух города поступает около 30 тысяч тонн выбросов. Для идентификации канцерогенной опасности выбраны 15 веществ, обладающих канцерогенным эффектом. Среди предприятий наиболее опасных как источники выбросов веществ, обладающих канцерогенным эффектом, выделяются предприятия машиностроения и ремонта. Если большинство предприятий имеют одно приоритетное вещество, определяющее почти 100 % вклада, то ЗАО «Стальмост», АО «Улан-Удэнский авиазавод» характеризуются расширенными спектрами канцерогенов, поступающих в атмосферный воздух города. АЗ выбрасывает в атмосферу 14 канцерогенных веществ: хром шестивалентный, серная кислота, никель и его соединения, формальдегид, эпихлоргидрин, бенз(а)пирен, бензол, сажа, кадмий и его соединения, масло минеральное, акрилонитрил, 1,3-бутадиен, пропилен оксид, этилена оксид. Концентрации указанных веществ по данным контроля производственной лаборатории на границе санитарно-защитной зоны не превышают предельно допустимых. Однако государственный мониторинг БЦГМС свидетельствует, что среднегодовые концентрации превышали ПДК<sub>сс</sub> по следующим веществам: формальдегид – в 1,5–2,9 раза, бенз(а)пирен – в 2,6–7,7 раза.

В течение нескольких лет индексы загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ оценивались как «очень высокие», в связи с чем город включен в приоритетный список городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнения воздушного бассейна. Выявлено, что при оценке канцерогенного риска для жителей центральной части города, где преобладающим является транспортное загрязнение (пост № 1), индивидуальный канцерогенный риск был связан с воздействием формальдегида ( $9,8E-05$ ), бенз(а)пирена ( $3,8E-06$ ), которые вносят в суммарный канцерогенный риск вклад в 96,3 и 3,7 % соответственно.

Размещение поста № 2 связано с оценкой влияния на воздушный бассейн города автотранспорта, поэтому в программу наблюдения включены не только бенз(а)пирен, но и некоторые металлы. Основной вклад в суммарный канцерогенный риск вносит  $Cr^{+6}$  (97,1 %,  $ICR_i$  составил  $1,8E-04$ ) Доля бенз(а)пирена в этом районе незначительно отличается от таковой в районе размещения поста № 1 (2,7 %,  $ICR_i = 5,1E-06$ ). Вклад свинца и никеля не превышает 0,2 %, а их величины  $ICR_i$  соответствуют целевому уровню (риск развития меньше одного случая на миллион экспонированного населения). Пост № 4 ориентирован на контроль над выбросами предприятий. Среди регистрируемых канцерогенов основной вклад в  $ICR_i$  вносят:  $Cr^{+6}$  (97,2 %,  $ICR$  составил 0,00021), Cd (2,0 %,  $ICR_i$  составил  $4,5E-06$ ), Ni (0,7 %,  $ICR_i$  составил  $1,5E-06$ ).

Таким образом, суммарный канцерогенный риск, обусловленный ингаляционной экспозицией, во всех районах наблюдения г. Улан-Удэ входит в третий диапазон, который приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом.

Далее представляется целесообразным провести оценку полученных результатов в сопоставлении с уровнями онкогенной заболеваемости на отдельных территориях города с учетом воздействия производственных канцерогенов.

В течение многих лет город Улан-Удэ входит в число наиболее загрязненных городов РФ, основными поллютантами в котором являются: бенз(а)пирен, формальдегид, сажа, оксиды азота, оксид углерода, взвешенные вещества и др. Из числа приоритетных веществ, обладающих канцерогенным эффектом, по кратности

сти превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) атмосферного воздуха максимальную опасность представляют: бенз(а)пирен, среднесуточное содержание которого в 3–4 раза превышало ПДК<sub>сс</sub>; формальдегид (1,2–2,0 ПДК<sub>сс</sub>). Содержание никеля, свинца, хрома во много раз ниже гигиенических нормативов (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Индивидуальный канцерогенный риск для населения Улан-Удэ

Химические примеси, канцерогены	Среднесуточные концентрации, мг/м <sup>3</sup>	<i>SFi</i>	<i>ICR</i>	Вклад в суммарный <i>ICR</i> , %
Бенз(а)пирен	0,000004	3,9	5,0E-06	1,0
Формальдегид	0,01	0,046	2,7E-04	54,7
Никель	0,000006	0,84	1,44E-06	0,3
Свинец	0,000023	0,042	2,7E-07	0,05
Хром	0,00001	42	1,33E-04	44,3

*ICR* для населения Улан-Удэ – 4,9E-04, что является приемлемым только для профессиональных групп. Риски обусловлены содержанием формальдегида, бенз(а)пирена и хрома VI в атмосферном воздухе.

В большинстве технологических процессов в производстве летательных аппаратов происходит контакт с канцерогенными веществами. Так, в металлургическом производстве при изготовлении литья, термической обработке деталей, пескоструйной обработке, окраске, хромировании, нанесении различных покрытий, изготовлении деталей из реактопластов и резинотехнических изделий используются бериллий, кадмий, никель, хром VI и их соединения, кремния диоксид кристаллический в форме кварца, бензол, эпихлоргидрин, винилхлорид, трихлорэтилен, асбест, акрилонитрил. В механосборочном производстве в процессе газовой резки, ацетиленовой и электрогазосварке металла, шлифовании хромированных поверхностей возможно воздействие хрома VI, никеля. В производстве технологического оснащения происходит газовая резка металла, электросварка и газосварка металла, забивка каркасов пескомассой для изготовления слепков, приготовление эпоксидной смолы, полировка деталей оснастки из металла, в ходе которых вероятен контакт с кремния диоксидом кристаллическим (в форме кварца), формальдегидом, хромом VI. В агрегатно-сборочном, монтажно-испытательном и заготовительно-штамповочном производствах, цехах ремонта, комплектации и на других участках возможно воздействие триоксида хрома, формальдегида, асбеста. Многолетние среднесменные концентрации канцерогенных веществ, зарегистрированных на различных рабочих местах, статистически значимо различаются и превышают ПДК<sub>врс</sub>. Так, наиболее высокое содержание хрома VI в воздухе рабочей зоны характерно для электросварщиков, плавильщиков, гальваников, маляров, формовщиков (0,08 мг/м<sup>3</sup>), формальдегида – для маляров и вулканизаторщиков (0,9 мг/м<sup>3</sup>), никеля – шлифовщиков (0,17 мг/м<sup>3</sup>), кремния диоксида в форме кварца – для обрубщиков, чистильщиков (6,2 мг/м<sup>3</sup>).

Вагоноремонтное производство имеет свои технологические особенности. Во-первых, в одном цехе размещают нескольких бывших в эксплуатации вагонов, требующих разных видов ремонта (помывка, разборка и демонтаж, очистка, шлифовка кузовов и внутренних систем вагонов). Во-вторых, большие размеры цехов

затрудняют эффективное использование средств коллективной защиты, отсутствие изолированных помещений и одномоментное участие в ремонте одного вагона работников разных профессий приводят к влиянию комплекса неблагоприятных факторов на несколько категорий ремонтников. Общая технологическая схема выглядит следующим образом: в вагонокузовном цехе осуществляются разборка и ремонт кузовов вагонов, систем отопления и водоснабжения, ремонт и комплектация вагонной гарнитуры. Затем вагоны подаются в вагоносборочный цех, где работы осуществляются на малярном, оконно-дверном, электровагонном и вагонстолярном участках; заключительным этапом является проведение наружных и внутренних малярных работ вагона на малярном участке. Работники вагоноколесного цеха производят механическую обработку колесных пар, их ремонт и новое формирование. По данным производственного контроля в вагонокузовном производстве на гальваническом участке среднесуточное содержание аэрозолей никеля составляет  $0,14 \pm 0,01$  мг/м<sup>3</sup>, формальдегида –  $0,35 \pm 0,003$  мг/м<sup>3</sup>; на комплектовочном и столярно-обойном участках среднее содержание бензола, формальдегида аэрозолей никеля и свинца ниже гигиенических нормативов. На тормозном участке уровень паров бензола превышает ПДК (на рабочем месте слесаря по ремонту подвижного состава –  $25,0 \pm 1,2$  мг/м<sup>3</sup>, слесаря-электрика и пропитчика –  $20,0 \pm 1,4$  мг/м<sup>3</sup>). Из канцерогенов, поступающих в воздух рабочей зоны вагоносборочного и вагоноколесного цехов, следует выделить бензол, средние концентрации которого составляют 0,9–6,7 ПДК, значительный разброс обусловлен особенностями технологического процесса работы маляра малярного и вагонстолярного участков. Концентрации свинца и формальдегида на указанных участках соответствуют нормативам.

Уровни *ICR* в динамике производственного стажа для основных профессий канцерогенно-опасных цехов на предприятиях представлены в табл. 2.

Таблица 2

Индивидуальный канцерогенный риск для работников различных профессий канцерогенно-опасных предприятий

Стаж	Авиаавиазавод			Вагоноремонтное производство		Маляр, работающий в закрытом пространстве
	плавильщик, формовщик, гальваник, маляр	вулканизаторщик	полировщик, шлифовальщик	слесарь-электрик, пропитчик, слесарь подвижного состава, маляр	изолировщик	
1	0,0004	0,0001	0,00041	<b>0,004536</b>	<b>0,002127</b>	<b>0,01812</b>
2	0,0008	0,0002	0,0002	<b>0,009072</b>	<b>0,004254</b>	<b>0,03624</b>
3	<b>0,0012</b>	0,0002	0,0003	<b>0,013608</b>	<b>0,006382</b>	<b>0,05436</b>
5	<b>0,0019</b>	0,0004	0,0005	<b>0,02268</b>	<b>0,010636</b>	<b>0,0906</b>
10	<b>0,0039</b>	0,0008	<b>0,0011</b>	<b>0,045361</b>	<b>0,021272</b>	<b>0,181201</b>
15	<b>0,0058</b>	<b>0,0011</b>	<b>0,0016</b>	<b>0,068041</b>	<b>0,031908</b>	<b>0,271801</b>
20	<b>0,0078</b>	<b>0,0015</b>	<b>0,0021</b>	<b>0,090722</b>	<b>0,042544</b>	<b>0,362401</b>
25	<b>0,0097</b>	<b>0,0019</b>	<b>0,0026</b>	<b>0,113402</b>	<b>0,08635</b>	<b>0,453002</b>
30	<b>0,0117</b>	<b>0,0023</b>	<b>0,0032</b>	<b>0,136082</b>	<b>0,10362</b>	<b>0,543602</b>

Примечание: жирным шрифтом выделены уровни *ICR*, входящие в четвертый диапазон (индивидуальный риск равный или более  $1 \cdot 10^{-3}$ ).

Расчет *ICR* в динамике «вредного» стажа показал, что для работников ВРП риск выше, чем для лиц аналогичных профессий, занятых на АЗ. К числу наиболее канцерогенно-опасных следует отнести профессии на ВРП: слесарь-электрик, пропитчик, слесарь подвижного состава, изолировщика; на авиазаводе: плавильщик, формовщик, маляр, гальваник, электросварщик, для которых уровень *ICR* достигает неприемлемого в первые годы работы. Однако максимальная величина индивидуального канцерогенного риска установлена для маляров, выполняющих внутренние покрасочные работы, у которых даже при стаже один год она оценивается как неприемлемая ни для каких групп и требует немедленного внедрения мер защиты. Отметим, что время работы в условиях чрезвычайного воздействия – четыре часа в течение смены (что учтено нами при расчете) и работники имеют средства индивидуальной защиты.

Для большинства профессий АЗ наибольший вклад в индивидуальный канцерогенный риск вносят хром (94–99 %) и никель (0,5–4,0 %), но для вулканизаторщиков максимальную опасность представляет воздействие формальдегида (97 %) и, в меньшей степени, хрома – 2,3 % (различия статистически значимы,  $p = 0,01$ ). На рабочих местах основных профессий ВРП основной вклад в *ICR* вносит бензол (97–99 %), исключение составляют профессии лудильщика (основной вклад вносят формальдегид – 42,6 %, Pb – 21,5 %, Cr – 35,1 %), гальваник (Ni – 97,4 %, формальдегид – 1,5 %, бензол – 1,5 %), вулканизаторщик (формальдегид – 92,2 %, Cr – 7,5 %), обойщик (формальдегид – 89,4 %, Cr – 6,5 %), корректировщик (Ni – 95,4 %, формальдегид – 2,5 %, Cr – 2,0 %), различия статистически значимы ( $p = 0,000$ ).

По мнению экспертов ВОЗ, с воздействием производственных факторов ассоциируется 3 случая смерти от онкологических заболеваний на 100 тысяч населения. Следует отметить, что в структуре профессиональной заболеваемости в Российской Федерации профессиональные новообразования регистрируются крайне редко и составляют 0,32–0,46 % в разные годы. Однако проведенные оценки потенциального риска, связанного с содержанием канцерогенов в воздухе рабочих мест работников машиностроения, свидетельствуют о высокой вероятности развития бластомогенных эффектов у лиц, занятых в ряде основных и вспомогательных профессий. Величина индивидуального канцерогенного риска достигает неприемлемого уровня для представителей ряда профессий даже при малом стаже. Указанное требует решения вопросов минимизации воздействия на работников различных отраслей машиностроения, обуславливает необходимость ведения риск-ориентированных онкорегистров, разработки и утверждения системы экспертизы связи злокачественных новообразований с профессией на законодательном уровне.

Оценки рисков содержат допущения и находятся под влиянием неопределенностей исходных данных наблюдения за содержанием химических загрязнений в объектах окружающей среды, а также форм государственной статистической отчетности, что затрудняет обоснование зависимости уровня злокачественных новообразований от химической нагрузки, связанной с загрязнением окружающей среды.

**Выводы.** Суммарная ингаляционная нагрузка, с учетом среды обитания и производства, на рабочих рассматриваемых предприятий выше, чем для населения города. Высокий риск развития бластомогенных эффектов у работников изученных предприятий обусловлен сочетанным характером, воздействия производственных и экологических факторов.

## Список литературы

1. Кластерная систематизация параметров санитарно-эпидемиологического благополучия населения регионов российской федерации и городов федерального значения / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Е.Е. Андреева // Анализ риска здоровью. – 2016. – Т. 1, № 13. – С. 414.
2. Оценка канцерогенного риска для работников предприятий Иркутской области / Н.В. Ефимова, В.С. Рукавишников, В.А. Панков, А.Н. Пережогин, С.Ф. Шахметов, Н.М. Мешакова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 12. – С. 1163–1167.
3. Оценка профессионального канцерогенного риска для здоровья работников предприятия по получению черновой меди / В.И. Адриановский, Г.Я. Липатов, Е.А. Кузьмина, Н.В. Злыгостева, К.Ю. Русских, Н.П. Шарипова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 98–105.
4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России, 2004.
5. Раковые заболевания, обусловленные факторами окружающей среды и профессиональной деятельности // Информационный бюллетень ВОЗ. – Женева, 2011. – № 350.
6. Состояние проблемы и перспективы снижения риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха в Байкальском регионе / А.Б. Болошинов, Л.В. Макарова, С.С. Ханхареев, Е.В. Мадеева, О.Н. Чудинова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 24–26.
7. Сравнительная оценка канцерогенных рисков здоровью населения при многосредовом воздействии химических веществ / Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., Воробьева Л.М., Горяев Д.В. [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – № 2. – С. 88–92.
8. Управление качеством атмосферного воздуха с использованием методологии оценки риска для здоровья населения (на примере г. Улан-Удэ Республики Бурятия) / С.С. Ханхареев, Е.Е. Багаева, Е.В. Мадеева, М.В. Ткачева, Ю.В. Говорина // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 5 (242). – С. 7–9.
9. Факторы риска в развитии онкологической заболеваемости населения Красноярского края / Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, Р.В. Федореев, И.И. Новикова, Ю.В. Ерофеев // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2015. – № 2. – С. 29–31.
10. Чимитдоржиева Т.Н. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения Республики Бурятия // Российский онкологический журнал. – 2013. – № 2. – С. 42–46.
11. A framework for the next generation of risk science / D. Krewski, M. Westphal, M.E. Andersen, G.M. Paoli, W.A. Chiu, M. Al-Zoughool [et al.] // Environmental Health Perspectives. – 2014. – Vol. 122, № 8. – P. 796–805. DOI: 10.1289/ehp.1307260
12. Estimating the current and future cancer burden in Canada: methodological framework of the Canadian population attributable risk of cancer (CompARE) study / D.R. Brenner, A.E. Poirier, S.D. Walter, W.D. King, E.L. Franco, P.A. Demers, P.J. Villeneuve, Y. Ruan [et al.] // BMJ Open. – 2018. – № 8 (7). – e022378. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-022378.
13. International Agency for Research on Cancer [Электронный ресурс] // Air Pollution and Cancer. – IARC Scientific Publication, 2013. – № 161. – URL: <https://>



//www.iarc.fr/en/publications/books/sp161/AirPollutionandCancer161.pdf (дата обращения: 21.03.2018).

14. World Cancer Research Fund. – Washington, D.C.: American Institute for Cancer Research, 2007. – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Lyon, France. – 2017 [Электронный ресурс]. – URL: <http://monographs.iarc.fr/> (дата обращения: 29.06.2017).

## Сравнительный анализ особенностей качества жизни студентов тверских вузов<sup>1</sup>

Л.А. Мурашова<sup>1</sup>, Е.А. Евстифеева<sup>1</sup>,  
С.И. Филиппченкова<sup>1</sup>, О.О. Федорин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Тверской государственной медицинской академии»  
Министерства здравоохранения РФ,

<sup>2</sup> Управление Роспотребнадзора по Тверской области,  
г. Тверь, Россия

Проведен сравнительный анализ показателей качества жизни 860 студентов Тверских вузов (500 студентов в возрасте 17–24 лет, опрошенных в 2013 г., и 360 человек того же возраста, анкетирование которых проведено в 2018 г.). При обработке получены показатели качества жизни, являющиеся кумулятивной оценкой благополучия человека, его физического, психологического и социального здоровья. Эксплицированы значительные различия в показателях качества жизни студентов, обучающихся в университете в 2013 г., в сопоставлении с молодежью, обучающейся в 2018 г. Они свидетельствуют о более низком уровне качества жизни последних, за исключением показателя шкалы ФФ (физическое функционирование) опросника MOS-SF-36, который в 1,3 раза выше у современной студенческой молодежи.

**Ключевые слова:** качество жизни, студенты, физическое и психологическое здоровье и функционирование.

В рамках научного проекта РФФИ № 19-013-00188 «Репродуктивный потенциал молодежи: риски ответственности и управление качеством жизни, связанным со здоровьем» (2019–2021 гг.), а также проекта Министерства образования и науки РФ АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» – «Репродуктивное здоровье молодежи: риски поведения, атрибуция ответственности и демографические экспектации» (2009–2010 гг.), гранта РГНФ «Медико-психологические практики сохранения здоровья молодежи: депопуляционные тенденции и риски ответственности» (2012–2013 гг.), гранта РГНФ «Культура материнства: управление медико-психологическими и экономическими рисками репродуктивного здоровья женщины (2014–2016 гг.) проводилось социально-

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-013-00188 «Репродуктивный потенциал молодежи: риски ответственности и управление качеством жизни, связанным со здоровьем».

психологическое анкетирование студенческой молодежи г. Твери. Исследование осуществлялось в контексте приоритетных национальных проектов России, целевых программ Управления Роспотребнадзора по Тверской области, ориентированных на повышение качества жизни населения. Полученные результаты позволили провести сравнительный анализ показателей качества жизни, связанных со здоровьем студентов тверских вузов, и идентифицировать риски ухудшения здоровья в период 2013–2018 гг. [7].

Основываясь на современной постнеклассической научной рациональности и методологии научных исследований, нами выделен навигационный аспект здоровья, который ориентирован на ключевые индикаторы качества жизни, состояние благополучия человека, самовоспроизводство человеком собственного самостождения [1, 2, 5]. Органичное единство здоровья и качества жизни обнаруживается в решении проблемы управления качеством жизни, связанным со здоровьем. Концепт «качество жизни» – проецируемая переменная, инициируемая желаниями и ожиданиями человека, его представлениями и личностными предпочтениями. В оценке качества жизни «скрыто» многоаспектное представление о здоровье, учет соразмерности объективной и субъективной составляющих жизненного благополучия человека, их постоянной изменчивости [3, 4, 6, 8].

**Материалы и методы.** Проведено анкетирование студенческой молодежи Тверского региона на базе лаборатории психодиагностики и личностного потенциала кафедры психологии и философии Тверского государственного технического университета и психодиагностикой лаборатории качества жизни и личностного потенциала кафедры философии и психологии с курсами биоэтики и истории Отечества Тверского государственного медицинского университета.

Исследование с целью сравнительного анализа показателей качества жизни, связанного со здоровьем студенческой молодежи Тверского региона, выполнялось в два этапа. На первом этапе исследования, проведенном в 2013 г., приняли участие студенты Тверских вузов в количестве 500 человек в возрасте от 17 до 24 лет, в том числе 258 девушек и 242 юноши. Из них: 206 студентов Тверского государственного медицинского университета (лечебный, педиатрический и стоматологический факультеты, II курс); 60 студентов Тверского государственного университета (социологический, политологический и филологический факультеты, II курс), 234 студента Тверского государственного технического университета (факультет управления и социальных коммуникаций, II–III курсы).

На втором этапе исследования, проведенном в 2018 г., приняли участие студенты тверских вузов (ТГТУ, ТГМУ) в количестве 360 человек в возрасте от 17 до 23 лет, в том числе 154 девушки и 146 юношей. Из них: 266 студентов Тверского государственного медицинского университета (лечебный, педиатрический и стоматологический факультеты, II курс); 94 студента Тверского государственного технического университета (факультет управления и социальных коммуникаций, II–III курсы).

При отборе студентов применена целевая (стихийная) выборка (выборка доступных случаев: респонденты зафиксированы в процессе опроса), т.е. исследование нерандомизированное.

При обработке данных получены показатели качества жизни (КЖ), являющиеся интегральной оценкой благополучия человека, его физического, психологического и социального здоровья. Диагностический инструментарий исследования

составила анкета, созданная на основе опросника MOS-SF-36 J.E. Ware (1993), разработанная Научно-исследовательским институтом гигиены и охраны здоровья детей и подростков НЦЗД РАМН. Опросник качества жизни включает 11 вопросов, имеющих определенные пункты, группирующиеся в восемь шкал: физическое функционирование (ФФ), ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (РФФ), интенсивность боли (ИБ), общее состояние здоровья (ОЗ), жизненная активность (ЖА), социальное функционирование (СФ), ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (РФЭ), психическое здоровье (ПЗ). Шкалы группируются в два интегральных показателя: «Физический компонент здоровья» (ФКЗ) и «Психический компонент здоровья» (ПКЗ).

**Результаты и их обсуждение.** Наиболее яркие различия получены по шкале ФФ (физическое функционирование), данный показатель в 1,3 раза выше у современной студенческой молодежи (в 2013 г. показатель ФФ =  $72,39 \pm 11,58$ , а в 2018 г. =  $91,67 \pm 11,55$ ). Физическое функционирование отражает степень, в которой здоровье лимитирует выполнение физических нагрузок (самообслуживание, ходьба, подъем по лестнице, переноска тяжестей и т.п.). Показатель шкалы отражает объем повседневной физической нагрузки, который не ограничен состоянием здоровья: чем он выше, тем большую физическую нагрузку, по мнению исследуемого, он может выполнить. Низкие показатели по этой шкале свидетельствуют о том, что физическая активность значительно ограничена состоянием здоровья.

В результате сравнения остальных показателей КЖ выборки 2013 и 2018 г. получены достоверные различия снижения показателей всех шкал опросника SF-36, за исключением шкалы РФФ (ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием), которая включает влияние физического состояния на ролевое функционирование (работу, выполнение будничной деятельности). Шкала показывает роль физических проблем в ограничении жизнедеятельности, отражает степень, в которой здоровье лимитирует выполнение обычной деятельности, т.е. характеризует степень ограничения выполнения работы или повседневных обязанностей теми проблемами, которые связаны со здоровьем: чем выше показатель, тем меньше, по мнению респондента или пациента, проблемы со здоровьем ограничивают их повседневную деятельность. Низкие показатели по этой шкале свидетельствуют о том, что повседневная деятельность значительно ограничена физическим состоянием здоровья. Таким образом, студентов объединяет лишь их социальная роль, их статус обучающегося в университете.

По шкале ОЗ (общее состояние здоровья), которая отражает общее состояние здоровья студентов на основе их самооценки своего состояния здоровья в настоящий момент. Шкала позволяет оценить перспективы лечения и сопротивляемость болезни: чем выше показатель, тем лучше состояние здоровья респондента или пациента. Оказалось, что современные студенты значимо ниже оценивают свое общее состояние здоровья (в 2013 г. показатель ОЗ =  $64,91 \pm 6,89$ , а в 2018 г. =  $49,83 \pm 14,05$ ).

Шкала РФЭ (ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием) отражает влияние эмоционального состояния на ролевое функционирование, предполагает оценку степени, в которой эмоциональное состояние мешает выполнению работы или другой повседневной деятельности (включая увеличение затрат времени, уменьшение объема выполненной работы, снижение качества ее выполнения и т.п.). Чем выше показатель по данной шкале, тем меньше эмоциональное состояние ограничивает повседневную активность респондента или паци-

ента. Результаты исследования свидетельствуют о том, что современные студенты значимо ниже оценивают свои способности регулировать эмоциональное состояние (в 2013 г. показатель РФЭ =  $65,26 \pm 16,13$ , а в 2018 г. =  $53,68 \pm 38,24$ ).

Шкала ЖА (жизненная активность) демонстрирует жизнеспособность и подразумевает ощущение себя обессиленным или, напротив, полным сил и энергии. Результаты исследования свидетельствуют о том, что современные студенты значимо ниже оценивают свою жизненную активность (в 2013 г. показатель ЖА =  $65,4 \pm 12,1$ , а в 2018 г. =  $52,5 \pm 16,07$ ).

По шкале СФ (социальное функционирование), отражающей степень, в которой физическое или эмоциональное состояние ограничивает социальную активность (общение), выявлено, что современные студенты значимо ниже оценивают собственное социальное функционирование (в 2013 г. показатель СФ =  $65,4 \pm 12,1$ , а в 2018 г. =  $52,8 \pm 19,66$ ).

Показательными и заслуживающими особого внимания выступили показатели по шкале ИБ (интенсивность боли), отражающей влияние боли на способность заниматься повседневной деятельностью, включая работу по дому и вне дома. Шкала позволяет оценить интенсивность болевого синдрома и его влияние на способность заниматься нормальной деятельностью, включая работу по дому и вне его в течение последнего месяца: чем выше показатель, тем меньше, по мнению респондента или пациента, болевых ощущений они испытывали. Низкие значения шкалы свидетельствуют о том, что боль значительно ограничивает физическую активность исследуемых. Современные студенты значимо ниже оценивают свое переживание боли (в 2013 г. показатель ИБ =  $58,45 \pm 12,4$ , а в 2018 г. =  $48,83 \pm 17,3$ ).

Шкала ПЗ (психическое здоровье), отражающая самооценку психического здоровья, характеризует настроение (наличие депрессии, тревоги, общий показатель положительных эмоций): чем выше показатель, тем больше времени респонденты или пациенты чувствовали себя спокойными, умиротворенными в течение последнего месяца. Низкие показатели свидетельствовали о наличии депрессивных, тревожных состояний, психологическом неблагополучии. Выявлено, что современные студенты значимо ниже оценивают свое психическое здоровье (в 2013 г. показатель ПЗ =  $69,68 \pm 11,91$ , а в 2018 г. =  $58,66 \pm 12,7$ ).

Опросник позволяет получить данные по двум интегральным показателям качества жизни – психическому и физическому компонентам здоровья.

Показатель ФКЗ (физический компонент здоровья) демонстрирует снижение физической активности современных студентов (в 2013 г. показатель ФКЗ =  $69,96 \pm 11,42$ , а в 2018 г. =  $56,07 \pm 19,55$ ). Показатель ПКЗ (психический компонент здоровья) свидетельствует о снижении эмоционального фона настроения, повышении уровня тревоги и депрессии (в 2013 г. показатель ПКЗ =  $65,61 \pm 12,76$ , а в 2018 г. =  $54,41 \pm 21,66$ ).

Таким образом, результаты исследования демонстрируют общую тенденцию к тому, что как современные студенты, так и обучающиеся прошлых лет высоко оценивают собственное общее здоровье, жизнеспособность, социальное функционирование и психологическое здоровье. Средний уровень оценок имеют такие показатели качества жизни, как физическое, ролевое и эмоциональное функционирование. Студенты достаточно низко оценивают собственное переживание боли. Такие результаты по опроснику связаны, по-видимому, с молодостью испытуемых, поскольку еще не накоплен багаж заболеваний и мал опыт переживания различных травмирующих ситуаций.

Для выявления гендерных различий в исследуемых показателях качества жизни студентов был использован критерий значимых различий Манна – Уитни. Обнаружились значимые различия в оценке девушек и юношей таких показателей качества жизни, как общее здоровье, жизнеспособность и психологическое здоровье. Причем девушки более высоко оценивают свою жизнеспособность, а юноши более высоко оценивают собственное здоровье – как общее, так и психологическое.

В целом по результатам сравнительного анализа показателей качества жизни у молодежи оказалось, что у современных студентов выявлено значительное снижение физической активности, а также налицо снижение эмоционального фона настроения, повышение уровня тревоги и депрессии.

**Выводы.** Полученные эмпирические результаты сравнения показателей качества жизни, связанного со здоровьем студентов тверских вузов в период 2013–2018 гг., демонстрируют наличие таких рисков, как выраженное снижение физической активности, понижение эмоционального тонуса и жизненного настроения в контексте повышения уровня тревоги и депрессии. Проявление таких поведенческих рисков может быть вызвано как объективными, так и субъективными причинами. Среди объективных факторов: ускоряющаяся и усложняющаяся социокультурная динамика, социально-экономическая неустойчивость российского общества, критические показатели национального здоровья по ряду заболеваний, включая негативные демографические тенденции в Твери и Тверской области. К субъективным основаниям влечения к поведенческим рискам здоровья среди студентов относятся: вызванное информационным и когнитивным перенапряжением, чрезмерными мобильными коммуникациями нарастание фактов аномичного поведения, нервно-психической неустойчивости, гиподинамического стиля жизни и т.д. Полученные данные включены в разрабатываемую нами медико-психологическую модель управления риск-факторами и качеством жизни, связанным со здоровьем.

### Список литературы

1. Всемирная организация здравоохранения: определение здоровья [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.who.int/suggestions/faq/ru/> (дата обращения: 02.02.2019).
2. Гришина Н.В. Психологическое благополучие в экзистенциальном понимании: эмпирические особенности // Психологические исследования. – 2016. – Т. 9, № 8.
3. Зараковский Г.М. Качество жизни населения России: психологические составляющие. – М.: Смысл, 2009. – 319 с.
4. Качество жизни: краткий словарь / Т.А. Бурова, Е.Е. Задесенец, Г.М. Зараковский [и др.]. – М.: Смысл, 2009. – 167 с.
5. Лебедева А.А. Теоретические подходы и методологические проблемы изучения качества жизни в науках о человеке // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2012. – Т. 9. – С. 3–19.
6. Психология здоровья / под ред. Г.С. Никифорова. – СПб.: Питер, 2006. – С. 508–607.
7. Филиппченкова С.И. Психологическая составляющая взаимодействия врача и пациента: дис. ... д-ра психол. наук: 19.00.03. – М., 2013. – 500 с.
8. Шамшурин, В.И., Шамшурина Н.Г. Философия здоровья: историко-философские и медицинские основы // Человек. – 2018. – № 1. – С. 101.

## **Оценка эпидемиологического риска для здоровья сельского населения Саратовского Заволжья воды различных водоисточников, используемой без очистки для питьевых целей**

**Ш.Ж. Мусаев, Ю.Ю. Елисеев, И.Н. Луцевич**

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения РФ, г. Саратов, Россия

Проведенными исследованиями установлено, что для питьевых целей сельское население Саратовского Заволжья использует воду без очистки из различных природных водоисточников: поверхностных, грунтовых и межпластовых. Исследования по оценке относительного эпидемиологического риска подземных артезианских и грунтовых вод для здоровья населения, несмотря на наличие значительных микробных загрязнений и высокую заболеваемость острыми кишечными инфекциями (ОКИ), показали силу риска, оцениваемую как очень слабую. В то же время используемая для питьевых целей сельского населения неочищенная вода из открытых водоемов создавала относительный эпидемиологический риск с учетом силы ассоциации между воздействием (высоким содержанием ЛПК) и исходом (высокой заболеваемостью ОКИ), характеризующийся как умеренный.

**Ключевые слова:** эпидемиологический риск, заболеваемость ОКИ, вода водоисточников.

Известно, что качество воды в источниках водоснабжения значительного количества регионов Российской Федерации не соответствует гигиеническим требованиям. Источниками питьевого водоснабжения для сельского населения Саратовского Заволжья (левобережной части области) служат поверхностные и подземные воды. Поверхностные водоемы используются в сельских населенных пунктах Перелюбского, Краснопартизанского, Александро-Гайского, Новоузенского, Питерского, Дергачевского муниципальных районов, ЗАТО (п. Михайловский) – полностью; Пугачевского, Озинского, Ершовского, Ивандеевского, Федоровского, Советского, Марксовского муниципальных районов – частично, а в Балаковском, Духовницком, Ровенском муниципальных районах источником водоснабжения служат подземные воды. При этом главной водной артерией области является р. Волга, регулируемая Саратовским и Волгоградским водохранилищами. Крупными коллатералиями в правобережье выступают реки Большой Узень и Малый Узень, а также левобережные притоки реки Волги – Большой Иргиз, Малый Иргиз, Камелик, Большой Караман, Еруслан, Алтана, которые имеют снеговое питание и крайне неравномерное распределение стока в течение года. Гидрогеологические характеристики плато и климатические условия данной территории области способствуют существенным изменениям природных водных систем: многие реки в летнее время имеют тенденцию к пересыханию. Поэтому малые реки, пруды и водохранилища, подпитываемые оросительно-обводнительным каналом, являются практически единственным источником водоснабжения населения в левобережной части территории области [1, 4, 5].

Совокупность природных факторов, представляющих собой среду обитания паразитарной системы, способна играть роль регуляторов эпидемиологического процесса, активизируя или тормозя его. Важное прогностическое значение в эпидемиологическом отношении может иметь и динамика осадков. Так, в периоды активного весеннего снеготаяния или увеличения количества летних осадков, особенно ливневых, дождевые потоки уносят патогенные кишечные микробы и яйца гельминтов с загрязненных участков почвы и переполненных выгребных ям в колодцы, реки, пруды, на речные рекреационные места, создавая тем самым предпосылки для осложнения эпидемиологической ситуации по кишечным инфекциям и инвазиям. Напротив, в период засухи сокращается объем воды в водоисточниках, замедляется сток, в связи с чем ухудшаются процессы самоочищения воды, а также возможны перебои в водоснабжении, и население подчас вынуждено пользоваться для питья недоброкачественной водой из открытых водоемов [3].

Качество используемой сельским населением питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках водозабора наружной и внутренней водопроводной сети (СанПиН 2.1.4.1074-01, СанПиН 2.1.4.1110-02). Ухудшение микробиологических и паразитологических показателей качества воды может служить предвестником осложнения эпидемиологической ситуации по кишечным инфекциям. При этом безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по таким микробиологическим и паразитологическим показателям, как: термотолерантные колиформные бактерии (отсутствие), общие колиформные бактерии (отсутствие), общее микробное число (не более 50), колифаги (отсутствие), споры сульфитредуцирующих клостридий (отсутствие), цисты лямблий (отсутствие). Ухудшение любого из этих показателей может рассматриваться как предвестник возможного осложнения эпидемиологической ситуации по кишечным инфекциям.

Оценку состояния нецентрализованного водоснабжения (качество воды, выбор места расположения, оборудование и содержание водозаборных сооружений, прилегающей к ним территории) проводят в соответствии с СанПиН 2.1.4.1175-02. По своему составу и свойствам вода нецентрализованного водоснабжения должна соответствовать гигиеническим нормативам (органолептическим, химическим, микробиологическим). Ухудшение этих показателей, так же, как и показателей качества воды при централизованном водоснабжении, служит предвестником возможного осложнения эпидемиологической обстановки по кишечным инфекциям [2].

Все вышеизложенное диктует необходимость совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга с решением прогностических задач по проведению эпидемиологического контроля над использованием питьевой воды на различных административных территориях.

Одной из основных задач, стоящих перед гигиенической наукой, является предупреждение вредного воздействия на человека факторов среды обитания. Решение этой задачи должно основываться на проведении специальных санитарно-эпидемиологических исследований, установлении причинно-следственных связей между состоянием здоровья и средой обитания человека на основе социально-гигиенического мониторинга, главным инструментом которого является оценка риска здоровью, что и послужило **основной целью данной работы**.

Сельское население Саратовского Заволжья, получавшее воду без очистки из поверхностных водоемов, проживало, как правило, в отдаленных от районных цен-

тров малонаселенных пунктах численностью от 892 до 1400 человек. Ранее проводимыми нами исследованиями было установлено, что более 70 % опрошенных жителей Заволжья характеризуют воду левобережных водоисточников как «малопригодную» или «непригодную к употреблению», более 60,0 % подвергают ее обязательному кипячению, а 17,5 % используют домашние фильтры для очистки воды [4].

Данные о наличии заболеваемости ОКИ в малых населенных пунктах районов Саратовского Заволжья анализировались нами из отчетов фельдшерско-акушерских пунктов 14 центральных районных больниц левобережья области. С этой целью отбирались селения районов, население которых употребляет питьевую воду без очистки из различных водоемов с высоким (нестандартным) содержанием микроорганизмов, нормируемых по санитарно-эпидемиологическим показателям качества воды.

Оценка эпидемиологического риска осуществлялась в соответствии с методикой, изложенной в пособии для врачей «Оценка эпидемиологического риска здоровью на популяционном уровне при медико-гигиеническом ранжировании территорий» (МНИИГ им. Ф.Ф. Эрисмана, 1999). В когортных исследованиях анализировался относительный эпидемиологический риск ( $OPi$ ), связанный с употреблением населением загрязненной микроорганизмами питьевой воды из различных водоисточников. Так, при использовании сельским населением для питьевых целей загрязненных грунтовых вод оценивалось влияние содержания общего микробного числа и общих колиформных бактерий, при использовании артезианских вод – содержание БГКП в отношении относительного эпидемиологического риска данных водоисточников. Контролем служил грунтовый водоисточник с. Раскатово и артезианская скважина с. Каменки Марковского района левобережья области, микробиологические показатели качества воды в которых соответствовали стандарту. Анализируемые результаты были обработаны и представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Показатели относительного эпидемиологического риска для сельского населения Саратовского Заволжья питьевой воды из грунтовых подземных источников с высоким содержанием ОМЧ и ОКБ

Населенный пункт района	Численность населения	Среднее содержание; ОМЧ (в 1 мл); ОКБ (в 100 мл) за период 2011–2017 гг.	Заболеваемость ОКИ в среднем за период 2011–2017 гг. на 100 тыс. населения	Показатель относительного эпидемиологического риска $OPi$
с. Новозахаркино (Духовницкий)	892	335 ± 18; 3,0 ± 0,5	449,6 ± 65,5	1,58 (1,32–1,83)
с. Канасвка (Ивантеевский)	902	335 ± 23; 3,0 ± 0,5	465,2 ± 43,2	1,63 (1,35–1,91)
п. Липовский (Озинский)	990	672 ± 46; 15,0 ± 3,0	436,8 ± 45,3	1,39 (1,21–1,72)
с. Нижняя Покровка (Перелобский)	900	732 ± 52; 26,0 ± 4,1	444,8 ± 32,5	1,56 (1,32–1,83)
с. Новоалександровка (Алгайский)	1037	705 ± 46; 23,0 ± 4,0	478,2 ± 22,2	1,45 (1,21–1,72)
с. Раскатово (Марковский)	1250	75 ± 22; отсутствуют	399,9 ± 46,2	Контроль



Т а б л и ц а 2

Показатели относительного эпидемиологического риска для сельского населения Саратовского Заволжья питьевой воды из артезианских скважин с высоким содержанием БГКП

Населенный пункт района	Численность населения	Среднее содержание БГКП в 1 дм <sup>3</sup> за период 2011–2017 гг.	Заболеваемость ОКИ в среднем за период 2011–2017 гг. на 100 тыс. населения	Показатель относительного эпидемиологического риска $OP_i$
с. Николаевское (Ивантеевский район)	1380	33,7 ± 5,7	454,6 ± 32,5	0,91 (0,68–1,14)
п. Белоглинный (Озинский район)	1060	66,3 ± 6,3	498,2 ± 52,2	1,31 (1,19–1,71)
с. Каменка (Марковский район)	1100	Отсутствуют	386,8 ± 76,4	Контроль

Проведенными исследованиями по оценке относительного эпидемиологического риска подземных артезианских и грунтовых вод для здоровья населения, несмотря на наличие значительных микробных загрязнений и более высокую, чем в контроле заболеваемость ОКИ, силу риска можно оценить как очень слабую.

При изучении относительного эпидемиологического риска для сельского населения воды из поверхностных водоемов, используемой для питья без очистки, данные показатели имели тенденцию к ухудшению (табл. 3). При этом в пяти населенных пунктах (селах Мунино Федоровского района, Демьяс Дергачевского района, Нижняя Покровка Перелобского района, Любимова Советского района и поселке Основной Новоузенского района), использующих для питья воду открытых водоемов, относительный эпидемиологический риск с учетом силы ассоциации между воздействием (высоким содержанием ЛПК) и исходом (высокой заболеваемостью ОКИ) можно было отнести к умеренному.

Т а б л и ц а 3

Показатели относительного эпидемиологического риска для сельского населения Саратовского Заволжья воды из поверхностных водоемов, используемой для питьевых целей без очистки с высоким содержанием ЛПК в 1 дм<sup>3</sup>

Населенный пункт района	Численность населения	Среднее содержание ЛПК в 1 дм <sup>3</sup> за период 2011–2017 гг.	Заболеваемость ОКИ в среднем за период 2011–2017 гг. на 100 тыс. населения	Показатель относительного эпидемиологического риска $OP_i$
1	2	3	4	5
с. Целинное (Ершовский район)	1400	8304 ± 439	433,8 ± 42,2	0,95 (0,71–1,16)
с. Камышки (Александров Гайского район)	1130	8304 ± 439	404,7 ± 62,6	1,18 (1,12–1,58)
с. Липовый Гай (Ивантеевский район)	1200	7525 ± 447	480,2 ± 36,2	1,38 (1,21–1,72)
с. Клиновка (Пугачевский район)	1070	7525 ± 447	388,7 ± 65,5	1,25 (1,18–1,67)
с. Ждановка (Краснокутский район)	970	7460 ± 446	433,7 ± 54,2	1,4 (1,21–1,72)

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
с. Мунино (Федоровский район)	1110	7460 ± 446	867,6 ± 46,6	<b>2,7 (2,35–3,24)</b>
с. Демьяс (Дергачевский район)	1135	7956 ± 797	783,7 ± 32,2	<b>2,35 (2,12–3,06)</b>
с. Милорадовка (Краснопартизанский район)	1185	8471 ± 616	408,6 ± 48,3	1,13 (1,09–1,42)
с. Нижняя Покровка (Перелюбский район)	900	9122 ± 612	788,4 ± 56,4	<b>2,96 (2,63–3,43)</b>
с. Любимова (Советский район)	1180	7407 ± 689	808,6 ± 46,6	<b>2,26 (2,09–2,67)</b>
п. Основной (Новоузенский район)	1220	8071 ± 666	745,5 ± 22,3	<b>2,05 (1,8–2,45)</b>
с. Приволжское (Марксовский район)	1326	Соответствует стандарту на питьевую воду	390,7 ± 55,5	Контроль – очищенная вода из Волгоградского водохранилища р. Волга

В то же время в остальных районах относительный эпидемиологический риск можно было интерпретировать как очень слабый, несмотря на наличие относительно высокой заболеваемости ОКИ. Последнее, безусловно, связано с использованием данных заболеваемости ОКИ без расшифровки этиологии диагноза (водная или пищевая вспышка), отсутствия водоочистных сооружений и низкой санитарно-бытовой культурой сельского населения.

### Список литературы

1. Гигиенические аспекты использования малых водотоков Нижнего Поволжья для сельского водоснабжения / С.А. Мосияш, А.А. Орлов, М.В. Накорякова, Т.Г. Кураева, Ю.Ю. Елисеев // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 11 (224). – С. 27–29.
2. Заброда Н.Н., Артеменко М.В., Елисеев Ю.Ю. Влияние природных факторов на заболеваемость в регионе, системный анализ и моделирование. – Курск: Радон, 2006.
3. Мусаев Ш.Ж., Елисеев Ю.Ю., Луцевич И.Н. Механизмы поведения химических соединений в поверхностном, объемном слоях и донных отложениях водоемов при их антропогенном загрязнении // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13, № 1 (8). – С. 1914–1916.
4. Мусаев Ш.Ж., Елисеев Ю.Ю., Луцевич И.Н. Проблема риска для здоровья населения процессов концентрирования химических загрязнений в малых реках Саратовской области // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 5. – С. 101–103.
5. Сергеева С.Е., Елисеев Ю.Ю. Комплексная санитарно-гигиеническая оценка рек питьевого назначения // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2008. – Т. 4, № 4. – С. 18–21.

## Химико-аналитические аспекты организации мониторинга воздуха на содержание токсичных присадок к топливу

**И.А. Потапова, Е.В. Моисеева, И.В. Крылова**

ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора,  
г. Нижний Новгород, Россия

Разработан газохроматографический метод контроля атмосферного воздуха на содержание в нем высокотоксичных присадок к топливу: бутанола-1, метанола и метил-трет-бутилового эфира, который позволяет проводить определение их массовых концентраций в атмосферном воздухе в диапазонах 0,025–0,20; 0,05–1,0 и 0,05–1,0 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Метод предназначен для применения органами и учреждениями Роспотребнадзора с целью совершенствования санитарно-гигиенического мониторинга атмосферного воздуха населенных мест с развитыми автотранспортными магистралями.

**Ключевые слова:** бутанол-1, метанол, метил-трет-бутиловый эфир, присадки к топливу, атмосферный воздух.

Существующая в настоящее время система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, реализуемая в Росгидромете и Роспотребнадзоре, показывает, что максимальные уровни загрязнения воздуха наблюдаются в крупных городах страны, где отмечается значительная транспортная нагрузка. При этом автомобили относятся к одним из основных источников загрязнения воздуха: 70–80 %, а в некоторых случаях и более 90 %, от совокупного количества всех выбросов вредных веществ в атмосферу [4, 19, 20, 24, 28]. Некорректно организованные автотранспортные магистрали приводят к заторам на дорогах, работе двигателей на «холостом» ходу и, как следствие, многократному ухудшению качества воздушной среды. В результате от загрязнения атмосферы автомобильными выбросами страдает здоровье сотен тысяч жителей каждого крупного города России [4, 24].

Отработанные газы содержат более 200 наименований вредных веществ. Контролируются при этом лишь ограниченное количество соединений [3, 4, 6]. В основном это оксиды углерода и азота, углеводороды, формальдегид, взвешенные вещества, бенз(а)пирен и другие [19, 20]. Однако помимо перечисленных компонентов в продуктах сгорания могут присутствовать кетоны, эфиры, спирты, гетероциклические соединения и пр.

Механизмы образования этих веществ различны и достаточно сложны. В основе лежит процесс химического соединения элементов, входящих в состав топлива, с кислородом воздуха. При полном протекании этой реакции образуются нетоксичные вода и углекислый газ. Для полного сгорания 1 кг бензина требуется около 15 кг воздуха. При этом процесс сгорания занимает тысячные доли секунды. За это время не происходит полного перемешивания топлива с воздухом. В результате не все топливо успевает соединиться с кислородом, протекает множество побочных процессов, и часть топлива в виде исходных компонентов и продуктов неполного

сгорания выбрасывается в атмосферу. Концентрация того или иного компонента среди выбрасываемых в воздух соединений зависит от множества факторов, в том числе от вида и качества применяемого топлива [3].

С 2016 г. в нашей стране происходит переход к топливу, отвечающему стандарту «Евро-5». Оно имеет высокое октановое число, повышает эксплуатационные качества двигателей, значительно замедляет процессы старения моторного масла и образования нагара, в результате чего отмечается снижение «дымности» отработанных газов и объемов выбросов продуктов сгорания [11].

Одним из путей доведения эксплуатационных и экологических свойств бензинов до предъявляемых к ним требований является введение в их состав присадок – химических веществ, улучшающих его технические характеристики [10, 14, 22, 31]. Большой интерес в качестве присадок представляют оксигенаты – низшие спирты и простые эфиры. Данные соединения обеспечивают более полное сгорание топлива (за счет чего в отработанных газах снижается содержание оксида углерода и углеводородов), характеризуются высоким октановым числом смешения, низкой летучестью, пониженной фотохимической активностью и, как следствие, меньшим смогообразованием [10, 12, 22, 23, 30].

Среди оксигенатов, добавляемых в топливо, наибольшее распространение в мире получили метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ), алифатические спирты нормального и разветвленного строения, в частности метанол и бутанол-1 [10, 23, 31].

К достоинствам МТБЭ относятся: хорошая растворимость в бензине, стабильные антидетонационные свойства при хранении и эксплуатации; МТБЭ не выделяется при низких температурах и не оказывает агрессивного воздействия на металлические и неметаллические детали. До недавнего времени данный оксигенат считался практически «идеальным», однако многочисленные исследования последних лет свидетельствуют о его канцерогенности. При хроническом воздействии МТБЭ возникают бронхиальная астма, кратковременная потеря памяти, головная боль, раздражение кожи, другие токсические проявления со стороны центральной нервной системы; ведущей мишенью является репродуктивная система мужчин [21, 25].

В связи с этим в ряде стран (США, Канада, Великобритания и пр.) данное соединение выведено из оборота. Однако в России МТБЭ продолжает оставаться одной из основных присадок к топливу, максимальное его содержание в составе автомобильного топлива регламентируется ГОСТ Р 51105-97, ГОСТ Р 51866-2002, ГОСТ 32513-2013 и не превышает 15 % [6–8, 22, 23, 30]. Как отмечается рядом авторов, непрореагировавший в составе топлива МТБЭ является источником загрязнения объектов окружающей среды, а значит их мониторинг в отношении данного компонента является актуальным [15, 29].

Алифатические спирты относятся к наиболее доступным оксигенатам с широким спектром технологических возможностей использования [23]. Так, метанол может рассматриваться не только в качестве бензинового компонента, но и как самостоятельное топливо для автомобильных двигателей и как сырье для синтеза высокооктановых добавок – монометиланилина (ММА) и МТБЭ. В России попытки использовать метанол в качестве топлива к карбюраторным двигателям практического применения не нашли, зато оказалось плодотворным его использование в качестве исходного сырья для производства ММА, применение которого обходится в 3–5 раз дешевле в сравнении с МТБЭ. Ввиду высокой токсичности (метанол – сильный, преимущественно нервный и сосудистый яд с резко выраженным кумуля-

тивным эффектом) как самостоятельная добавка к топливу метиловый спирт практически не используется.

На сегодняшний день присутствие метанола в бензине в нашей стране допускается только по ГОСТ 32513-2013 (на уровне не более 1 %), все остальные нормативы исключают возможность наличия метилового спирта в топливе даже в небольших количествах [6]. Несмотря на это непрореагировавший метанол присутствует в ММА или МТБЭ, а значит выброс его в атмосферу вполне вероятен и требует контроля.

Бутанол-1 в качестве самостоятельной добавки к топливу чаще всего не используется. Его с большей эффективностью применяют как компонент, стабилизирующий спиртобензиновые смеси [13]. Бутанол обеспечивает лучшую экономию топлива, более низкий выброс парниковых газов в атмосферу. Попадая в атмосферу в составе непрореагировавших компонентов топлива, а также с отработанными газами в результате побочных процессов горения, пары бутилового спирта вызывают раздражение глаз и дыхательных путей человека, головные боли и головокружение, а также оказывают негативное воздействие на центральную нервную систему.

Исходя из вышесказанного, в настоящее время во всем мире очень остро стоит вопрос о получении экологически безопасного автомобильного топлива. Во многом эта проблема решается путем введения в состав бензинов кислородосодержащих присадок, среди которых особое место занимают МТБЭ, метанол и бутанол. При этом пары указанных соединений в составе несгоревших компонентов, побочных продуктов или сопутствующих соединений попадают в атмосферу и оказывают негативное воздействие на состояние здоровья человека, а значит контроль над их содержанием в воздухе является весьма важной и перспективной задачей. Немногочисленные методы измерения концентраций МТБЭ, метанола и бутанола в воздухе рассчитаны на раздельное определение компонентов и не позволяют проводить их единовременное измерение из одной пробы.

Так, в нашей стране в настоящее время существуют две утвержденные методики по анализу метилового и бутилового спирта в воздушной среде. Первая рассчитана на исследование воздуха рабочей зоны [17]. Она заключается в отборе проб воздуха без концентрирования в цельностеклянные шприцы с последующим газохроматографическим анализом с пламенно-ионизационным детектированием. Ввод проб проводится с помощью крана-дозатора в хроматографическую колонку с полярной фазой (полиэтиленгликольадипинат). Нижний предел измерения метанола в воздухе –  $1,1 \text{ мг/м}^3$  при гигиеническом нормативе  $1/0,5 \text{ мг/м}^3$ , бутанола-1 –  $5 \text{ мг/м}^3$  при нормативе  $0,1/0,5 \text{ мг/м}^3$ , т.е. методика не подразумевает возможность выявления данных спиртов на уровнях ПДК для атмосферы.

Вторая методика позволяет измерять содержание метилового и бутилового спиртов на более низких уровнях [18]. Она состоит в предварительном концентрировании определяемых компонентов из воздушной среды в два последовательно соединенных поглотительных прибора с пористой пластиной, заполненных дистиллированной водой ( $5 \text{ см}^3$  в каждом поглотителе); извлечении спиртов путем одноразовой газовой экстракции при нагревании пробы в замкнутом объеме и последующем анализе полученной равновесной паровой фазы на двух параллельных кварцевых колонках методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием. Объем отбираемого воздуха  $12,5 \text{ дм}^3$ . Для анализа используются две капиллярные колонки – с полярной фазой (полиэтиленгликоль 20 000, толщина слоя 1 мкм) и фазой средней полярности (6%-цианопропилфенил-94 % -диметилполисилоксан, толщина слоя 3 мкм).

С помощью данной методики возможно определение метанола в диапазоне концентраций 0,08–0,6 мг/м<sup>3</sup>, бутанола-1 – 0,02–0,12 мг/м<sup>3</sup>. Нижний предел измерения в анализируемом объеме воды составляет 1,00 мкг и 0,25 мкг для метилового и бутилового спиртов, что в 6,25 и 25 раз ниже соответствующих гигиенических нормативов. Методика очень чувствительна в отношении одноатомных спиртов, однако не позволяет проводить одновременное их определение совместно с МТБЭ.

n-Бутанол в атмосферном воздухе возможно также определять методом газожидкостной хроматографии с фотоионизационным детектированием [2]. Предложенная методика заключается в предварительном концентрировании проб с помощью сорбционных трубок, заполненных Терах GR, извлечении компонентов путем термодесорбции, разделении их на аналитической капиллярной колонке с неполярной неподвижной фазой (5 %-фенил-95 %-диметилполисилоксан) и фотоионизационном детектировании. Однако по данной методике определяется только один бутиловый спирт и не имеется метрологических данных о чувствительности и нижнем пределе обнаружения.

Отдельное измерение бутанола-1 возможно также в пробах равновесного пара способом, предложенным С.В. Усовой, И.В. Падалко и соавт. [27]. Данная методика позволяет проводить его определение в водных вытяжках двадцати двух токсикантов из напольных покрытий. Равновесный пар анализируется методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием. Показано, что для поставленной задачи оптимально использование капиллярной колонки с полярной неподвижной фазой BP20 (полиэтиленгликоль).

Определение бутилового спирта в воздухе рабочей зоны также осуществляется хроматографически, детектор пламенно-ионизационный [26]. Для этих целей будет достаточным использование набивной кварцевой колонки 1 м × 3 мм с сорбентом «Инертон» AW HMDS и нанесенной на него неполярной неподвижной жидкой фазой Arieson L.

Существующая методика измерения МТБЭ в воздухе предназначена для его контроля в диапазоне высоких концентраций – от 20 до 100 мг/м<sup>3</sup>, что не позволяет ее использование для исследования атмосферы: ПДК для МТБЭ составляет 0,5 мг/м<sup>3</sup> [16]. Отбор проб при этом осуществляется без концентрирования – в шприцы вместимостью 1–5 см<sup>3</sup>. Анализ проводится газохроматографическим методом (жидкая фаза – полиэтиленгликоль 1500) путем введения паровоздушной смеси в испаритель прибора и пламенно-ионизационного детектирования.

А.Г. Малышевой и Н.В. Зайцевой с соавт. [15, 29] предложены способы определения МТБЭ в равновесной паровоздушной смеси (ПВС) с помощью газовой хроматографии и масс-спектрометрического детектирования. В обоих случаях ПВС дозируется в систему в достаточно значительных количествах – 1 и 2 см<sup>3</sup> соответственно.

Первая методика предназначена для анализа воды различных объектов (централизованных и нецентрализованных систем питьевого водоснабжения, природных, поверхностных вод) [29]. Для поставленной задачи рекомендовано использование неполярной фазы (5 %-фенил-95 %-полисилфенилен силоксан) со средней толщиной пленки 1,0 мкм. Анализ проводится через исследования равновесной паровой фазы, полученной путем выстаивания проб воды в закрытых флаконах при комнатной температуре посредством ввода ПВС в испаритель хроматографа. Исследования осуществляются в режиме градиента температур (40 °С – 2 мин, далее со скоростью 10 °С/мин поднимается до 110 °С, 110 °С – 3 мин). Использование масс-спектрометра

в качестве детектора позволяет проводить идентификацию веществ с высокой степенью надежности.

Вторая методика разработана для определения содержания МТБЭ в пробах крови [15]. Аналитическая система включает две последовательные капиллярные колонки разной полярности: 6 %-циано-пропилфенил-94 %-метил-полисилоксан и полиэтиленгликоль. Отмечено, что оптимальное разделение МТБЭ с матричными компонентами достигается на колонке серии DB-624 50 м × 0,32 мм × 1,8 мкм. Паровоздушная фаза исследуется путем ввода в испаритель хроматографа в режиме программирования температур: начальная температура 50 °С, далее со скоростью 10 °С/мин поднимается до 200 °С. Для идентификации используются пламенно-ионизационный и масс-спектрометрический детекторы. Предложенная методика достаточно чувствительна и точна в отношении МТБЭ при его определении в крови, при этом подразумевает непростую дополнительную комплектацию газохроматографической системы: наличие пневматического паровоздушного дозирования, двух детекторов, термостат должен быть рассчитан на установку двух последовательно соединенных капиллярных колонок. В условиях проведения потоковых исследований разработанная методика является достаточно дорогостоящей.

Отсутствие аттестованных методик, позволяющих проводить мониторинг воздуха на содержание в нем токсичных присадок к топливу при их одновременном присутствии, диктует необходимость их разработки. Особенно актуален этот вопрос для придомовых территорий, расположенных в непосредственной близости к транспортным магистралям с интенсивным автомобильным движением.

Нами разработан новый метод определения МТБЭ, метанола и н-бутанола в атмосферном воздухе при их совместном присутствии. Метод основан на концентрировании определяемых компонентов из воздушной среды с помощью сорбционных трубок, заполненных сорбентом Терах ТА; извлечении бутанола-1, метанола и МТБЭ путем их десорбции в камере термодесорбера и измерении массовых концентраций методом капиллярной газожидкостной хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием. Исследования проводились с использованием газового хроматографического комплекса «Хромос ГХ-1000», снабженного пламенно-ионизационным детектором, камерой термодесорбера, аппаратно-программным комплексом «Хроматэк-Аналитик» и кварцевой капиллярной колонкой с неподвижной фазой полиэтиленгликоль, модифицированный нитротерефталевой кислотой. Идентификация компонентов осуществлялась по временам удерживания эталонных веществ, количественное определение проводилось методом абсолютной градуировки. Нижний предел измерения предложенной методики при объеме отбираемого воздуха 2 дм<sup>3</sup> составляет 0,025; 0,05 и 0,05 мг/м<sup>3</sup> для бутанола-1, метанола и МТБЭ соответственно.

Разработанная методика измерений одних из основных присадок к топливу в атмосферном воздухе является высокочувствительной, технически доступной, подходит для условий рутинного анализа: общее время анализа не превышает 15 мин. Диапазон анализируемых концентраций позволяет устанавливать присутствие бутанола-1, метанола и МТБЭ в воздухе на уровнях в 10 раз ниже предельно допустимых значений. Показатели точности определения анализируемых веществ не превышают 20 %, т.е. разработанная методика удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 8.563-2009 [9].

Внедрение разработанного метода контроля воздуха на содержание в нем высокотоксичных присадок к топливу в практическую работу организаций Роспотреб-

надзора позволит усовершенствовать методы санитарно-гигиенического мониторинга химического фактора в атмосферном воздухе придомовых территорий, находящихся в непосредственной близости к основным дорожным магистралям города, оптимизировать мероприятия по минимизации риска оказываемого химического воздействия.

### Список литературы

1. Абдувалиева Ф.Т., Эргашев Р.Н. Роль автомобильного топлива в загрязнении атмосферного воздуха // Всероссийская научно-практическая конференция «Инновации в медицинской, фармацевтической, ветеринарной и экологической микробиологии»: сб. материалов. – СПб.: Человек и его здоровье, 2017. – С. 237–240.
2. Анисимова Н.В., Красникова Е.М., Комарова Ю.Н. Определение н-бутанола, бутилацетата и стирола в атмосферном воздухе методом газовой хроматографии // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2013. – Т. 13, № 1. – С. 69–74.
3. Ассад М.С., Пенязьков О.Г. Продукты сгорания жидких и газообразных топлив: образование, расчет, эксперимент. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 305 с.
4. Васильева М.В., Мелихова Е.П., Натарова А.А. Влияние выбросов от автотранспорта на качество атмосферного воздуха и здоровье населения Воронежской области // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. – 2016. – № 7–1. – С. 24–28.
5. Гарипов Р.М., Семенычева Л.Л., Козлов И.А. Анализ вредных выбросов в атмосферу и расчет необходимости их нормирования на примере топливозаправочного комплекса // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 5. – С. 132–134.
6. ГОСТ 32513-2013. Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.
7. ГОСТ Р 51105-97. Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия (с Изменениями № 1, 2, 3, 4, 5, 6). – М.: Стандартинформ, 2009. – 8 с.
8. ГОСТ Р 51866-2002. Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия (с Изменениями № 1, 2, 3, 4). – М.: Стандартинформ, 2009. – 23 с.
9. ГОСТ Р 8.563-2009 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики (методы) измерений. – М.: Стандартинформ, 2011. – 16 с.
10. Егоров В.Н., Василевкин Е.В., Апельинский А.В. Применение оксигенатов в моторных топливах для ДВС с искровым зажиганием // Известия МГТУ «МАМИ». – 2013. – № 1 (15). – С. 78–82.
11. Исследование влияния перехода автомобильного транспорта на экологический стандарт «Евро-5» на воздушный бассейн города / Н.Н. Вершинин, А.Д. Шумилин, А.В. Волкова, Л.А. Авдонина // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 2 (18). – С. 83–89.
12. Каюмов Ж.С., Нуруллаев Ш.П. Разработка новых кислородосодержащих высокооктановых топливных композиций [Электронный ресурс] // Universum: Технические науки: электронный научный журнал. – 2017. – № 7 (40). – URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/4986> (дата обращения: 11.03.2019).
13. Климентова Г.Ю., Маврин В.Ю. Низкотемпературные свойства растворов углеводов с оксигенатами // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 1. – С. 268–271.



14. Кофанов А.Е., Ремез Н.С. Уменьшение воздействия автотранспортных средств на окружающую среду методом регулирования свойств моторных топлив [Электронный ресурс] // Репозиторий БНТУ. – 2016. URL: [https://journals.bntu.by/bitstream/handle/data/27400/Umenshenie\\_vozdejstviya\\_avtotransportnyh\\_sredstv\\_na\\_okruzhayushchuyu\\_prirodnyuyu\\_sredu\\_metodom\\_regulirovaniya\\_svoystv\\_motornyh\\_topliv.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://journals.bntu.by/bitstream/handle/data/27400/Umenshenie_vozdejstviya_avtotransportnyh_sredstv_na_okruzhayushchuyu_prirodnyuyu_sredu_metodom_regulirovaniya_svoystv_motornyh_topliv.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (дата обращения: 11.03.2019).

15. Методические особенности определения метил-трет-бутилового эфира в крови с использованием хромато-масс-спектрометрии / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, О.А. Мальцева // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 2. – С. 215–218.

16. МУ 2703-83 Методические указания по газохроматографическому определению метил-трет-бутилового эфира в воздухе: метод. указания по определению вредных веществ в воздухе. – М., 1983. – №. 18. – С. 45–49.

17. МУК 4.1.1300-03 Газохроматографическое измерение массовых концентраций метанола, н-бутанола и п-ксилола в воздухе рабочей зоны / Измерение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны: сб. метод. указаний. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 2005. – № 39. – С. 51–60.

18. МУК 4.1.3170–14 Газохроматографическое определение ацетальдегида, ацетона, метилацетата, этилацетата, метанола, изопропанола, этанола, н-пропилацетата, н-пропанола, изобутилацетата, бутилацетата, изобутанола, н-бутанола в атмосферном воздухе, воздухе испытательной камеры и замкнутых помещений: метод. указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 26 с.

19. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России, НИИ-Природа, 2016. – 639 с.

20. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.

21. Овсянников А.А., Бачинский Р.О. Изучение особенностей гонадотоксического действия нитробензола и метилтретбутилового эфира в условиях холодного стресса // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 8. – С. 124–125.

22. Оксигенатные добавки к бензиновым фракциям, повышающие октановые числа моторных топлив / Р.Ф. Хамидуллин, Х.Э. Харлампики, Т.Л. Пучкова, А.Ю. Мельник, А.Р. Бадрутдинова, М.М. Галиуллина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 21. – С. 295–300.

23. Оксигенатные добавки к топливу на основе возобновляемого сырья / Л.А. Опарина, Н.А. Кольванов, Н.К. Гусарова, В.Н. Сапрыгина // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 19–34.

24. Оценка и прогноз экологической ситуации в Санкт-Петербурге по показателям загрязнения атмосферного воздуха и изменения здоровья населения / В.Н. Мовчан, П.С. Зубкова, И.К. Калинина, М.А. Кузнецова, Н.А. Шейнерман // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. – 2018. – Т. 63, № 2. – С. 178–193.

25. Сайфутдинов Р.Г., Трифонова Э.В. Острая токсичность метил-трет-бутилового эфира // Казанский медицинский журнал. – 2010. – № 3. – С. 351–353.

26. Трушков В.Ф. Определение основных компонентов производства печатных плат газохроматографическим методом // Современные наукоемкие технологии. – 2004. – № 1. – С. 80–81.

27. Усова С.В., Падалко И.В., Сальников В.С. Хроматографическое определение токсичных веществ, выделяющихся из напольных покрытий на основе ПВХ // Вестник Тюменского государственного университета. – 2011. – № 5. – С. 96–102.

28. Федеральный портал PROTOWN.RU [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.protown.ru/russia/obl/index.html> (дата обращения: 12.03.2019).

29. Химико-аналитические аспекты гигиенической безопасности применения метил-трет-бутилового эфира в производстве бензинов / А.Г. Малышева, Е.Г. Рас-тянников, Н.Ю. Козлова, И.Ю. Артюшина // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 3. – С. 84–87.

30. Шарифуллин А.В., Байбекова Л.Р., Шарифуллин В.Н. Осмоление компонентов товарных автобензинов в присутствии оксигенатов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 17. – С. 224–226.

31. Эффективность применения спиртов и аминов в качестве антидетонационных присадок / А.В. Шарифуллин, Л.Р. Байбекова, В.Н. Шарифуллин, А.Г. Юнысов, С.Г. Смердова // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 1. – С. 181–183.

## Особенности восприятия радиационных рисков специалистами в области обеспечения радиационной безопасности

**Л.В. Репин, Р.Р. Ахматдинов, А.М. Библин**

ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева»  
Роспотребнадзора,  
г. Санкт-Петербург, Россия

Специалисты в области обеспечения радиационной безопасности способны оказывать влияние на восприятие радиационных рисков населением и другими заинтересованными сторонами. В ходе социологического исследования изучены особенности восприятия радиационных рисков участниками международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы радиационной гигиены». Установлено, что большинство специалистов поддерживает развитие атомной энергетики. Показано, что значительное число специалистов (27,5 % опрошенных) склоняются к пороговой гипотезе или теории радиационного гормезиса. Выявлены существенные различия в восприятии малых доз радиации между представителями науки и практики.

**Ключевые слова:** восприятие риска, радиационный риск, риск-коммуникация, малые дозы радиации, реакция возмущения.

В основе современной системы радиационной защиты лежит линейная беспороговая гипотеза воздействия малых доз ионизирующего излучения на здоровье человека [5]. В соответствии с этой гипотезой вероятность возникновения у человека или его потомства негативных для здоровья эффектов, связанных с воздействием малых доз ионизирующего излучения, прямо пропорциональна дозе облучения. При этом к области малых доз обычно относят дозы, не превышающие 0,1 Зв эффективной дозы. Важно отметить, что эпидемиологические исследования не подтверждают наличие каких-либо эффектов от воздействия малых доз на здоровье в указанном диапазоне доз [8].

СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» (НРБ-99/2009) [4] устанавливает предел дозы техногенного облучения населения «1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год». В дополнение к этому установлен предел дозы техногенного облучения за жизнь: «Эффективная доза ... не должна превышать ... для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв».

Для сравнения: средняя индивидуальная годовая эффективная доза природного облучения в расчете на одного жителя Российской Федерации по данным Единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан Российской Федерации<sup>1</sup> за период с 2001 по 2017 г. составляет 3,34 мЗв/г. и варьируется от региона к региону Российской Федерации в пределах от 2,12 мЗв/г. (Камчатский край) до 8,87 мЗв/г. (Республика Алтай). Средняя доза медицинского облучения пациентов в пересчете на одного жителя России составила за указанный период 0,55 мЗв/г. [2].

Современные представления о рисках воздействия вредных факторов среды обитания на здоровье человека [1] рассматривают риски не только с точки зрения прямого воздействия вредного фактора среды обитания на здоровье, но и с точки зрения восприятия риска субъектом риска.

В соответствии с Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) [3] восприятие риска – это «субъективное суждение людей о вероятности, характеристиках и величине опасности». Согласно формуле Sandman [7] (риск = потенциальная опасность + реакция возмущения), восприятие риска – это «комбинация двух компонентов, а именно степени потенциальной опасности и реакции на риск».

При этом реакция возмущения определена там как «эмоциональная реакция населения на риски (особенно на техногенные риски или риски, являющиеся результатом человеческих действий или ошибок). Прозрачность, мониторинг состояния здоровья населения и составляющих здоровья и доступ к принятию решений помогают уменьшить чувство (реакцию) возмущения среди населения, подвергающегося риску» [3].

Первое слагаемое в формуле, как видно из определения, подразумевает количественную или качественную оценку прямого воздействия вредного фактора на здоровье, а второе – негативные последствия, связанные с восприятием данного фактора субъектом риска. Реакция возмущения, вызываемая конкретным риском, в значительной степени обусловлена установками о риске, сложившимися у субъекта риска. Формирование таких установок [6] может происходить различными способами, но под влиянием различных обстоятельств установки могут меняться в течение жизни. Одним из факторов, способных изменить существующие установ-

<sup>1</sup> Положение о Единой государственной системе контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан / утверждено приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации № 298 от 31 июля 2000 г. – М., 2000.

ки о риске, является участие в процессе риск-коммуникации, инициированном какой-либо из заинтересованных сторон. В зависимости от ситуации риска это может быть врач, назначающий рентгенорадиологическое исследование, или пациент, представитель хозяйствующего субъекта или местных властей и др.

В соответствии с определением [3] риск-коммуникация – это «интерактивный процесс обмена информацией и мнениями о рисках между специалистами по оценке риска, лицами, принимающими управленческие решения, средствами массовой информации, заинтересованными группами и широкой общественностью». Очевидно, что одной из причастных сторон в процессе риск-коммуникации зачастую являются специалисты в области обеспечения радиационной безопасности, поэтому их установки могут оказывать непосредственное влияние на изменение установок о риске других людей. В отношении радиационного фактора можно, до некоторой степени, приравнять специалистов в области обеспечения радиационной безопасности к специалистам по оценке риска. Это обусловлено тем фактом, что в соответствии с НРБ-99/2009 эффективная доза определена как «мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности» [4]. Кроме того, большинство населения воспринимает специалистов в области обеспечения радиационной безопасности в качестве «специалистов по радиации» в самом широком смысле этого слова, из чего вытекает важная роль, которую могут играть специалисты в процессе риск-коммуникации.

С целью оценки возможного влияния установок специалистов на процесс риск-коммуникации 22–24 октября 2018 г. в рамках проходившей в Санкт-Петербурге международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы радиационной гигиены» был проведен анкетный опрос участников конференции. В опросе приняли участие 138 специалистов (67 мужчин, 69 женщин, 2 не ответили на вопрос) в области обеспечения радиационной безопасности.

По видам занятости участники опроса распределились следующим образом: 32,6 % – работники учреждений науки, 31,2 % – сотрудники центров гигиены и эпидемиологии, 26,1 % – служащие Управлений Роспотребнадзора. 10,1 % респондентов выбрали вариант «другое» или не ответили на вопрос.

По стажу работы в области обеспечения радиационной безопасности специалисты распределились следующим образом: 22,5 % – имели стаж менее 5 лет, 71,7 % – более 5 лет, 5,8 % не указали стаж работы.

подавляющее большинство опрошенных имеют высшее образование (65,2 % от общего числа опрошенных – медицинское или биологическое, 26,8 % – физико-техническое, 5,8 % – гуманитарное и 1,4 % не ответили на вопрос). Не имеет высшего образования только один участник опроса.

Для достижения данной цели в рамках программы социологического исследования были сформулированы три гипотезы. Задачи исследования заключались в предварительной оценке справедливости данных гипотез:

1. Позитивное отношение к развитию атомной энергетики является преобладающим среди специалистов в области обеспечения радиационной безопасности.
2. Существенная доля специалистов придерживается пороговой теории воздействия радиации на человека или теории радиационного гормезиса.
3. Различные категории специалистов по-разному воспринимают малые дозы радиации. Нерадиационные риски воспринимаются специалистами как «существующие», т.е. как неотъемлемые условия жизни, поэтому рекомендации большин-

ства специалистов относительно радиационных рисков будут основываться на игнорировании конкуренции рисков.

**Материалы и методы.** Для проверки изложенных гипотез использовались прямые вопросы по первой (закрытый вопрос) и второй (полузакрытый вопрос) гипотезам.

1. Как вы считаете, какие виды энергетики следует развивать в Российской Федерации, а от каких по возможности следует отказаться?

2. В современной системе радиационной защиты для оценки воздействия малых доз ионизирующего излучения на здоровье человека используется линейная беспороговая гипотеза. Эта гипотеза не имеет подтверждения, но и не опровергнута. А к какой из существующих гипотез склоняетесь лично вы? Выберите, пожалуйста, один вариант ответа.

Для проверки третьей гипотезы была смоделирована ситуация, в которой был выделен радиационный фактор риска в отношении постороннего ребенка, родители которого являются знакомыми специалиста. Подобная отстраненность необходима для снижения влияния личной эмоциональной компоненты на профессиональную рекомендацию. Вопрос был сформулирован следующим образом:

3. Среднегодовая индивидуальная эффективная доза техногенного облучения у жителей деревни, находящейся на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС, составляет 3 мЗв. Ваши хорошие знакомые, проживающие в городе, сообщили, что хотят отправить своего ребенка младшего школьного возраста на лето к бабушке, проживающей в этой деревне, и спрашивают вашего совета. Выберите, пожалуйста, какой один из предложенных вариантов наиболее точно отражает вашу точку зрения.

Для ответа на третий вопрос было разработано два вида анкет, отличающихся перечнем вариантов ответа. Первый вариант (77 анкет) содержал следующие варианты ответа:

- 1) это безопасно;
- 2) достаточно безопасно при соблюдении некоторых мер безопасности;
- 3) дозы облучения небольшие, но лучше найти другое место;
- 4) не хочу брать на себя ответственность за здоровье;
- 5) не слишком разбираюсь в этом вопросе;
- 6) другое.

Второй вариант анкеты (61 анкета) отличался наличием дополнительного варианта ответа «это более безопасно, чем оставаться на лето в городе». Таким образом во втором варианте анкеты респондентов наводили на возможность учета конкуренции рисков.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ социологических данных по вопросу о преимуществе позитивного отношения к развитию атомной энергетики показал, что среди всех категорий специалистов преобладает мнение о необходимости развития атомной энергетики. 68,8 % опрошенных и 73,6 % ответивших на данный вопрос высказались за поддержку развития атомной энергетики (75,8 % представителей управлений Роспотребнадзора, 66,7 % представителей центров гигиены и эпидемиологии, 76,7 % научных работников и 84,6 % людей, указавших иную профессиональную принадлежность).

По вопросу личного отношения к гипотезам о воздействии малых доз ионизирующего излучения на здоровье ответы участников опроса распределились следующим образом: 63 % ответивших выбрали линейно беспороговую гипотезу, 17,4 %

выбрали радиационный гормезис, 10,1 % отметили пороговую гипотезу и 2,2 % – суперлинейную, 5,8 % респондентов не ответили на данный вопрос.

Дополнительное исследование социологических данных показало, что среди лиц, высказавшихся за развитие атомной энергетики, но не склонных к линейной беспороговой гипотезе, предпочтения по выбору гипотезы в области малых доз распределились следующим образом: 9,1 % поддержавших развитие атомной энергетики выбрали пороговую гипотезу, 22,7 % – радиационный гормезис. Тогда как среди противников развития атомной энергетики наблюдается обратная картина – 22,7 % высказались за пороговую гипотезу и 4,5 % за радиационный гормезис.

Наиболее интересные результаты были получены при попытке подтвердить или опровергнуть третью гипотезу. Ответы на вопрос по смоделированной ситуации отдыха ребенка в деревне, находящейся на радиоактивно загрязненной территории, распределились следующим образом: 44,2 % участников опроса порекомендовали бы найти другое место для отдыха, 23,2 % назвали место отдыха безопасным при соблюдении меры защиты, 16,7 % предпочли не брать на себя ответственность за здоровье чужого ребенка и 9,4 % (суммирование по двум вариантам анкеты) считают такой отдых вполне безопасным (т.е. выбрали варианты ответа «это безопасно» и «это более безопасно, чем оставаться на лето в городе»). При этом лишь 4 человека из 61 заполнившего анкеты второго вида выбрали дополнительный вариант ответа.

#### **Выводы:**

1. Небольшая статистическая мощность исследования позволяет воспринимать полученные результаты как предварительные и требующие более глубокого изучения.

2. Результаты исследования подтвердили преобладание поддержки развития атомной энергетики специалистами в области обеспечения радиационной безопасности всех категорий профессиональной деятельности. Первая гипотеза подтверждена.

3. Несмотря на то что большинство опрошенных склоняются к линейной беспороговой гипотезе воздействия малых доз, довольно значительное число специалистов (27,5 % опрошенных, т.е. 29,2 % ответивших на данный вопрос) разделяют мнение об истинности пороговой гипотезы или теории радиационного гормезиса. Вторая гипотеза подтверждена.

4. Выявлен ряд особенностей распределения ответов сторонников и противников развития атомной энергетики на вопрос о предпочтительной гипотезе о воздействии малых доз ионизирующего излучения на здоровье. Выявленные особенности требуют дополнительного изучения с целью выявления возможной закономерности.

5. Наблюдаются существенные различия в установках о малых дозах радиации между представителями науки и практики в вопросе практических рекомендаций в смоделированной ситуации воздействия сверхмалых (до 10 мЗв) доз ионизирующего излучения на детей. Данные различия также находят отражение в отношении к гипотезам о воздействии малых доз радиации на здоровье. Третья гипотеза подтверждена.

6. Проведенное исследование подтвердило актуальность решения задачи анализа восприятия радиационных рисков различными категориями специалистов с целью выработки практических рекомендаций по коммуникации рисков между специалистами и определения возможных сценариев риск-коммуникации специалистов с представителями других заинтересованных сторон в зависимости от характера установок участвующих специалистов.

### Список литературы

1. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
2. Барковский А.Н. Информационный сборник: дозы облучения населения Российской Федерации в 2017 году. – СПб., 2018. – 69 с.
3. Здоровье и окружающая среда: принципы коммуникации риска [Электронный ресурс]. – Женева: ВОЗ, 2013. – URL: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/235076/e96930r.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/235076/e96930r.pdf) (дата обращения: 20.03.2019)
4. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 // СанПиН 2.6.1.2523-09. – М.: Минздрав России, 2009. – 225 с.
5. Публикация 103 Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ): пер с англ. / под общей ред. М.Ф. Киселева и Н.К. Шандалы. – М.: Алана, 2009. – 344 с.
6. Репин Л.В., Библин А.М., Вишнякова Н.М. Проблемы риск-коммуникации при обеспечении радиационной безопасности населения: основные понятия и определения // Радиационная гигиена. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 83–91.
7. Sandman P.M. Responding to community outrage: Strategies for effective risk communication [Электронный ресурс]. – АИНА, 1993. – URL: <http://www.psandman.com/media/RespondingtoCommunityOutrage.pdf> (дата обращения: 20.03.2019)
8. Implications of recent epidemiologic studies for the linear nonthreshold model and radiation protection / R.E. Shore [et al.] // Journal of Radiological Protection. – 2018. – Т. 38, № 3. – С. 1217–1233.

## Санитарно-эпидемиологическая оценка качества атмосферного воздуха Республики Хакасия

**Т.Г. Романова<sup>1</sup>, Т.Н. Викторова<sup>1</sup>, О.В. Иванова<sup>1</sup>,  
Д.В. Залутский<sup>1</sup>, В.Е. Курганов<sup>2</sup>, Е.А. Пивоварова<sup>2</sup>,  
А.Е. Озерова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия,

<sup>2</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия»  
Роспотребнадзора,  
г. Абакан, Россия

Приведены результаты санитарно-эпидемиологической оценки качества атмосферного воздуха Республики Хакасия. Отмечено, что чаще всего превышения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха на территориях городов регистрируются на стационарных постах наблюдения, расположенных в зонах жилой застройки.

Показано, что приоритетными загрязняющими веществами, влияющими на качество атмосферного воздуха, являются: бенз(а)пирен взвешенные вещества, углерода оксид. В 2018 г.

превышение гигиенических нормативов отмечается по бенз(а)пирену. К территориям «риска» с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха отнесены города Абакан и Черногорск.

**Ключевые слова:** качество атмосферного воздуха, санитарно-эпидемиологическая оценка, социально-гигиенический мониторинг, приоритетные загрязняющие вещества, Хакасия.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), воздействию загрязненной воздушной среды подвергается более 80 % населения, проживающего в городах [7]. Загрязнение воздуха является одной из важнейших причин заболеваемости и смертности населения. Риск развития болезней сердечно-сосудистой системы, острых и хронических респираторных заболеваний, включая астму, рака легких, повышается по мере снижения качества воздуха.

Особую актуальность эта проблема представляет для Республики Хакасия, поскольку часть ее территории расположена в зоне повышенного природного потенциала загрязнения атмосферы, который характеризуется частой повторяемостью штилей и приземных инверсий, что затрудняет рассеивание вредных веществ и способствует их накоплению в атмосфере [4].

В Хакаско-Минусинской котловине расположены города Абакан, Черногорск, Саяногорск, а также Минусинск (Красноярский край), т.е. качество атмосферного воздуха оказывает влияние на состояние здоровья более 306 тысяч (около 57 %) жителей республики [8].

Качество атмосферного воздуха в городах формируется под влиянием сложного взаимодействия между природными и антропогенными факторами. Уровень загрязнения атмосферы при постоянных параметрах выбросов зависит от распределения температуры с высотой, скорости и направления ветра, определяющих перенос и распространение примесей у земли и в приземном слое атмосферы, интенсивности солнечной радиации и влажности воздуха, определяющих фотохимические превращения примесей и возникновение вторичных продуктов загрязнения атмосферы, а также количества и продолжительности атмосферных осадков, приводящих к вымыванию примесей из атмосферы.

К основным антропогенным факторам, влияющим на уровень загрязнения атмосферного воздуха в Республике Хакасия, относятся:

- использование устаревших технологий на котельных и других объектах;
- значительное количество топок частного сектора, в том числе котлов длительного горения;
- интенсивный рост числа передвижных источников загрязнения атмосферы с двигателями внутреннего сгорания, эксплуатируемых без учета пропускной способности уличной сети существующей застройки;
- ошибки в планировке и застройке населенных пунктов в зоне повышенного природного потенциала загрязнения атмосферы, приводящие к размещению жилых массивов при отсутствии свободной циркуляции воздуха.

Помимо вышеперечисленных негативных факторов, определенный вклад вносят предприятия угледобывающей отрасли, поскольку на территории республики подавляющее большинство хозяйствующих субъектов ведут работы открытым способом (угольные разрезы). При этом возможен постоянный вынос углеродосодержащих пород из тела отвала, которые при контакте с атмосферным воздухом начинают возгораться, в результате чего в атмосферу попадают оксиды углерода, азота, сернистый газ, бенз(а)пирен и многие другие [6].



В рамках социально-гигиенического мониторинга в 2018 г. контроль за качеством атмосферного воздуха в Республике Хакасия осуществлялся в г. Абакане, Черногорске, Саяногорске на четырех стационарных постах (мониторинговые точки) государственной наблюдательной сети Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Хакасия – филиала ФГБУ «Среднесибирское УГМС» (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Доля проб атмосферного воздуха с превышением максимальной разовой ПДК по приоритетным загрязнителям за 2014–2018 гг. (%)  
(по данным ФГБУ «Среднесибирское УГМС»)

Ингредиент	Период наблюдения				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Бенз(а)пирен	45,4–72,7	18,2–54,5	27,3–63,6	45,5–72,7	45,5–91,0
Взвешенные вещества	0,1–1,0	0,2–1,0	0–1,5	0–1,2	0–2,5
Углерода оксид	0,4–1,2	0,1–1,0	0–1,8	0,3–1	0,7–2,2
Формальдегид	0	0	0	0	0–0,2
Фенол	0–0,1	0,1–0,2	0	0–0,2	0–0,2
Серы диоксид	0	0	0	0	0
Азота диоксид	0	0	0	0	0

В 2018 г. по данным наблюдений на стационарных постах наиболее характерно превышение ПДК в пробах атмосферного воздуха для г. Черногорска, где доля проб с превышением по бенз(а)пирену (ПДК<sub>сс</sub>) – 91 % (за 5-летний период отмечается рост с 72,7 % в 2014 г.), максимальной разовой ПДК по взвешенным веществам составила 2,5 % (отмечается рост с 1,0 % в 2014 г.), по оксиду углерода – 1,3 % (за 5-летний период характерны незначительные колебания от 1,0 до 1,8 %).

В г. Абакане доля проб атмосферного воздуха с превышением ПДК (средняя по двум постам – № 2 и 3) по бенз(а)пирену (ПДК<sub>сс</sub>) – 63,6 % (отмечается рост с 45,4 % в 2014 г.), по оксиду углерода – 2,2 % (отмечается рост с 1,2 % в 2014 г.), по взвешенным веществам составила 1,3 % (отмечается рост с 0,2 % в 2014 г.).

В г. Саяногорске доля проб атмосферного воздуха с превышением ПДК составила по бенз(а)пирену 45,5 % (за 5-летний период характерны колебания от 18,2 до 54,5 %), оксиду углерода – 0,7 % (за 5-летний период характерны колебания от 0 до 1,5 %). Не выявлено проб с превышением ПДК по взвешенным веществам (отмечается снижение с 0,3 % в 2014 г.).

Результаты скрининговых (разовых) лабораторных исследований, проведенных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия» в рамках проверок и в порядке производственного контроля над уровнями загрязнения атмосферного воздуха за пятилетний период, представлены в табл. 2.

Основная часть исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия» проводилась в сельской местности на границах санитарно-защитных зон ряда предприятий, в том числе угледобывающей отрасли.

По результатам исследований ФБУЗ «ЦГиЭ в Республике Хакасия» в 2018 г. превышение гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на территориях городских и сельских поселений республики не фиксировалось.

Таблица 2

Структура лабораторного контроля над уровнями загрязнения атмосферного воздуха (по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия»)

Точка отбора проб	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	Кол-во проб	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	Кол-во проб	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	Кол-во проб	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	Кол-во проб	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	Кол-во проб	Удельный вес проб с превышением ПДК, %
Всего исследованных проб в городских поселениях, в том числе	354	0,0	354	0,0	551	0,0	294	1,0	418	0,0
– маршрутные и подфакельные исследования	294	0,0	294	0,0	48	0,0	74	0,0	164	0,0
– вблизи автомагистралей в зоне жилой застройки	57	0,0	57	0,0	503	0,0	220	1,4	254	0,0
В сельских поселениях	100	0,0	100	0,0	592	0,0	96	0,0	1634	0,0

Пробы атмосферного воздуха на базе ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия» исследовались на содержание взвешенных веществ, серы диоксида, дигидросульфида (сероводорода), углерода оксида, азота диоксида, азота оксида, аммиака, формальдегида, бенз(а)пирена, марганца, углеводородов.

В рамках производственного контроля, проводимого хозяйствующими субъектами с привлечением аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия», пробы воздуха исследовались в ближайших к угольным разрезам населенных пунктах республики, а также на границах санитарно-защитных зон (СЗЗ) данных предприятий. Нестандартные пробы не выявлены.

Благодаря исследованиям, проводимым ранее [5], было установлено, что в г. Абакане по результатам предварительных расчетов индекс неканцерогенного потенциала опасности ( $HQ$ ) для органов дыхания может достигать 1,28 (примерно около 30 % вносит оксид углерода). Это превышает приемлемый уровень риска (1,0) и требует проведения профилактических мероприятий, направленных на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников. Значения индивидуальных канцерогенных рисков для здоровья населения г. Абакана, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха от стационарных источников, составляют от  $8,4 \cdot 10^{-7}$  до  $5,2 \cdot 10^{-5}$  (среднее значение составляет  $3,39 \cdot 10^{-6}$ ). Наибольший вклад (около 60 %) вносит сажа, а также формальдегид и хром. Индивидуальные канцерогенные риски не превышают приемлемого уровня риска ( $1 \cdot 10^{-4}$ ). Средний популяционный канцерогенный риск для здоровья населения г. Абакана составил 0,0087 дополнительных случаев онкологических заболеваний в год (8,7 на 100 тысяч населения).

Однако данная предварительная оценка проведена без учета мелкодисперсных частиц ( $PM_{10}$  и/или  $PM_{2,5}$ ). Исходными данными являлись проекты предельно допустимых выбросов предприятий г. Абакана, вносящих основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха города.

Вместе с тем, начиная с 2010 г., в России действуют нормативные требования, обязывающие предприятия нормировать твердые частицы с размером менее

10 мкм (PM<sub>10</sub>) и менее 2,5 мкм (PM<sub>2.5</sub>) [3], а также утверждены гигиенические нормативы для взвешенных частиц менее PM<sub>10</sub> и PM<sub>2.5</sub> [1].

Практически все пылегазовые выбросы изученных производств, в том числе горноперерабатывающих предприятий, содержат мелкие фракции [2].

Загрязнение окружающего воздуха, в котором содержатся высокие концентрации мелких и тонкодисперсных частиц, представляет собой самый высокий риск для здоровья, являясь причиной преждевременной смерти 3 млн человек в мире ежегодно [7].

Информация о качестве атмосферного воздуха Управлением Роспотребнадзора по Республике Хакасия доводится до сведения руководства Республики Хакасия, а также всех заинтересованных руководителей предприятий.

В направляемых Управлением материалах правительству Республики Хакасия и администрациям г. Абакана и Черногорска предлагается принять меры по разработке и реализации региональной программы по охране атмосферного воздуха, в том числе с учетом:

- введения запрета выделения земельных участков и застройки новых районов индивидуальным жильем без предварительного обеспечения инженерными сетями (тепло-, водоснабжение, канализация);

- внедрения альтернативных способов теплоснабжения (электричество, природный газ, восстанавливающиеся источники энергии (солнечная, ветровая, тепловые помпы);

- перехода на электроотопление посредством снижения тарифов на электроэнергию для ИЖС и хозяйствующих субъектов, оборудованных электродотами и/или газификации населенных пунктов;

- поэтапного подключения частного сектора к муниципальным инженерным сетям (тепло-, водоснабжение, канализация);

- развития системы общественного электротранспорта;

- увеличения количества парковых зон и площадей зеленых насаждений (естественный фильтр);

- ужесточения контроля над парковкой автотранспорта на территории многоквартирных жилых домов;

- проведения активной и массовой агитационной работы («День без автомобиля», культура использования велосипедов и др.).

Многолетняя проблема требует изменения законодательства и серьезного финансового обеспечения. Реализация предлагаемых Управлением мероприятий позволит улучшить санитарно-эпидемиологическую обстановку в республике.

#### **Выводы:**

1. Приоритетными загрязняющими веществами, влияющими на качество атмосферного воздуха Республики Хакасия, являются: бенз(а)пирен, взвешенные вещества, углерода оксид. В 2018 г. увеличился удельный вес проб атмосферного воздуха, не соответствующих по уровню загрязнения бенз(а)пиреном.

2. К территориям «риска» с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха отнесены города Абакан и Черногорск.

3. Превышения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха на территориях городов регистрируются на стационарных постах наблюдения, расположенных в зонах жилой застройки.

4. При реализации стратегии экономического развития Республики Хакасия необходимо учитывать допустимый уровень дополнительного антропогенного воздействия. В связи с этим необходимо продолжить мониторинг выбираемых загрязняющих веществ, определение их количественного и качественного состава на территории республики, с учетом концентраций взвешенных веществ ( $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$ ).

5. Имеющиеся данные о качестве атмосферного воздуха могут быть использованы при планировании профилактических мероприятий, направленных на снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха.

### Список литературы

1. ГН 2.1.6.2604-10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).

2. Загороднов С.Ю., Попова Е.В. Комплексные исследования твердой компоненты промышленных выбросов для задач санитарно-эпидемиологического и экологического нормирования // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания. – Пермь, 2015. – С. 150–157.

3. О порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию, и о перечне вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих государственному учету и нормированию: Приказ Министерства природных ресурсов РФ № 579 от 31.12.2010 г. [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: [https://rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=10145](https://rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=10145) (дата обращения: 25.03.2019).

5. Оценка риска здоровья населения г. Абакана от выбросов стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха / Е.А. Пивоварова, А.Е. Озерова, Н.А. Харитоненко, А.С. Юдин // Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Хакасия. – Абакан, 2017. – С. 28–32.

6. Технологии формирования и рекультивации породных отвалов угольных карьеров / И.В. Зеньков, Б.Н. Нефедов, И.М. Барадудин, Е.В. Кирюшина, В.Н. Вокин // Экология и промышленность России. – 2014. – № 6. – С. 22–25.

7. Уровни загрязнения воздуха повышаются во многих самых бедных городах мира [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/detail/12-05-2016-air-pollution-levels-rising-in-many-of-the-world-s-poorest-cities> (дата обращения: 25.03.2019).

8. Численность и состав населения [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва. – URL: [http://krasstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/krasstat/ru/statistics/hakStat/population/](http://krasstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/krasstat/ru/statistics/hakStat/population/) (дата обращения: 25.03.2019).

## Оценка неканцерогенного риска для здоровья сельского населения Саратовской области, обусловленного повышенным содержанием марганца и железа в питьевой воде

К.А. Савина, Ю.А. Панкратова, В.Ф. Спирин

ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора,  
г. Саратов, Россия

Представлены результаты исследования качества источников водоснабжения Саратовской области по показателям марганца и общего железа. Установлено, что качество воды источников питьевого водоснабжения в некоторых населенных пунктах Саратовской области не соответствует требованиям санитарных правил. Рассчитан уровень неканцерогенного риска для населения, обусловленного регулярным употреблением воды из обследованных источников. Описаны последствия такого уровня риска для здоровья. Даны рекомендации по улучшению качества питьевой воды для потребителей.

**Ключевые слова:** качество воды, индивидуальный неканцерогенный риск для здоровья, суммарный неканцерогенный риск, повышенное содержание марганца в воде, повышенное содержание железа в воде.

Доказано, что качество и безопасность питьевой воды оказывают значительное влияние на здоровье человека. Анализируя данные о санитарно-химических показателях воды в разных населенных пунктах области за последние пять лет, было выявлено, что большинство превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) приходится на содержание марганца (более 50 %) и общего железа (47 %). Такая ситуация может быть обусловлена в большей степени природным фактором, нежели антропогенным.

Следует отметить, что указанные соединения в условиях превышения ПДК в питьевой воде при регулярном попадании в организм могут оказывать неблагоприятное хроническое воздействие. Так, употребление воды с повышенным содержанием марганца может приводить к таким заболеваниям, как патологии центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, аллергические реакции. Повышенное содержание железа также оказывает неблагоприятное влияние на эти системы органов, а также на кожные покровы.

Согласно данным Роспотребнадзора [4], Саратовская область отнесена к территории риска по заболеваемости органов системы крови, сердечно-сосудистой и центральной нервной системы. В связи с этим оценка риска неканцерогенных эффектов представляет значительную актуальность [1, 2, 5].

**Цель исследования** – оценить неканцерогенные риски, обусловленные содержанием в питьевой воде марганца и общего железа в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы.

### Задачи:

- ♦ оценить содержание марганца и железа в питьевой воде;
- ♦ рассчитать коэффициенты опасности ( $HQ$ ) отдельно для каждого из веществ;

♦ установить неканцерогенный риск возникновения болезней крови и ЦНС (по индексу опасности  $HI$ ), с учетом комбинированного действия исследуемых веществ, содержащихся в питьевой воде;

♦ рассчитать потенциальные неканцерогенные рисков неспецифических токсических эффектов ( $Risk\ sum.$ ).

**Материалы и методы.** Гигиеническая оценка воды по показателям химической безопасности проведена на основе результатов лабораторных исследований аккредитованного испытательного лабораторного центра ФБУН «Саратовский НИИ сельской гигиены». Содержание марганца и железа в питьевой воде определяли с помощью спектрофотометра Nova-60. За период с 2014 по 2019 г. были обследованы более 800 источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения из всех районов Саратовской области. Вода из обследованных источников регулярно используется местными жителями для питьевых нужд. Статистическая обработка данных была произведена с помощью пакета программ Statistica for Windows и с использованием программных средств MS Excel for Windows.

Оценка неканцерогенных рисков для здоровья населения при потреблении питьевой воды проводилась в соответствии с требованиями Р 2.1.10.1920–04 [6].

Оценка потенциального неканцерогенного риска неспецифических токсических эффектов, обусловленных регулярным потреблением питьевой воды, загрязненной химическими веществами (с лимитирующим признаком вредности, по которому установлен норматив «с.-т.» – санитарно-токсикологический), проведена в соответствии МР 2.1.4.0032–11 [3].

**Результаты и их обсуждение.** Результаты статистической обработки содержания Fe и Mn в воде показали, что из всех исследуемых районов региона в 18 отмечаются превышения по этим показателям. В 7 из них превышения составляют от 50 % и выше от всех обследованных образцов воды – это Саратовский, Марковский, Энгельский, Федоровский, Екатериновский, Татищевский районы (табл. 1). Превышения уровня марганца и железа в исследуемой воде были как в Правобережье, так и в Левобережье области. Это связано с такими факторами, как высокое содержание этих металлов в литосфере и подземных водах региона, а также процессами биологического окисления в водоемах, служащими источниками централизованного водоснабжения.

Для последующего расчета канцерогенных рисков были определены средние суточные дозы веществ, поступающие в организм с питьевой водой. Значения коэффициентов опасности ( $HQ$ ) получены в результате отношения средней суточной дозы вещества к его референтной дозе ( $RfD$ , мг/кг), в соответствии с Р 2.1.10.1920–04. Значения индексов опасности ( $HI$ ) определены путем суммирования значений  $HQ$ . Расчет индексов опасности определен с учетом критических органов, поражаемых в результате воздействия исследуемыми веществами (см. табл. 1). В результате проведенных исследований установлено, что в большинстве рассмотренных случаев уровень неканцерогенного риска не превышает допустимого.

Превышения индексов опасности ( $HI$ ) для сердечно-сосудистой системы, крови и кроветворных органов наблюдаются на территориях Саратовского, Энгельского, Федоровского, Ершовского, Татищевского, Базарно-Карабулакского районов, Красноармейского районов (1,03–1,19). В связи с этим неканцерогенные риски развития патологий сердечно-сосудистой системы, крови и ЦНС у населения данных административных территорий превышают допустимый уровень (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

Статистическая обработка данных результатов санитарно-химических исследований по районам Саратовской области

Район Саратовской области	Доля исследованных проб воды с содержанием марганца более 0,1 мг/дм <sup>3</sup> за исследованный период 2014–2019 гг., %	Доля исследованных проб воды с содержанием общего железа более 0,3 мг/дм <sup>3</sup> за исследованный период 2014–2019 гг., %	Индекс опасности <i>HI</i> (средние значения)	Средний уровень неканцерогенного риска по районам СО, обусловленного повышенным содержанием марганца в питьевой воде ( <i>HQ</i> )	Средний уровень неканцерогенного риска по районам СО, обусловленного повышенным содержанием железа в питьевой воде ( <i>HQ</i> )
Саратовский	86	75	0,437	0,148	0,289
Марковский	75	64	0,256	0,10	0,156
Энгельский	64	63	0,304	0,183	0,121
Аткарский	15	20	0,08	0,03	0,05
Ровенский	19	25	0,166	0,064	0,102
Вольский	17	14	0,05	0,03	0,02
Федоровский	62	51	0,261	0,123	0,138
Ершовский	50	37	0,373	0,296	0,077
Балашовский	33	24	0,065	0,03	0,035
Екатериновский	80	52	0,157	0,095	0,062
Татищевский	91	45	0,394	0,261	0,133
Базарно-Карабулакский	50	44	0,884	0,610	0,274
Петровский	23	15	0,06	0,03	0,03
Новобурацкий	41	23	0,203	0,10	0,103
Краснокутский	44	25	0,09	0,049	0,041
Новоузенский	7	12	0,084	0,032	0,052
Лысогорский	15	17	0,10	0,043	0,057
Красноармейский	22	13	0,102	0,045	0,057

Т а б л и ц а 2

Процент исследованных проб, где индекс опасности (*HI*), обусловленной регулярным употреблением питьевой воды с повышенным содержанием марганца или железа, превышает значение 1,0

Районы Саратовской области	Доля исследованных проб воды с недопустимым уровнем неканцерогенного риска, %
Саратовский	3 (1,03–1,11)
Энгельский	2 (1,05–1,19)
Федоровский	3 (1,04–1,10)
Ершовский	3 (1,07–1,17)
Татищевский	1 (1,12)
Базарно-Карабулакский	2 (1,05–1,18)
Красноармейский	1 (1,07–1,14)

Для дополнительной оценки качества водоснабжения были произведены расчеты неканцерогенного риска неспецифических токсических эффектов по марганцу и железу. Для расчета были выбраны пробы с максимальной и минимальной кон-

центрацией этих веществ. Вычисленный суммарный риск во всех пробах не превышал предельно допустимого значения 0,05 [3] (табл. 3).

Таблица 3

Расчет потенциального неканцерогенного риска неспецифических токсических эффектов

Место отбора пробы	Среднесуточная концентрация марганца, мг/л	Risk неспецифических токсических эффектов (Mn)	Среднесуточная концентрация железа, мг/л	Risk неспецифических токсических эффектов (Fe)	Risk sum.
Саратовский р-н, п. Усть-Курдюм, скважина	0,489	0,0085	0,06	0,0003	0,0088
Марковский р-н, п. Ястребовка, скважина с разводящей сетью	0,790	0,0136	1,31	0,0076	0,0212
Энгельский р-н, с. Шумейка, скважина	0,415	0,0072	0,39	0,0023	0,0095
Ровенский р-н, р. Ровное, центр. водопровод (ист. р. Волга)	0,250	0,0043	0,90	0,0052	0,0095
Федоровский р-н, с. Семеновка, водопровод после очистки (ист. р. Еруслан)	1,135	0,0195	0,39	0,0023	0,0218
Ершовский р-н, г. Ершов, водопровод (ист. р. Еруслан)	2,080	0,0355	0,05	0,0003	0,0358
Екатериновский р-н, с. Воронцовка, скважина с разводящей сетью	0,535	0,0093	0,30	0,0017	0,011
Татищевский р-н, ст. Курдюм, центр. водопровод (ист. р. Волга)	0,350	0,0061	0,62	0,0036	0,0097
Базарно-Карабулакский р-н, п. Свободный, центр. водопровод (ист. р. Медведица)	0,040	0,0007	0,32	0,0019	0,0026
Краснокутский р-н, п. Константиновка, центр. водопровод, (ист. р. Еруслан)	0,260	0,0045	0,01	0,0001	0,0046
Красноармейский р-н, с. Золотое, скважина	0,190	0,0033	0,02	0,0001	0,0034

**Выводы.** Несмотря на значительную долю превышений ПДК по исследуемым в работе показателям, уровни неканцерогенных рисков в Саратовской области в большинстве случаев находятся в пределах нормы. Риск неспецифических токсических эффектов является минимальным. Однако в ряде населенных пунктов имеются превышения индексов опасности, что способствует неблагоприятному хроническому воздействию на сердечно-сосудистую и центральную нервную системы при регулярном употреблении такой воды. Данная информация находит подтверждение в материалах государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения» по Саратовской области [4].

Для улучшения санитарного благополучия жителей Саратовской области ежегодно проводятся мероприятия санитарно-гигиенического мониторинга, в том числе медицинские осмотры граждан и контроль качества объектов окружающей среды. Разработан комплекс мер по улучшению качества водоснабжения сельского населения области: с 2015 г. были введены в эксплуатацию более 500 новых установок по очистке воды.



### Список литературы

1. Артемьева А.А. Оценка риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения, связанного с загрязнением подземных вод в районах нефтедобычи // Вестник Удмуртского университета. – Т. 25, № 1. – 2015. – С. 122–132.
2. Конькова М.Н., Данилов А.Н., Спиринов В.Ф. Уровни популяционных рисков здоровью детей-дошкольников в зависимости от территории проживания // Санитарный врач. – № 11. – 2018. – С. 25–30.
3. МР 2.1.4.0032–11. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: метод, рекомендации / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 31.07.2011 г. – М., 2011. – 32 с.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году по Саратовской области: Государственный доклад. – Саратов, 2018.
5. Пивоварова Е.А. Оценка неканцерогенных рисков для здоровья населения республики Хакасия, обусловленных химическими веществами питьевой воды // Санитарный врач. – 2019. – № 3. – С. 63–67.
6. Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004 г. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.

## Влияние шумового фактора на санитарно-эпидемиологическую обстановку города Перми по данным анализа жалоб населения

**Э.В. Седусова, С.В. Клейн, Д.Н. Кошурников**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Зашумленность жилых территорий является основной причиной жалоб среди населения. Постоянное акустическое загрязнение, в основном городских территорий, является причиной заболеваний органов слуха, сердечно-сосудистой и нервной систем. В 2017 г. как в Российской Федерации, так и в Пермском крае 58 % от общего количества жалоб на физические факторы приходилось на шум. По данным анализа жалоб населения в 2016 г. в Перми (за исключением Индустриального и Кировского районов) была зафиксирована 121 жалоба на шум, из них 31 % – на шум от внутридомовых инженерных коммуникаций, 31 % – на шум от объектов, расположенных на цокольном и первых этажах домов, а также вблизи домов, 16,5 % – на шум от проведения строительных работ вблизи жилых домов, 8,3 % – на автомобильный, железнодорожный и авиационный шум. Напряженная акустическая обстановка остается на территориях жилой застройки, в жилых домах, расположенных в зоне

влияния автомобильных, железнодорожных магистралей, линий городского электротранспорта, воздушных судов. Сложившаяся ситуация требует разработки и реализации комплекса оперативных и плановых мероприятий правового, технического и организационного характера.

**Ключевые слова:** шумовой фактор, жалобы населения, санитарно-эпидемиологическая обстановка, акустическое загрязнение, транспортный шум, влияние шума на здоровье.

По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году» приоритетными санитарно-гигиеническими факторами окружающей среды, формирующими медико-демографические потери, являются: химическое загрязнение атмосферного воздуха и питьевой воды, а также физические факторы воздействия (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук и др.) [8]. При этом число источников физических факторов неионизирующей природы, влияющих на условия проживания и потенциально на здоровье населения на территориях жилой застройки, продолжает расти. Анализ данных Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2017 г. свидетельствует о том, что в целом по стране с физическими факторами среды обитания вероятностно связано порядка 44,4 тысячи случаев смертей и около 6,6 тысячи заболеваний детского и взрослого населения всех возрастов [8]. Из всего многообразия физических факторов, увеличивающих уровни риска здоровью населения, по данным Всемирной организации здравоохранения, ведущее место занимает шумовой фактор, в частности его сверхнормативные уровни в ночное время суток. Кроме этого, именно зашумленность жилых территорий является основной причиной жалоб среди населения [6]. Постоянное акустическое загрязнение, в основном городских территорий, является причиной заболеваний сердечно-сосудистой, нервной систем и органов слуха [8].

Воздействию ненормативного уровня шума в Российской Федерации ежегодно подвергаются свыше 3,5 млн человек. Анализ жалоб населения на условия проживания, связанные с воздействием шума, показал ежегодное их увеличение и в 2017 г. составил 58 % от общего количества жалоб на физические факторы (рисунок) [8].

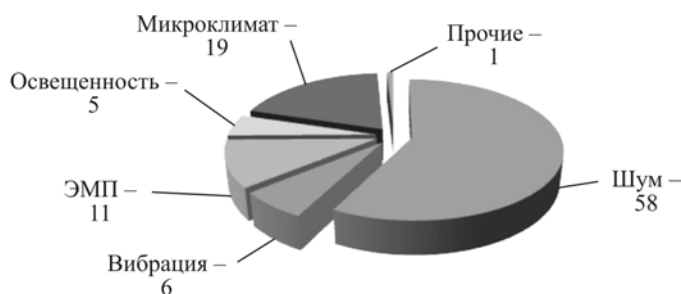


Рис. Структура жалоб населения на воздействие физических факторов, РФ, 2017 г., %

Ведущим источником шума в населенных пунктах по-прежнему является транспорт. Кроме того, значимыми причинами повышенного уровня шума на жилой территории и в жилых помещениях является функционирование встроенно-

пристроенных объектов и инженерно-технологического оборудования зданий, проведение строительных работ и эксплуатация строительной техники.

Люди предъявляют жалобы на головокружение, головную боль, шум в ушах, нарушение сна, тахикардию, раздражительность, тошноту, нарушение внимания и памяти и другие жалобы. Результаты исследований, проводимых на данных территориях, свидетельствуют о росте общей и хронической заболеваемости, более высоких показателях заболеваемости в классах болезней нервной (вегетососудистые нарушения, астеноневротический синдром) и сердечно-сосудистой систем (артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца) [1, 3, 4].

В Пермском крае в 2017 г. было зарегистрировано 390 жалоб на неблагоприятное воздействие физических факторов (в 2015 г. – 406; в 2016 г. – 461). Наибольший удельный вес составляют жалобы на шум (58 %). Жалобы поступали как непосредственно в Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, так от других органов власти для принятия мер в рамках своей компетенции и подготовки ответа заявителям. Доля уровня шума, не соответствующего гигиеническим нормативам, в жилых зданиях городских поселений составила 27,27 % в 2017 г. (в 2015 г. – 29,87 %; в 2016 – 16,02 %) [7].

В г. Перми (Свердловский, Орджоникидзевский, Ленинский, Дзержинский, Мотовилихинский районы) в 2016 г. была зарегистрирована 121 жалоба на шум, из них 15 повторных обращений.

Наибольшее количество зарегистрированных жалоб на повышенный уровень шума на селитебной территории и в жилых помещениях было обусловлено функционированием встроенно-пристроенных объектов и инженерно-технологического оборудования зданий. Основная причина повышенного уровня шума – недостаточное применение всех шумозащитных мероприятий на стадии проектирования, монтаж оборудования без экспертизы проектов, без оценки генерируемых уровней шума и вибрации на стадии ввода в эксплуатацию, введение новых процессов и размещение оборудования, ранее не предусмотренных при согласовании места размещения объектов. В 2016 г. в Перми (за исключением Индустриального и Кировского районов) было зафиксировано: 38 жалоб (31 % общего количества жалоб) на шум от внутридомовых инженерных коммуникаций (из них 36 жалоб на шум от системы отопления, 2 – на шум от лифтового оборудования), 38 жалоб (31 %) на объекты, расположенные на цокольном и первых этажах домов, а также вблизи домов (из них на шум системы кондиционирования и вентиляции указанных объектов – 14 жалоб); остальные – на шум, обусловленный поведением людей (танцевальная студия, автопарковка, реклама магазина, игровой клуб, центральный тепловой пункт, автомойка, лай собак, шиномонтаж, ночной клуб, автовокзал). В связи с интенсификацией строительства жилых домов продолжают регистрироваться жалобы жителей на проведение строительных работ вблизи жилых домов (в первую очередь на работу техники) в ночное время (20 жалоб – 16,5 % от общего количества).

Одним из значимых источников шума в населенных пунктах по-прежнему является автомобильный, железнодорожный и авиационный транспорт – на него приходится 9,9 % общего количества жалоб (10 жалоб на автомобильный транспорт, в том числе на электротранспорт, 2 – на авиационный).

Регистрируются жалобы граждан и на шум от соседей (8 жалоб – 6,6 % от общего количества).

В связи с повышением уровня шумового воздействия на территории жилой застройки городских и сельских поселений от инженерного оборудования, обеспечивающего функционирование жилых и общественных зданий (оборудование лифтов, системы вентиляции и кондиционирования воздуха, отопления, насосное оборудование и др.), продолжают регистрироваться обращения граждан на неудовлетворительные условия проживания. Жалобы граждан (половина поступивших жалоб) содержат информацию о негативных эффектах, которые формируются у них под воздействием шума: нервозность (раздражение, нервное напряжение), расстройство сна, повышение артериального давления, шум в ушах, головные боли, снижение работоспособности, стресс, вялость, усталость.

В ходе рассмотрения 29 % от общего количества поступивших в 2016 г. жалоб (по 35 жалобам) Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю были организованы измерения уровня шума: шум от внутридомовых инженерных коммуникаций, автомобильного транспорта, а также от организаций, расположенных на цокольных, первых этажах жилых зданий и рядом с ними. Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю были даны разъяснения (по 73 жалобам – 60 % от общего количества жалоб), направлены обращения по подведомственности (по 31 жалобе – 26 %: шум от транспорта, строительные, дорожные и уборочные работы, а также от организаций, расположенных на цокольных, первых этажах жилых зданий и рядом с ними).

В рамках внеплановых проверок и административных расследований при установлении факта несоответствия санитарным нормам Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю вынесены постановления по делам об административном правонарушении по ст. 6.4 КоАП РФ (7 штук, из них одно постановление по результатам административного расследования и 6 по результатам внеплановых проверок, остальные дела были прекращены ввиду отказа от замеров, малозначительности правонарушения, отсутствия состава правонарушения).

По результатам проведенных замеров шума 49 % жалоб (17), в рамках которых были проведены измерения уровней шума, оказались обоснованными: уровень звука и/или уровни звукового давления превысили допустимые значения и не соответствовали СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Это жалобы на шум от внутридомовых инженерных коммуникаций и от объектов, расположенных на цокольном и первых этажах домов (22 %), транспорт (22 % от общего количества жалоб, в ходе которых были проведены замеры). В дневное время суток были зафиксированы максимальные величины: эквивалентный уровень звука достигал 54,3 дБА при норме 40 дБА, максимальный уровень звука – 66,5 дБА при нормативной величине 55 дБА; в ночное время суток эквивалентный уровень звука достигал 47 дБА при норме 30 дБА, максимальный уровень звука – 62,3 дБА при нормативной величине 45 дБА.

Часть обращений граждан, поступивших в Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, направлены по подведомственности в администрацию г. Перми (в основном это жалобы на нарушение тишины и покоя граждан в ночное время суток: шум от организаций, расположенных на цокольных, первых этажах жилых зданий и рядом с ними, от строительных, дорожных и уборочных работ), Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Пермского края, Управление ФАС по Пермскому краю, Инспекцию государственного жилищного надзора Перм-

ского края, ФГУ «1026-ЦГСЭН» Минобороны России (жалобы на авиационный шум), Управление Росприроднадзора по Пермскому краю, Инспекцию по экологии и природопользованию Пермского края. В администрацию г. Пермь были направлены, в том числе, жалобы жителей города (ул. Крупская, Петропавловская, Дзержинского, Коломенская, Красавинский мост) на транспортный шум с приложением результатов измерений уровней шума, не соответствующих санитарным нормам.

Напряженная акустическая обстановка остается на территориях жилой застройки, в жилых домах, расположенных в зоне влияния автомобильных, железнодорожных магистралей, линий городского электротранспорта, воздушных судов. В г. Перми в зоне влияния сверхнормативного уровня авиационного шума проживает население численностью 430 051 человек, зона акустического дискомфорта при воздействии шума автотранспорта занимает более 60 % селитебной территории города [7].

В связи с этим вопросы защиты жителей городов от шума, обусловленного автомобильным, авиационным и железнодорожным транспортом, являются весьма острой проблемой.

Изменение существующей неблагоприятной ситуации с авиационным шумом возможно путем изменения маршрутов взлета и посадки воздушных судов, сокращения времени эксплуатации воздушных судов в ночное время и строительства дополнительных взлетно-посадочных полос, предупреждения отклонения воздушными судами установленных маршрутов движения за счет внедрения в эксплуатацию системы контроля авиационного шума.

Для защиты населения и среды обитания от неустраняемого существующего транспортного шума целесообразно применять шумозащитные экраны, звукоизолирующее остекление фасадов зданий вблизи автомобильных и железнодорожных магистралей и железнодорожных линий городского электротранспорта, шумозащитные здания с ориентацией жилых комнат преимущественно в сторону внутриквартальной территории, шумозащитные посадки деревьев и т.п.

Для исключения или минимизации генерации железнодорожного шума следует проводить модернизацию конструкций подвижного состава, путевых сооружений. Наиболее эффективное решение – замена источника шумового воздействия, реализация приоритетного развития малозумных видов транспорта (например монорельсового).

Для снижения железнодорожного шума применяются: устранение износа и дефектов поверхности катания колес; шлифовка рельсов, уложенных в пути; повышение гибкости системы буксового рессорного подвешивания тележек; замена стыкового пути на бесстыковой, применение резиновых подрельсовых прокладок, совершенствование тормозной системы транспортных средств, ограничение скоростей движения в районах городской застройки, применение глушителей шума на тепловозных силовых установках, запрет мощных звуковых сигналов, установка вдоль пути шумопоглощающих и шумоотражающих экранов [2].

Для разгрузки центра города от автотранспорта и нормализации шумовой обстановки следует выполнять следующие мероприятия: строительство транспортных развязок, автомобильных дорог в обход центра города, строительство, реконструкция и ремонт автомобильных дорог, мостов, эстакад, транспортных развязок, трамвайных путей.

В целях снижения транспортной шумовой нагрузки крупнейшие города мира уже выбрали наиболее оптимальный для себя вариант решения дорожно-транспортной задачи. В Сингапуре и Гонконге ключевыми методами борьбы с транспортными заторами стали высокие пошлины и налоги на автомобили, квотирование количества регистрационных знаков, платный въезд в центр города, а также высокая стоимость топлива и парковки. Лондон, Париж, Сеул, Стокгольм и ряд других крупных городов сделали ставку на развитие и стимулирование использования общественного транспорта в сочетании с выборочными мерами по дестимулированию использования личных транспортных средств [5].

### Список литературы

1. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, А.Ю. Попова, В.Б. Алексеев, О.В. Долгих [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2014.
2. Анализ эффективности шумозащитных мероприятий на железнодорожном транспорте / Ю.А. Холопов, Ю.Н. Хмельницкий, Б.В. Мусаткина // Защита от повышенного шума и вибрации: сб. докл. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 19–21 марта 2019 г. / под ред. Н.И. Иванова. – СПб., 2019. – С. 710–717.
3. К оценке рисков для здоровья при воздействии шума в рамках обоснования санитарно-защитной зоны крупного аэропорта / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.Н. Кошурников, С.В. Клейн // Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами: материалы всерос. науч.-практ. конф. / под ред. А.Ю. Поповой. – Пермь, 2017. – С. 119–122.
4. Комплексная оценка состояния здоровья населения, проживающего в условиях сочетанного воздействия шума и химических факторов риска, обусловленных деятельностью крупного авиационного узла / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, С.В. Клейн, Д.Н. Кошурников, С.А. Вековщина, В.М. Чигвинцев // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 10. – С. 12–16.
5. Лагутина Н.В., Новиков А.В., Сумарукова О.В. Оценка изменения уровня шума от наземного транспорта г. Москвы // Защита от повышенного шума и вибрации: сб. докл. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 19–21 марта 2019 г., под ред. Н.И. Иванова. – СПб., 2019. – С. 533–541.
6. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. – 888 с.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2017 году: Государственный доклад. – Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2018. – 271 с.
8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.

## Оценка загрязнения почв на территории города Казани: подход на основе вероятностной оценки риска здоровью детского населения<sup>1</sup>

**Н.В. Степанова, С.Ф. Фомина**

Институт фундаментальной медицины и биологии  
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
г. Казань, Россия

Рассматривается загрязнение почв отдельных районов (зон) г. Казани химическими веществами по данным социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» за 2010–2016 гг. Представлены результаты комплексной оценки загрязнения и риска для здоровья детского населения в возрасте 3–6 лет с использованием региональных факторов экспозиции. Загрязнение почв исследуемых зон тяжелыми металлами и нефтепродуктами не превышает установленных регламентов. Результаты показали неравномерное распределение поллютантов на территории города. Уровень суммарный неканцерогенного риска (*ТНН* 1,0 и менее) соответствует целевому уровню риска. Максимальный вклад в *ТНН* обусловлен кожным поступлением нефтепродуктов (от 94,0 до 98,9 %). Основная неопределенность обусловлена подходами к оценке риска нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** почва, тяжелые металлы, нефтепродукты, оценка риска, дети.

Среди факторов внешней среды, формирующих риск здоровью населения, значительную часть составляют химические загрязнители, в частности соединения тяжелых металлов (ТМ) и нефтепродукты. Из-за своей высокой миграционной способности, склонности к биоаккумуляции, биомагнификации и политропности металлы представляют опасность для человека не только при непосредственном воздействии на организм, но и через влияние на санитарно-гигиенические показатели окружающей среды [16]. Загрязнение почвы нефтепродуктами является наиболее опасным по сравнению с прочими химическими загрязнениями, что связано с высокой токсичностью и миграционной способностью отдельных компонентов [3]. Особенно актуальна эта проблема для промышленно развитых регионов и городов страны, характеризующихся сочетанием техногенного и природно-обусловленного воздействия тяжелых металлов и нефтепродуктов на население. Возможные источники загрязнения почвы химическими веществами и ТМ включают в себя атмосферные осадения пыли и аэрозолей, выбросы транспортных средств и различные виды промышленной деятельности [6]. В последние годы почвы были оценены в качестве диагностического инструмента условий окружающей среды, которые оказывают существенное воздействие на здоровье человека. Особую актуальность представляет данный вопрос для чувствительных групп населения, к которым относятся дети в возрасте 3–6 лет. Зависимость «доза – эффект» и «доза – ответ» у детей до 6 лет из-за различий от старших детей и взрослых в структурных, функциональных и поведенческих характеристиках, обуславливает их большую уязви-

---

<sup>1</sup> Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности 19.9777.2017/8.9.

мость при экспозиции к химическим веществам [10, 21]. Несмотря на многочисленные исследования, пытающиеся дать количественную оценку факторов воздействия, относящихся к оценке риска для детей во время игровой деятельности, существует значительная вариабельность в численных результатах [22, 23]. Важным является и учет наиболее значимых маршрутов и путей, которые определяются возрастными и физиологическими особенностями детей.

**Цель исследования** – провести пространственный анализ распределения химических веществ почвы в отдельных районах (зонах) и связанного с ним риска для здоровья детского населения в условиях городской среды.

**Материалы и методы.** Содержание химических соединений и элементов в почве оценивали по данным ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» (2010–2016 гг.). Исследования проведены с использованием хроматографического (ДДТ и его метаболиты, ГХЦГ), инверсионно-вольтамперометрического (кадмий, свинец, медь, цинк), потенциометрического (нитраты), расчетного (сера элементарная) методов и ИК-спектроскопии (нефтепродукты). Оценка неканцерогенного риска осуществлялась согласно руководству по оценке риска для здоровья населения (Р 2.1.10.1920-04) и Агентства по охране окружающей среды US EPA [12, 23, 24]. Оценка экспозиции химических веществ пероральным путем проводилась по хроническому суточному потреблению (ADDch) с использованием стандартных формул. При расчете использовалась информация о максимальных концентрациях загрязняющих веществ, соответствующих верхней границе статистического доверительного интервала 95%-ной вероятностной обеспеченности, поскольку именно на этот критерий ориентированы потенциалы рисков, референтные дозы и концентрации, применяемые для оценки зависимости «доза – эффект». Оценка риска включала ингаляционный, пероральный и накожный пути поступления. Экстраполяция значений  $RfD$  с перорального пути поступления на условия накожного воздействия рассчитывались по формуле (1):

$$RfDd = RfDo \cdot GIABS \quad (1),$$

где  $RfDd$  – поглощенная доза при накожном воздействии, мг/кг;  $RfDo$  – референтная доза при хроническом пероральном поступлении, мг/кг;  $GIABS$  – коэффициент всасывания в желудочно-кишечном тракте.

Расчет площади поверхности детей 3–6 лет проводился по формуле (2).

$$SA = 0,007184 \cdot W \text{ (kg)}^{0,425} \cdot H \text{ (cm)}^{0,725}, \quad (2)$$

где  $SA$  – площадь поверхности тела, м<sup>2</sup>;  $W$  – масса тела, кг;  $H$  – длина тела (рост), см.

Площадь поверхности отдельных частей тела детей в возрасте 3–6 лет вычислялась в процентах от общей площади тела: головы – 8,0 %, руки (до кисти) – 41,2 %, кисти рук – 4,9 %, ноги до стоп – 25,7 %, стопы – 6,4 % [20]. Региональные факторы экспозиции (РФЭ) на уровне медианы 95-го перцентиля (95P) были установлены по результатам анкетированного опроса родителей, бабушек и нянь [17]. Оценка проводилась в соответствии с классификацией уровней риска [13]. В исследование были включены Zn, Pb, Cd, As, Cu, Ni, нитраты (по азоту) и нефтепродукты как потенциальные загрязнители в отношении здоровья человека.

Общепризнанным критерием гигиенической оценки безопасности воздействия факторов окружающей среды на условия проживания и здоровье населения являются



предельно допустимые концентрации (ПДК), а при отсутствии норматива – фоновое содержание изучаемых веществ. Действующие в России величины ПДК и ОДК загрязняющих веществ в почвах включают в себя лишь 8 ТМ (ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2511-09) [4]. По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» [9] на сегодняшний день рассматривается загрязнение почв только по 13 ТМ. Согласно ГН 2.1.7.2511–09, среднегодовые концентрации всех исследуемых веществ на уровне медианы и 95-го перцентиля в пяти зонах г. Казани не превысили значения ОДК. Концентрации химических веществ в образцах почвы по зонам города представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание исследуемых химических веществ почвы на территории районов (зон) г. Казани, мг/кг сухой почвы

Вещество	1-я зона		2-я зона		3-я зона		4-я зона		5-я зона	
	<i>M</i>	<i>95P</i>	<i>M</i>	<i>95P</i>	<i>M</i>	<i>95P</i>	<i>M</i>	<i>95P</i>	<i>M</i>	<i>95P</i>
Аммиак (по азоту)	0	0	0	0	0	0	0	0	83,9	83,9
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	16,57	14,4	97,08	73,95	78,68	59,975	55,5	33,65	116,5	120,5
Сера элементарная	3,029	0	0,65	0	7,92	0	5,2	0	1,7	0
Сульфаты	9,071	0	8,59	0	23,71	0	15,57	0	5,11	0
Кадмий	0,216	0,185	25,7	0	0,43	0,27	0,184	0,2	0,283	0,23
Мышьяк	0	0	0,399	0,22	0	0	0	0	0	0
Фтор	–	–	–	–	0	0	23,89	23,89	–	–
Ртуть	0,708	0,03	0,011	0	0,025	0	0,020	0	0,073	0,068
Свинец	2,294	1,98	4,434	2,37	4,195	2,675	1,672	1,55	2,959	1,97
Медь	0,67	0,29	3,691	2,36	2,459	2,5	1,531	1,47	2,121	1,32
Цинк	7,221	5,88	14,42	7,645	8,61	5,595	5,742	3,415	12,55	9,29
Хлориды	12,78	0,15	23,57	32,5	21,2	25,4	29,3	18,4	17,2	20,3
pH	9,258	7,74	7,49	7,4	7,513	7,62	7,49	7,55	7,53	7,35
Обменный аммоний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Нефтепродукты (суммарно)	550	67,5	888,2	551,1	829,5	618,8	633,05	281,5	797,404	756,25

Гигиенический норматив ПДК в почвах разработан для отдельных фракций нефтепродуктов: бензина (ПДК 0,1 мг/кг), бенз(а)пирена (ПДК 0,02 мг/кг), бензола, толуола, ксилола (ПДК 0,3 мг/кг) [1, 8]. Однако для суммарного содержания нефти в почве ПДК не установлено. В Республике Татарстан (РТ) постановлением главного государственного санитарного врача «О введении в действие ПДК нефтепродуктов в почвах Республики Татарстан» № 18 от 14.07.1998 г. установлен гигиенический норматив ПДК нефтепродуктов в почве – 1,5 г/кг [10]. Для почв РТ, по данным ежегодника «Загрязнение почв РФ токсикантами промышленного происхождения в 2013 году», этот показатель для г. Казани равен 70 мг/кг [5]. Сравнение с вышеуказанными нормативами не выявило превышения концентраций нефтепродуктов в изученных зонах. По критериям оценки химического загрязнения почвы г. Казани относятся к категории «чистая» – содержание химических веществ в почве не превышает фоновое, но и не выше ПДК (ОДК). Результаты оценки неканцерогенного риска в пяти зонах г. Казани (в соответствии с точками мониторинга: 1-я – Тепоконтроль, 2-я – Советский район; 3-я – Вахитовский район, 4-я – Горки и 5-я – Кировский район) при пероральном поступлении показали, что уровень суммарного некан-

церогенного риска (*HI*) соответствует минимальному уровню (1,0 и менее). Коэффициенты опасности (*HQ*) для отдельных веществ не превысили минимального (целевого) уровня. Ранжирование химических веществ по вкладу в суммарный уровень риска выявило общую закономерность в четырех зонах (кроме 3-й): основной вклад от 84,0 до 93,5 % определяется долей нефтепродуктов. Особенно выделяется 3-я зона (Вахитовский район), где основной вклад в суммарный уровень риска вносят свинец (Pb) – 51,4 %, кадмий (Cd) – 36,9 %, ртуть (Hg) – 3,53 %, нефтепродукты и медь (Cu) – 2,6 %. Доля вклада остальных веществ составляет не более 1,2–2,1 % (табл. 2).

Таблица 2

Оценка неканцерогенного риска поступления химических веществ почвы пероральным путем

Вещество	1-я зона		2-я зона		3-я зона		4-я зона		5-я зона	
	<i>HQ</i>	%	<i>HQ</i>	%	<i>HQ</i>	%	<i>HQ</i>	%	<i>HQ</i>	%
Аммиак (по азоту)	0	0	–	–	–	–	3,9E-07	0,15	2,8E-07	0,09
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	1,2E-07	0,05	6,8E-07	0,19	5,5E-07	2,1	–	0	8,2E-07	0,26
Сера элементарная	–	0	–	0	–	0	–	0	0	0
Сульфаты	–	0	–	0	–	0	4,1E-06	1,58	0	0
Кадмий	4,9E-06	1,99	–	0	9,7E-06	36,9	0	0	6,4E-06	1,99
Мышьяк	0	0	8,9E-06	2,50	0	0	1,3E-05	5,13	0	0
Фтор	–	–	–	–	0	0	7,6E-07	0,29	2,7E-06	0,86
Ртуть	2,8E-05	10,8	4,04E-07	0,11	9,2E-07	3,5	5,4E-06	2,05	9,49E-06	2,97
Свинец	7,4E-06	3,0	1,4E-05	3,97	1,3E-05	51,4	4,3E-07	0,16	5,9E-07	0,19
Медь	1,9E-07	0,08	1,04E-06	0,29	6,9E-07	2,6	2,2E-07	0,08	4,7E-07	0,15
Цинк	2,7E-07	0,11	5,4E-07	0,15	3,2E-07	1,2	3,9E-07	0,15	–	0
Нефтепродукты (суммарно)	0,0002	83,9	0,00033	92,8	5,9E-07	2,3	0,00024	90,56	0,0003	93,5
<i>HI</i>	0,00025	100	0,00036	100,0	2,6E-05	100,0	0,00026	100,0	0,00032	100,0

Определенная вариация, в отличие от других зон, отмечается по валовой форме ртути (Hg) в 1-й зоне, составляя до 10,0 % вклада в суммарный индекс опасности. Ранжирование зон по суммарному индексу опасности при пероральном пути поступления определило следующий порядок зон по убыванию: первое и второе место занимают Советский и Кировский районы, которые всегда характеризовались высоким уровнем развития промышленности и производства; третье и четвертое место занимают условно выбранные зоны Горки и Теплоконтроль (*HI* 2.45E-05 – 2.62E-05). И на последнем месте – Вахитовский район, который отличается спецификой и долей вклада ТМ (Pb, Cd, Hg) и нефтепродуктов в суммарный уровень риска. Ввиду того, что центральная часть города характеризуется наибольшей интенсивностью транспортных потоков и низкой пропускной способностью старой городской застройки, это может объяснить высокие концентрации Pb в почве, превышающие по уровню в 2,0–2,5 раза таковые в других зонах. Как известно, уровень техногенного загрязнения почв характеризуется достаточно большой стабильностью на протяжении многих лет и столетий, что, возможно, объясняет более высокий уровень загрязнения во 2-й и 4-й зонах. Полученные результаты свидетельствуют о минимальном уровне неканцерогенного риска (*HI* 1,0 и менее) для здоровья детского населения города при пероральном поступлении химических веществ, не зависимо от зоны проживания.

Оценка неканцерогенного риска накожным путем проводилась в соответствии с рекомендациями Агентства по охране окружающей среды США (U.S. Environmental Protection Agency (EPA)) [23, 24]. Суммарный риск при накожном поступлении химических веществ почвы определялся как сумма воздействия на отдельные части тела ребенка (табл. 3, 4). Длительность воздействия (экспозиции) на уровне 95-го перцентиля составила 100 дней для головы, 130 дней для рук, 150 дней для кистей и 80 дней для ног и стоп.

Таблица 3

Оценка неканцерогенного риска поступления химических веществ почвы накожным путем в 1-й зоне (Теплоконтроль) г. Казани

Вещество	<i>HQ</i> , голова	<i>HQ</i> , руки	<i>HQ</i> , кисти	<i>HQ</i> , ноги	<i>HQ</i> , стопы	<i>HI</i> , сумма
Аммиак (по азоту)	–	–	–	–	–	–
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	2,36E-07	5,36E-07	2,14E-07	6,05E-07	1,51E-07	1,74E-06
Кадмий	0,00039	0,00089	0,00036	0,001	0,00025	0,0029
Мышьяк	–	–	–	–	–	–
Фтор	–	–	–	–	–	–
Ртуть	0,00078	0,00175	0,0007	0,00197	0,00049	0,0057
Свинец	1,49E-05	3,39E-05	1,35E-05	3,83E-05	9,58E-06	0,0001
Медь	6,69E-07	1,52E-06	6,07E-07	1,72E-06	4,29E-07	4,94E-06
Цинк	5,48E-07	1,25E-06	4,97E-07	1,41E-06	3,52E-07	4,05E-06
Нефтепродукты (суммарно)	0,042	0,095	0,038	0,107	0,0279	0,308
<i>HI</i>	0,043	0,098	0,039	0,110	0,028	0,317
%	13,53	30,77	12,28	34,74	8,69	–

Таблица 4

Результаты оценки неканцерогенного риска кожного воздействия химических веществ почвы в отдельных зонах г. Казани

Вещество	1-я зона		2-я зона		3-я зона		4-я зона		5-я зона	
	<i>HQ</i>	%	<i>HQ</i>	%	<i>HQ</i>	%	<i>HQ</i>		<i>HQ</i>	
Аммиак (по азоту)	–	–	–	–	–	–	2,85E-06	0,0007	4,15E-06	0,0009
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	1,74E-06	0,0005	1,02E-05	0,002	8,27E-06	0,0018	5,8E-06	0,002	1,23E-05	0,0027
Кадмий	0,0029	0,92	–	0	0,006	1,23	0,003	0,68	0,0038	0,843
Мышьяк	–	–	0,0054	1,07	0	0	0	0	0	0
Фтор	–	–	0	0	0	0	0,007	1,84	0,00059	0,13
Ртуть	0,0057	1,79	8,6E-05	0,017	0,0002	0,042	0,0002	0,045	0,00014	0,031
Свинец	0,0001	0,035	0,0002	0,042	0,0002	0,043	8,04E-05	0,022	1,57E-05	0,0035
Медь	4,94E-06	0,0016	2,73E-05	0,0054	1,8E-05	0,004	1,14E-05	0,003	7,04E-06	0,0016
Цинк	4,05E-06	0,0013	8,08E-06	0,0016	4,8E-06	0,001	3,22E-06	0,0009	4,15E-06	0,0009
Нефтепродукты (суммарно)	0,308	97,26	0,49	98,86	0,465	98,7	0,355	97,4	0,45	98,7
<i>HI</i>	0,317	100,0	0,504	100,0	0,471	100,0	0,365	100,0	0,471	100,0

Величина суммарного неканцерогенного риска при дермальном пути воздействия химических веществ почвы в 1-й зоне соответствует минимальному уровню

риска ( $HI = 0,317$ ). Основное поступление до 43 % приходилось на руки и ноги, учитывая, что сценарий включал летние месяцы (с июня по август) изучаемого периода. Уровень суммарного риска в других зонах варьируется от 0,365 в 4-й зоне до максимального – 0,504 во 2-й зоне (табл. 4).

Коэффициенты опасности отдельных веществ не превысили минимального уровня, кроме нефтепродуктов,  $HQ$  которых составляет 0,308 в 1-й зоне и наибольшее значение 0,49 определяется во 2-й зоне, что соответствует допустимому уровню риска. Основной вклад в суммарный уровень неканцерогенного риска при дермальном пути поступления химических веществ во всех зонах обусловлено на 97,2–98,86 % нефтепродуктами. Это, по нашему мнению, связано с неопределенностью в процессе оценки воздействия нефтепродуктов и означает, что традиционные подходы к оценке риска для них (при ингаляционном и кожном путях поступления) в значительной степени неуместны. На сегодняшний день значение перорального референтного уровня нормируется только в РФ, в отличие от стандартов питьевой воды ЕС, ВОЗ и других стран. Самое широкое применение нефтепродукты получили в качестве топлива, включая бензин, дизельное и авиационное топливо и топочный мазут. В соответствии с рекомендациями ВОЗ к нефтяным углеводородам должен предусматриваться прагматичный подход к оценке возможных рисков для здоровья [17]. Целесообразным считается рассматривать серию фракций четырех ПАУ (бензо(а)пирен, бенз(а)антрацен, бензо(б)флуорантен и дибенз(а)антрацен). Предложенный выше подход может обеспечить надежную основу для оценки потенциальных рисков для здоровья, связанных с загрязнением нефтепродуктами. Считается, что выделение 10 % из  $RfDs$  для каждой из фракций в почве обеспечит резерв для потенциальной аддитивной токсичности, а также одновременной экспозиции из других источников (вода и воздух в районах нефтедобычи, к которым относится РТ). Оценка неканцерогенного риска поступления химических веществ почвы ингаляционным путем позволила выявить структуру вклада веществ, определивших величину суммарного риска (табл. 5).

Таблица 5

Результаты оценки неканцерогенного риска при ингаляционном пути поступления химических веществ почвы в отдельных зонах г. Казани

Вещество	1-я зона		2-я зона		3-я зона		4-я зона		5-я зона	
	$HQ$	%	$HQ$	%	$HQ$	%	$HQ$	%	$HQ$	%
Аммиак (по азоту)	0	0	–	–	–	–	1,26E-07	0,52	1,9E-07	0,55
Кадмий	2,45E-06	16,1	4,5E-06	8,2	4,88E-06	12,4	2,1E-06	8,75	3,2E-06	9,3
Мышьяк	–	0	–	0	0	–	0	0	0	0
Фтор	–	–	–	–	–	–	1,6E-07	0,7	–	0
Ртуть	5,35E-07	3,5	8,2E-09	0,014	1,87E-08	0,05	1,5E-08	0,06	5,5E-08	0,2
Свинец	1,04E-06	6,85	2,01E-06	3,7	1,9E-06	4,8	7,6E-07	3,2	1,3E-06	3,9
Медь	7,6E-06	49,9	4,2E-05	76,3	2,79E-05	70,6	1,7E-05	72,6	2,4E-05	69,5
Цинк	1,82E-06	11,9	3,6E-06	6,62	2,17E-06	5,5	1,5E-06	6,1	3,2E-06	9,1
Нефтепродукты (суммарно)	1,76E-06	11,65	2,84E-06	5,2	2,7E-06	6,7	2,02E-06	8,5	2,6E-06	7,4
$HI$	1,52E-05	100,0	5,5E-05	100,0	3,9E-05	100,0	2,4E-05	100,0	3,5E-05	100,0

Результаты оценки неканцерогенного риска при ингаляционном пути поступления химических веществ почвы в отдельных зонах г. Казани свидетельствуют о минимальном уровне риска во всех зонах: суммарные коэффициенты опасности находятся в диапазоне от  $1,52E-05$  (1-я зона) до  $5,5E-05$  (2-я зона). Основные различия между зонами определялись по вкладу меди в *HI*: максимальные значения определялись во 2, 3, 4-й и 5-й зонах (76,3; 72,6; 70,6 и 69,5 % соответственно). Определенные особенности выявлены в 1-й зоне, где доля меди составила 49,9 %, кадмия 16,1 % и цинка 11,9 %. Вклад нефтепродуктов в суммарный уровень риска колеблется от 5,2 % во 2-й зоне и до 11,65 % в 1-й зоне. Ранжирование зон по уровню суммарного риска при ингаляционном пути поступления химических веществ с почвой определило по убыванию: первое и второе место занимают Советский и Вахитовский районы, которые всегда характеризовались высоким уровнем автотранспортной нагрузки в условиях старой застройки. Третье и четвертое место занимают условно выбранные зоны Горки и Кировский район (*HI*  $2,38E-05$  и  $3,46E-05$ ). И на последнем месте – старопромышленный центр города (Теплоконтроль), который отличается по спектру и доле вклада Cd, Zn, Cu, Pb и Hg. Комплексная оценка неканцерогенного риска с учетом всех путей, определила основным (от 94,5 до 99,0 %) кожный путь поступления химических веществ с почвой во всех зонах города (табл. 6).

Таблица 6

Комплексная оценка неканцерогенного риска поступления химических веществ почвы в отдельных зонах г. Казани

Путь поступления	<i>HI</i> 1-я зона	<i>HI</i> 2-я зона	<i>HI</i> 3-я зона	<i>HI</i> 4-я зона	<i>HI</i> 5-я зона	<i>TNI</i>
Пероральный	0,00025	0,00036	$2,62E-05$	0,00026	0,00032	0,00121
Ингаляционный	$1,52E-05$	$5,49E-05$	$3,95E-05$	$2,39E-05$	$3,56E-05$	0,00017
Накожный	0,316	0,504	0,471	0,364	0,452	2,108
<i>TNI</i>	0,317	0,504	0,472	0,365	0,452	<b>2,110</b>
% от <i>TNI</i>	15,04	23,90	22,35	17,29	21,43	–

Оценка доли вклада отдельных зон на территории города в суммарную величину риска с учетом всех путей поступления химических веществ выделила две зоны: 2-я зона (Советский район) и 3-я зона (Вахитовский район), занимающих первые ранговые места по уровню риска. Полученные результаты свидетельствуют о минимальном уровне суммарного неканцерогенного риска (*TNI* 1,0 и менее) для здоровья детского населения города при комплексном поступлении химических веществ, не зависимо от зоны проживания. Результаты показали, что исследуемые элементы почвы в этих зонах (районах) г. Казани отличаются различной интенсивностью поступления на поверхность почв с техногенными выбросами и от автотранспорта. Об этом свидетельствует несимметричное расположение центральных квартилей, смещение медианы относительно их центра в отдельных зонах. Наиболее это характерно для Hg, Cd, Pb и нефтепродуктов и в меньшей степени – для Cu, Zn (в 1-й и 3-й зонах) и фтора (в 4-й зоне). Загрязнение почвы химическими веществами в условиях старопромышленного региона может быть связано не только с атмосферными выбросами предприятий, действующих в черте данного города или вблизи него, но также с отдаленным переносом выбросов и следовым загрязнением от предприятий, давно прекративших существование, что имеет особо важное

значение для детского населения зоны Теплоконтроль и Кировского районов. Несмотря на то что валовое содержание ТМ является одним из основных показателей, применяемых при изучении химического загрязнения почв, многими исследованиями показано, что изучение только этого содержания в почвах является недостаточным [2, 7]. Наличие разных форм соединений ТМ, отличающихся как по подвижности, так и по механизмам закрепления в почве, определяет степень их экологической опасности и требует детального изучения. Нефть представляет собой сложную смесь углеводородов с примесью различных соединений, которые могут биоаккумулироваться (накапливаться в организме), обладают острой токсичностью, мутагенными и канцерогенными действиями [4, 18]. Особенно интенсивному загрязнению углеводородами подвержены почвы, в них ежегодно по разным причинам попадает 20–30 млн тонн углеводородов и еще 50–90 млн тонн поступает из атмосферы при сжигании нефтепродуктов [2, 6]. Исследования показывают накопление в нефтезагрязненных почвах в значительных концентрациях свинца и никеля и отмечают, что в результате загрязнения почв в биологический круговорот включаются новые, чуждые для природных экосистем вещества, в том числе канцерогенные [13]. Это убедительно свидетельствует о необходимости пересмотра подходов к оценке возможных рисков для здоровья, связанных с нефтяными углеводородами, на основе новых научных данных. В настоящее время в РФ не разработаны единые критерии оценки уровня загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами, что является основной причиной неопределенностей, возникающих в процессе риска для здоровья населения. Учитывая привычки детей и повседневную деятельность, они подвергаются большему воздействию через почву пероральным путем, через кожный контакт и вдыхание воздуха. Возрастные особенности детского организма, делают детей более уязвимыми к воздействию химических веществ почвы: они ближе находятся к земле и поэтому живут в более пыльной и загрязненной окружающей среде; часто контактируют с окружающими предметами с помощью рта и непреднамеренно и/или нарочно проглатывают значительные количества почвы [10]. В возрасте 3–6 лет у детей увеличивается деятельность на открытом воздухе и активность «руки – рот» уменьшается, но большое количество царапин и порезов в процессе игры может нарушать барьерную функцию кожи, увеличивая проницаемость кожных покровов детей для многих химических веществ. Полученные в ходе исследования результаты показали неравномерное распределение поллютантов на территории города. Были выделены районы с особенностями техногенных геохимических аномалий, формирующимися в старопромышленных и транспортных функциональных зонах и в селитебных зонах. Показано, что практически во всех городах с умеренно опасной, опасной, очень опасной и чрезвычайно опасной экологической ситуацией приоритетным элементом-загрязнителем является Cd, иногда уступая Pb и Zn [7, 16]. Подобная ситуация отмечается в Вахитовском и Советском районах города и зоне Теплоконтроль. Несмотря на снижение за последние двадцать лет выбросов промышленности и автотранспорта в почвах г. Казани уменьшились в 3–5 раз средние концентрации Hg, Zn и Mn при одновременном, в 2–3 раза, увеличении аномальности концентраций Pb, Cu, As и Cd из-за роста контрастности техногенных геохимических аномалий рядом с промышленными предприятиями, автомобильными дорогами и железными узлами [6, 14, 16].

Основное ограничение нашего исследования обусловлено наличием доступных данных, которые только с большей долей вероятности отражают пространствен-

ное распределение химического загрязнения почв отдельных районов по результатам вероятностной оценки риска. Отсутствие возможности определения содержания кислоторастворимых и подвижных форм ТМ, как и использования результатов последовательного фракционирования ТМ (которое получает сегодня большую распространенность), не позволяет корректно оценить долю техногенного вклада загрязняющих почву веществ. Несоответствие широких возможностей, предоставляемых современными высокочувствительными многоэлементными методами анализа, и устаревшая нормативно-методическая база мешают получению объективной картины состояния окружающей среды в условиях изменяющегося техногенного воздействия городов.

### Список литературы

1. Воеводина Т.С., Русанов А.М., Васильченко А.В. Влияние нефти на химические свойства чернозема обыкновенного Южного Предуралья // Вестник ОГУ. – 2015. – № 10 (185). – С. 157–161.
2. Гармонизация гигиенических нормативов для приоритетных загрязнений почвы с международными рекомендациями / И.А. Крятов, Н.И. Тонкопий, М.А. Водянова, О.В. Ушакова, Л.Г. Донерьян, И.С. Евсева, И.С. Матвеева, Д.И. Ушаков // Гигиена и санитария. – 2015. – № 94 (7). – С. 42–48.
3. Гигиеническое обоснование нормативов ПДК нефтепродуктов в почвах Республики Беларусь / В.М. Рубин, И.И. Ильюкова, Л.М. Кремко, Ю.А. Присмотров, А.С. Самсонова, И.К. Володько, О.В. Лукашев // Гигиена и санитария. – 2013. – № 2. – С. 99–101.
4. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. – М., 2009.
5. Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2013 г.: ежегодник. – Обнинск: ФГБУ ВНИИГМИ-МДЦ, 2014. – 114 с.
6. Касимов Н.С. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния. – М., 2014. – 560 с.
7. Касимов Н.С., Власов Д.В. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах российских городов (по данным ежегодных докладов Росгидромета) // Вестник московского университета. – Серия 5: География. – 2018. – № 3. – С. 14–22.
8. О разработке региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Ленинградской области / Л.Г. Бакина, Л.П. Капелькина, М.В. Чугунова [и др.] // Региональная экология. – 2010. – № 1–2 (28). – С. 33–40.
9. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. – М., 2017.
10. Оценка неканцерогенного риска для здоровья детского населения при потреблении питьевой воды / Н.В. Степанова, Э.Р. Валеева, С.Ф. Фомина, А.И. Зиятдинова // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 11. – С. 1079–1083.
11. Постановление Главного государственного санитарного врача по Республике Татарстан «О введении в действие предельно допустимой концентрации (ПДК) нефтепродуктов в почвах республики Татарстан» № 18 от 14.07.1998 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).

12. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 143 с.

13. Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска. – М., 2017. – 68 с.

14. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, О.О. Сеницына, Т.А. Шашина // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–11.

15. Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве на территории нефтедобывающих районов Республики Татарстан / Е.А. Тафеева, А.В. Иванов, А.А. Титова, И.В. Петров // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (10). – С. 939–941.

16. Степанова Н.В., Валеева Э.Р., Фомина С.Ф. Подходы к ранжированию городской территории по уровню загрязнения тяжелыми металлами // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 5. – С. 56–61.

17. Характеристика количественных значений региональных факторов экспозиции на исследуемых территориях / Ю.А. Рахманин, Т.А. Шашина, Т.Н. Унгуяну, С.М. Новиков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2012. – № 6. – С. 30–33.

18. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: Pollution and health risk assessment / Z. Li, Z. Ma, T.J. van der Kuijp, Z. Yuan, L. Huang // Science of The Total Environment. – 2014. – Vol. 468–469. – P. 843–853.

19. Associations between standardized school performance tests and mixtures of Pb, Zn, Cd, Ni, Mn, Cu, Cr, Co, and V in community soils of New Orleans / S. Zahran, Howard W. Mielke, S. Weiler, L. Hempel, Kenneth J. Berry, Christopher R. Gonzales // Environmental Pollution. – 2012. – Vol. 169. – P. 128–135.

20. Contamination features and health risk of soil heavy metals in China / H. Chen, Y. Teng, S. Lu, Y. Wang, J. Wang // Science of The Total Environment. – 2015. – Vol. 512–513. – P. 143–153.

21. Overview of the Development of the Korean Exposure Factors Handbook / J. Jae-Yeon, J. Soo-Nam, K. So-Yeon, M. Hyung-Nam [et al.] // Journal of Preventive Medicine and Public Health. – 2014. – Vol. 47, № 1. – P. 1–6.

22. Risk Assessment for Children Exposed to Beach Sands Impacted by Oil Spill Chemicals / J.C. Black, J.N. Welday, B. Buckley, A. Ferguson, P.L. Gurian, K.D. Mena, I. Yang, E. McCandlish, H.M. Solo-Gabriele // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2016. – Vol. 13 (9). – P. 853. DOI: 10.3390/ijerph13090853

23. U.S. EPA. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report) [Электронный ресурс] // U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-09/052F, 2011. – URL: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252> (дата обращения: 10.03.2019).

24. Child-Specific Exposure Scenarios Examples EPA/600/R-14/217F 2014 [Электронный ресурс]. – URL: [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?dirEntryId=262211&Lab=NCEA](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=262211&Lab=NCEA) (дата обращения: 10.03.2019).

25. WHO/SDE/WSH/05.08/123. Petroleum Products in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking – water Quality. [Электронный ресурс]. – Geneva, 2008. – 20 p. – URL: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/Petroleum%20Productsrev071105.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/Petroleum%20Productsrev071105.pdf) (дата обращения: 10.03.2019).



## **Выбор приоритетных загрязнителей и точек контроля атмосферного воздуха, подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю, в промышленном городе с производством металлургического глинозема**

**И.В. Тихонова<sup>1</sup>, Д.В. Горяев<sup>1</sup>,  
М.А. Землянова<sup>2</sup>, С.Ю. Балашов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Управление Роспотребнадзора по Красноярскому краю,  
г. Красноярск, Россия

<sup>2</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,  
г. Пермь, Россия

Для повышения эффективности проведения контроля атмосферного воздуха в условиях промышленной территории с размещением крупного производства металлургического глинозема в рамках программы социально-гигиенического мониторинга по приоритетным веществам, формирующим риски здоровью, в зонах воздействия объектов чрезвычайно высокой, высокой и значительной категории риска сформирован конкретный перечень мониторируемых компонентов; частота наблюдений, содержание программ их лабораторного сопровождения с учетом категории риска хозяйствующих субъектов по причинению потенциального вреда здоровью.

**Ключевые слова:** загрязнение атмосферного воздуха, производство металлургического глинозема, приоритетные загрязнители, санитарно-эпидемиологический контроль.

Социально-гигиенический мониторинг (СГМ) как система выявления причинно-следственных связей между факторами окружающей среды и состоянием здоровья населения является одним из составляющих основных направлений деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Среди факторов окружающей среды особенно выделяется такой фактор риска для здоровья населения, как загрязнение атмосферного воздуха. За последнее десятилетие органами и организациями Роспотребнадзора проделана большая работа по разработке унифицированного перечня показателей мониторинга качества атмосферного воздуха для ведения социально-гигиенического мониторинга [1, 2]. При этом собираемая информация должна обеспечивать полноценную гигиеническую оценку факторов среды обитания, выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека, установление причин и выявление условий возникновения и распространения массовых неинфекционных заболеваний.

Имеющийся в настоящее время большой объем показателей многоплановой информации о загрязнении атмосферного воздуха не позволяет достичь ожидаемого эффекта по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в том числе в силу разрозненности подходов к установлению точек контроля и формированию программ мониторинга. Мониторинговые (инструмен-

тальные химико-аналитические) исследования являются дорогостоящими и требуют значительных материальных и трудовых затрат, при этом зачастую характеризуются отсутствием системности, однородности и универсальности предоставляемых результатов.

В этой связи организация сбора исходной информации (контроля) должна основываться на оптимальных стоимостных и информационных характеристиках, давая представление о потенциальной опасности для здоровья всего населения, проживающего на исследуемой территории. Первостепенным направлением является совершенствование методики обоснования количества и мест расположения точек мониторинга химических веществ на территории с учетом риска причинения вреда здоровью населения, санитарно-эпидемиологической обстановки, целесообразности наблюдения, выбора приоритетных загрязняющих веществ, частоты и условий отбора проб и пр.

**Целью исследования** являлось формирование оптимального по информационным характеристикам количества и расположения точек контроля атмосферного воздуха населенных мест для задач социально-гигиенического мониторинга в условиях промышленной территории с размещением крупного производства металлургического глинозема (на примере г. Ачинска Красноярского края).

**Материалы и методы.** Рассмотрены источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу основными отдельно взятыми промышленными предприятиями чрезвычайно высокой, высокой и значительной категорий потенциального риска причинения вреда здоровью населения г. Ачинска, включая предприятие с производством металлургического глинозема. Оценивали сведения о валовых выбросах в атмосферу загрязняющих химических веществ от стационарных источников согласно томам предельно допустимых выбросов (ПДВ) отдельных предприятий, включающие ведомость инвентаризации стационарных источников выбросов загрязняющих веществ. Расчеты рассеивания приземных концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых стационарными источниками, согласно «Методам расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (МРР-2017), выполняли с использованием УПРЗА «Эколог 4.50», УПРЗА «Эколог-средние».

Для характеристики состояния среды обитания населения Ачинска использованы сведения Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю, включающие обобщенные за период 2012–2017 гг. данные Федерального информационного фонда СГМ с перечнем точек контроля атмосферного воздуха ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае», ФГБУ «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края». Для статистической обработки и анализа данных использована программа Statistica.

Для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения выбор базовых показателей для натурального мониторинга факторов среды обитания проведен с учетом формируемых данными факторами параметров риска здоровью населения, в том числе отражающих диффузное загрязнение атмосферного воздуха, позволяющее рассчитать экспозицию и оценить влияние на здоровье населения. С использованием базы данных об источниках выбросов загрязняющих веществ с топографической привязкой к городской системе координат, наложенной на векторную карту города, в 6630 расчетных точках (узлах) регулярной сетки вычисляли

параметры риска. Рассчитывали канцерогенный и неканцерогенный острый и хронический риск в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух». Принимали условие, что каждая точка расчетной сетки характеризуется следующими показателями: коэффициентами опасности для острого ( $HQ_{acn}$ ) и хронического ( $HQ_{cm}$ ) воздействия, показателями индивидуального канцерогенного риска ( $CRi$ ), формируемых каждым веществом в отдельности.

При определении количества постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха на территории учитывали критерий численности населения: один пост – до 50 тысяч жителей, 2 поста – до 100 тысяч жителей, 2–3 поста – 100–200 тысяч жителей, 3–5 постов – 200–500 тысяч жителей, 5–10 постов – более 500 тысяч жителей, 10–20 постов (стационарных и маршрутных) – более 1 млн жителей.

Полученные результаты оценки в виде полей уровней рисков наносили на векторную карту исследуемой территории. Для задачи выбора точек контроля и программы наблюдения пространственно распределенные параметры риска подвергали процедуре кластерного анализа.

В результате выполненных исследований на территории г. Ачинска для каждого из хозяйствующих субъектов, включая предприятие с производством металлургического глинозема, было установлено два кластера, характеризующихся схожестью свойств по совокупности параметров – однородными значениями риска здоровью населения и точками размещения предлагаемых постов. Установленные репрезентативные точки размещения постов СГМ контроля качества атмосферного воздуха в зоне воздействия – это точки максимальной плотности населения, наибольшего уровня потенциального риска причинения вреда здоровью приоритетными хозяйствующими субъектами надзора при нарушении санитарного законодательства, наибольших параметров риска здоровью населения.

При сопоставлении адресной привязки предлагаемых постов с точками расположения существующих постов наблюдения воздуха в рамках оптимизации программы мониторинга на территории изучаемого промышленного города выявлена их сходимость и, как следствие, возможность использования информации, получаемой на уже существующих постах наблюдения. Это свидетельствует о необходимости урегулирования системы оперативного обмена информацией о качестве атмосферного воздуха между организациями Росгидромета и Роспотребнадзора.

Таким образом, в результате проведенных исследований (на примере г. Ачинска) установлены точки контроля качества атмосферного воздуха с адресной привязкой, характеризующих зону воздействия объектов чрезвычайно высокой, высокой и значительной категорий риска, включая предприятие с производством металлургического глинозема, которые были положены в основу сформированного плана лабораторных исследований на 2018–2019 гг. В рекомендуемых точках в рамках СГМ целесообразно проводить: оценку качества атмосферного воздуха по актуальным показателям содержания химических веществ, формирующих потенциальный риск причинения вреда здоровью населения в зоне воздействия; оценку остаточных рисков, связанных с воздействием химических веществ, формирующих потенциальный риск причинения вреда здоровью населения, при разработке и внедрении на предприятии мероприятий, направленных на достижение приемлемых рисков.

### Список литературы

1. Зайцева Н.В., Май И.В. Региональный опыт учета показателей риска для здоровья населения в задачах пространственного планирования // *Ars Administrandi. – Искусство управления.* – 2011. – № 2. – С. 30–39.
2. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. Оптимизация программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха селитебных территорий в системе социально-гигиенического мониторинга на базе пространственного анализа и оценки риска для здоровья населения // *Пермский медицинский журнал.* – 2010. – Т. 27, № 2. – С. 130–138.

## Оценка действующей системы гигиенических исследований объектов среды обитания на территории Арктической зоны Российской Федерации

**Н.А. Тихонова, Ю.А. Новикова,  
А.А. Ковшов, В.Н. Федоров**

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,  
г. Санкт-Петербург, Россия

Одной из основных стратегических государственных задач по устойчивому развитию Арктики является стабилизация демографических процессов, повышение эффективности мер по сохранению и укреплению здоровья населения, в том числе наиболее уязвимых групп коренного населения. В рамках СГМ проводится систематический анализ медико-демографической ситуации и контролируется состояние факторов среды обитания на территории субъектов АЗРФ.

**Ключевые слова:** Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ), социально-гигиенический мониторинг, факторы среды обитания, гигиенические исследования.

Одной из основных стратегических государственных задач, поставленных президентом и правительством Российской Федерации по устойчивому развитию Арктики, является стабилизация демографических процессов, повышение эффективности мер по сохранению и укреплению здоровья населения, в том числе наиболее уязвимых групп коренного населения<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 16.03.2019); Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 16.03.2019).

Реализация задач по освоению Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) (развитие промышленной, инженерной и транспортной инфраструктуры, создание рабочих мест, обустройство населенных пунктов) неразрывно связано с обеспечением безопасных условий труда и быта населения на территориях со значительными климатическими особенностями, влияющими, прежде всего, на сохранение здоровья и жизни людей, санитарно-гигиеническую и эпидемиологическую ситуацию [7].

Однако, несмотря на поставленные государственные задачи и предпринятые усилия по реализации социальных и инвестиционных программ, ключевые особенности и проблемы Арктики учитываются и решаются недостаточно неэффективно, что связано со следующими явлениями:

- экстремальными природно-климатическими условиями;
- очаговым характером промышленно-хозяйственного освоения территорий и низкой плотностью населения;
- существенным сокращением населения в макрорегионе;
- оттоком квалифицированных кадров и прибытием малоквалифицированной, социально не адаптированной рабочей силы;
- высокой ресурсоемкостью и зависимостью хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других регионов России;
- неразвитостью инфраструктуры, особенно энергетической и транспортной;
- высокой степенью износа основных фондов;
- экологической напряженностью на Арктических территориях, низкой устойчивостью экологических систем и их зависимостью даже от незначительных антропогенных воздействий;
- низкой социально-экономической защищенностью коренного населения [7].

Для Роспотребнадзора это означает необходимость формирования научно обоснованных управленческих решений по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия как коренного, так и пришлого населения, не адаптированного к условиям Севера [5].

Для объективного анализа санитарно-эпидемиологической обстановки, оценки риска здоровью населения АЗРФ и разработки мероприятий по профилактике заболеваемости необходимо обладать полной, достоверной и качественной информацией в области «среда – здоровье человека» [3, 6].

В рамках санитарно-гигиенического мониторинга (СГМ) на территории субъектов АЗРФ проводится систематический анализ медико-демографической ситуации и контролируется состояние факторов среды обитания. На основе накопленных данных, в том числе и результатов гигиенических исследований факторов среды обитания, формируются федеральный, региональные и местные информационные фонды данных СГМ, используемые как для оценки и прогноза ситуации, так и для принятия управленческих решений [1].

Несмотря на то что СГМ – это очень широкое понятие, в данной статье мы сосредоточились только на анализе факторов среды обитания.

Проведено ретроспективное исследование материалов Федерального информационного фонда (ФИФ) СГМ по разделам: атмосферный воздух населенных мест, санитарно-эпидемиологическая безопасность почвы населенных мест, питьевая вода систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения

с 2007 по 2017 г. Изучалась территориальная принадлежность постов наблюдения атмосферного воздуха и точек мониторинга почвы, питьевой воды, перечни исследуемых показателей и результаты лабораторных исследований в разрезе муниципальных образований АЗРФ.

Мониторинг факторов среды обитания на территории АЗРФ проводится в 690 точках (табл. 1).

Таблица 1

Количество точек СГМ по субъектам АЗРФ

Субъект	Площадь арктической территории, км <sup>2</sup>	Численность населения, чел.	Количество точек мониторинга		
			атмосферный воздух	почва	питьевая вода
Архангельская область	105 828,5	647 821	7	52	18
Республика Карелия	43 377	43 930	–	4	8
Республика Коми	29,7	80 061	2	7	18
Красноярский край	109 3747,2	227 220	9	2	19
Мурманская область	144 902	757 621	13	64	169
Ненецкий автономный округ	176 810	43 997	–	6	13
Чукотский автономный округ	721 481	49 348	2	82	82
Республика Саха (Якутия)	593 878,2	26 190	–	–	2
Ямало-Ненецкий автономный округ	769 250	538 547	9	53	49
Всего	3649 303,5	2414 735	42	270	378

В ФИФ СГМ отсутствует информация о результатах контроля качества атмосферного воздуха в арктических территориях Архангельской области и Чукотского автономного округа, что связано со сроками предоставления информации от Росгидромета в Управления Роспотребнадзора и сроками формирования ФИФ СГМ.

Основными источниками выбросов, обуславливающими преобладающий вклад в загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов АЗРФ, являются промышленные предприятия, занимающиеся добычей полезных и топливно-энергетических ископаемых, металлургические, химические, целлюлозно-бумажные производства. Нельзя забывать о котельных, являющихся основным источником загрязнения воздуха в малых населенных пунктах Арктики, и автотранспорте. Контролируется содержание обязательных показателей для мониторинга атмосферы – пыль, сернистый газ, оксид углерода, диоксид азота и специфические вещества, характерные для выбросов предприятий населенного пункта.

В Ненецком автономном округе, арктических территориях Республики Саха (Якутия) и Республики Карелия мониторинг атмосферного воздуха не ведется. На территории АЗРФ для оценки влияния качества атмосферного воздуха на здоровье населения в 2017 г. организовано 42 поста наблюдения, из них 37 в городских поселениях. В многочисленных малонаселенных поселках АЗРФ качество атмосферного воздуха не контролируется. Большинство постов наблюдения принадлежат Росгидромету (26). На арктических территориях Архангельской области, Республики Коми и Чукотского автономного округа есть только посты Росгидромета, на территории Мурманской области все посты принадлежат Росгидромету, за исключением одного в Мончегорске. Среди субъектов первое место по количеству организованных постов наблюдения занимает Мурманская область. Среди городских

поселений наибольшее количество постов расположено в городе Норильске (9), Мончегорске и Мурманске (по 3).

Перечень контролируемых показателей отличается по субъектам АЗРФ (табл. 2). Всего в 2017 г. исследовалось 20 наименований показателей, что значительно меньше, чем в 2007 г. (35).

Т а б л и ц а 2

Перечни контролируемых веществ в атмосферном воздухе при проведении СГМ

Субъект	Количество веществ	Контролируемое вещество
Архангельская область	13	Взвешенные вещества, азот (II) оксид, оксид углерода, диоксид серы, азот (IV) оксид, метилмеркаптан, сероводород, бенз(а)пирен, бензол, толуол, формальдегид, этилбензол, ксилол
Красноярский край	16	Азот (II) оксид, азот (IV) оксид, бенз(а)пирен, бензол, взвешенные вещества, гидроксibenзол (фенол), дигидросульфид (сероводород), кадмия оксид, кобальта оксид, марганец и его соединения, меди оксид, никель оксид, свинец и его неорганические соединения, серы диоксид, углерода оксид, формальдегид
Мурманская область	11	1,2-диметилбензол, 2-(2H-бензотриазол-2-ил-4-метил)гидроксibenзол, азот (IV) оксид, бенз(а)пирен, бензол, взвешенные вещества, свинец и его неорганические соединения, серы диоксид, углерода оксид, формальдегид, этилбензол
Республика Коми	7	Азот (II) оксид, азот (IV) оксид, взвешенные вещества, дигидросульфид (сероводород), серы диоксид, углерода оксид, формальдегид
Чукотский автономный округ	4	Взвешенные вещества, азот (IV) оксид, серы диоксид, азот (II) оксид
Ямало-Ненецкий автономный округ	7	Азот (II) оксид, азот (IV) оксид, взвешенные вещества, серы диоксид, углерод (сажа), углерода оксид, формальдегид

При выборе показателей, контролируемых в атмосферном воздухе, следует помнить о температурных ограничениях при проведении исследований. Например, минимальная температура атмосферного воздуха, при которой проводится отбор проб азота диоксида и серы диоксида – 0 °С, взвешенных веществ, углерода оксида – минус 10 °С.

Показатели состояния атмосферного воздуха за 11 лет в целом по АЗРФ характеризуются тенденцией к улучшению, почти для всех территорий качество атмосферного воздуха характеризуется как удовлетворительное, за исключением арктических территорий Красноярского края. В Чукотском автономном округе регистрировались единичные превышения.

Мониторинговые точки для контроля загрязнения почвы необходимо размещать на территориях детских образовательных организаций, игровых, спортивных, детских площадок селитебной территории, лечебно-профилактических учреждений, в зонах рекреаций. Для оценки влияния качества почв населенных мест на здоровье в каждой мониторинговой точке должно быть проведено не менее шести исследований в год на химические, бактериологические, паразитологические показатели и охватывать все сезоны года, что трудновыполнимо в условиях Арктики.

В рамках СГМ почва в населенных пунктах АЗРФ исследуется в 270 мониторинговых точках, из них 167 точек расположены в городских поселениях (62 % от

общего количества). На территории детских образовательных учреждений расположены 173 точки, из них 94 в городах. Больше всего точек контроля на территории Чукотского автономного округа и Мурманской области. В арктических территориях Республики Саха (Якутия), городском округе Норильск и Таймырском районе Красноярского края почва не исследуется (см. табл. 1).

Несмотря на значительное количество точек мониторинга в Чукотском автономном округе почва исследуется только на паразитологические показатели, в Ненецком автономном округе – на бактериологические и паразитологические. Кратность исследований в год соблюдена в арктических территориях Архангельской области и Республики Коми.

Практически во всех городах АЗРФ 100 % населения обеспечено централизованным водоснабжением, за исключением городов: Норильск – 99,7 % (Красноярский край), Северодвинск – 99,4 % (Архангельская область), Салехард – 99,3 % (Ямало-Ненецкий АО), Кандалакша – 99,1 % (Мурманская область), Новый Уренгой – 91,5 % (Ямало-Ненецкий АО), Нарьян-Мар – 62,0 % (Ненецкий АО).

Оценивая обеспеченность населения централизованным водоснабжением, следует отметить, что с учетом огромных территорий Чукотского, Ненецкого автономных округов, Республики Саха (Якутия) организация должным образом централизованного водоснабжения является сложной технической и технологической задачей, в том числе в условиях вечной мерзлоты [2].

В 2017 г. качество питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения контролировалось в 47 районах АЗРФ в 378 точках контроля, в том числе 186 точек расположены на территории городских округов. В рамках СГМ не проводились исследования в Аллаиховском, Нижнеколымском, Усть-Янском, Анабарском улусах (районах) Республики Саха (Якутия). На территории Арктической зоны в питьевой воде контролируются 59 показателей (табл. 3).

В ходе исследования было установлено, что сравнивать субъекты между собой достаточно сложно, так как перечни показателей химического загрязнения питьевой воды существенно отличаются, причем стоит отметить, что эта разница наблюдается и внутри отдельно взятых субъектов АЗРФ.

Удельный вес проб воды из распределительной сети централизованного питьевого водоснабжения с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям (25,1 %) на территории АЗРФ почти в два раза превышает среднероссийский показатель, а в населенных пунктах Чукотского автономного округа и арктических районов Красноярского края, Республики Саха (Якутия) более 30,0 % проб питьевой воды не соответствовало гигиеническим нормативам. Превышения гигиенических нормативов регистрировались в основном по содержанию железа (в населенных пунктах всех субъектов АЗРФ), марганца (в Архангельской, Мурманской областях, Красноярском крае, г. Воркута и Ямало-Ненецком автономном округе), хлороформа (в Мурманской области, арктических территориях Архангельской области и Красноярского края).

Удельный вес проб воды из распределительной сети централизованного питьевого водоснабжения с превышением гигиенических нормативов по микробиологическим показателям на территории АЗРФ находится на уровне среднероссийского показателя. Однако в арктических районах Республики Саха (Якутия) доля проб с превышением гигиенических нормативов в 2017 г. составила 22,4 %.



Т а б л и ц а 3

Перечень показателей, контролируемых в питьевой воде по субъектам АЗРФ

Субъект	Количество веществ	Контролируемые показатели
Архангельская область	22	Алкилбензолсульфонаты, алюминий, гидроксibenзол, железо, кадмий, марганец, медь, метанол, мышьяк, нефть, никель, нитраты, ртуть, свинец, стронций, сульфаты, формальдегид, фтор, хлориды, хлороформ, хром, цинк
Красноярский край	31	ДДТ, 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан, алюминий, аммиак и аммоний-ион, барий, бериллий, бор, железо, кадмий, кобальт, марганец, медь, молибден, мышьяк, никель, нитраты, нитриты, ртуть, свинец, селен, стронций, сульфаты, тетрахлорметан, тетрахлорэтилен, трихлорэтилен, фтор, хлориды, хлороформ, хром, цианиды, цинк
Мурманская область	16	Алюминий, аммиак и аммоний-ион, бромдихлорметан, гидроксibenзол, дибромхлорметан, железо, марганец, медь, никель, нитраты, нитриты, свинец, тетрахлорметан, хлориды, хлороформ, цинк
Ненецкий автономный округ	12	Аммиак и аммоний-ион, железо, кадмий, магний, марганец, медь, мышьяк, нитраты, нитриты, ртуть, свинец, сульфаты, хром
Республика Карелия	9	Аммиак и аммоний-ион, железо, кадмий, медь, нитраты, нитриты, свинец, хлориды, цинк
Республика Коми	16	Аммиак и аммоний-ион, бор, железо, кадмий, марганец, медь, мышьяк, нефть, нитраты, нитриты, ртуть, свинец, сульфаты, фтор, хлориды, цинк
Республика Саха (Якутия)	7	Аммиак и аммоний-ион, железо, магний, натрий, нитриты, сульфаты, хлориды
Чукотский автономный округ	18	Алюминий, аммиак и аммоний-ион, железо, кадмий, магний, марганец, медь, молибден, мышьяк, нитраты, нитриты, свинец, сульфаты, фтор, хлориды, хром, цинк
Ямало-Ненецкий автономный округ	2	Железо, марганец

Существующая система СГМ не в полной мере позволяет объективно оценить состояние санитарно-эпидемиологического благополучия проживающего на этой территории населения, так как не учитываются климатические особенности Арктической зоны, различия индустриально развитых и малонаселенных, удаленных от административных центров территорий.

При проведении СГМ на территории АЗРФ возникают определенные трудности: поиск показателей, адекватных целям и задачам, поставленным перед системой мониторинга и свидетельствующих о влиянии факторов среды обитания на здоровье населения. Недостаточно отработаны методические подходы к выбору точек контроля и формированию программ лабораторных исследований объектов окружающей среды. Ограничены возможности обмена информацией о природно-климатических и экологогигиенических факторах из-за трудностей межведомственного взаимодействия [4].

По результатам исследования можно сказать, что существующая система СГМ на территории АЗРФ недостаточна. Количество точек контроля состояния факторов среды обитания и перечни показателей не позволяют дать объективную оценку ситуации. Качество атмосферного воздуха не контролируется в Республике Карелия, Ненецком автономном округе, Республике Саха (Якутия), почвы и питьевой воды – Республике Саха (Якутия), за исключением Булунского улуса, где исследуется питьевая вода.

Установлена существенная разница в перечнях контролируемых показателей факторов среды обитания, причем выраженные различия наблюдаются не только в перечнях различных субъектов АЗРФ, что могло бы быть объяснено региональными особенностями, но и внутри отдельно взятых субъектов. Перечни контролируемых показателей в ряде субъектов ограничиваются лишь наиболее распространенными веществами, при этом практически отсутствуют показатели, характеризующие региональную специфику.

В целях совершенствования СГМ на территории АЗРФ представляется необходимым:

- организовать стационарные посты контроля атмосферного воздуха и обмен информацией между Росгидрометом и Роспотребнадзором;
- увеличить количество точек контроля питьевой воды, разработать стандартный перечень контролируемых показателей с учетом специфических загрязнителей;
- оптимизировать количество точек контроля почвы, обязательно контролировать химические, бактериологические и паразитологические показатели.

### Список литературы

1. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
2. К вопросу формирования программ социально-гигиенического мониторинга в части лабораторного контроля качества питьевой воды / А.А. Тованова, А.В. Мельцер, Н.В. Ерастова, В.П. Чащин, Е.М. Базилевская // Профилактическая медицина-2017: материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – М., 2017. – С. 183–188.
3. Нечухаева Е.М., Маслов Д.В., Афанасьева С.И. Актуальные задачи социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2010. – Т. 41–42, № 1–2. – С. 39–40.
4. Организация межрегиональной системы мониторинга с использованием технологий геоинформационной системы на примере Арктической зоны Российской Федерации / Горбанев С.А., Куличенко А.Н., Федоров В.Н., Дубянский В.М., Новикова Ю.А., Ковшов А.А., Тихонова Н.А., Шаяхметов О.Х. // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. – № 12. – С. 1133–1140.
5. Попова А.Ю. Гигиенические аспекты обеспечения безопасности здоровья человека при освоении и развитии Арктической зоны Российской Федерации // Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – СПб.: Коста, 2017. – С. 5–7.
6. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, Д.В. Горяев, С.В. Клейн // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 4–16. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.01
7. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике / В.П. Чащин, А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Ю.О. Одланд, А.А. Ковшов // Экология человека. – 2014. – № 1. – С. 3–12.

## **Оценка риска экологически зависимых заболеваний органов дыхания, вызванных применением противогололедных материалов в городе Москве**

**О.В. Ушакова, М.А. Водянова, И.С. Евсеева**

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью»  
Министерства здравоохранения РФ,  
г. Москва, Россия

Первое место среди первичной заболеваемости занимают болезни органов дыхания. Отмечено, что высокая распространенность среди всех возрастных категорий населения заболеваний органов дыхания связана с тем, что респираторная система относится к первичным защитным барьерам организма и реагирует одной из первых на воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды. Воздействие на организм химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, может вызывать снижение иммунорезистентности у человека, что проявляется увеличением общей заболеваемости, в том числе болезнями органов дыхания, эндокринной системы, системы кровообращения, органов чувств, кожи, аллергическими и другими заболеваниями.

**Ключевые слова:** оценка риска, противогололедные материалы, взвешенные частицы, здоровье.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) воздействие загрязняющих воздух веществ является одним из ведущих факторов риска неинфекционных заболеваний населения крупных городов и создает значительную угрозу здоровью нынешних и будущих поколений [12].

Особое место среди загрязнителей атмосферного воздуха занимают взвешенные частицы – это все твердые и жидкие вещества малого размера, содержащиеся в воздухе в виде аэрозоля.

В настоящее время особенности загрязнения воздуха в г. Москве определяются его ролью как крупнейшего экономического, транспортного центра страны, места притяжения трудовых ресурсов и одновременно промышленного города. Однако, как отмечают многочисленные исследования в г. Москве преобладающим загрязнителем воздуха являются выбросы автотранспорта: выбросы промышленности не превышают 10 % от суммарного объема выбросов, промышленные предприятия лишь в отдельных случаях становятся виновниками превышения нормативов по специфическим загрязняющим веществам на прилегающих территориях [5].

Неспецифическое воздействие на организм химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, может вызывать снижение иммунорезистентности у человека, что проявляется увеличением общей заболеваемости, в том числе болезнями органов дыхания, эндокринной системы, системы кровообращения, органов чувств, кожи, аллергическими и другими заболеваниями.

В зимнее время к традиционным загрязнителям воздуха вблизи автодорог присоединяется еще одна группа поллютантов – противогололедные материалы

(ПГМ), которыми обрабатываются автодороги и тротуары. Сырьем для получения противогололедных материалов чаще всего являются природные источники (бишофит, галит и др.) или отходы промышленности (сильвинитовые, карналлитовые и др.), требующие переработки. Одной из трудностей переработки галитовых отходов хлорида натрия является переход в NaCl органических добавок, применяемых при проведении основного процесса и являющихся токсичными веществами. Кроме того, в состав таких отходов промышленности могут входить тяжелые металлы – свинец, кадмий, ртуть, мышьяк и другие.

Даже при небольшой, но относительно продолжительной по времени нагрузке (зимний период в различных регионах России длится от 4 до 6 месяцев) элементы-примеси способны формировать опасные для здоровья человека очаги геохимической напряженности. Это дает возможность прогнозировать накопление опасных для здоровья человека и окружающей среды элементов в дорожном смете, атмосферной пыли и почвенном покрове городов [1, 4].

Необходимо не забывать о корректной оценке способов воздействия ПГМ на здоровье населения и объекты окружающей среды. В свою очередь, методология изучения ПГМ различается в зависимости от целей – объектами исследований могут быть чистые материалы, поставляемые производителями; снеговые массы, отбираемые с тротуаров и дорожных полотен; почвы после снеготаяния и растительность на этих почвах. При этом использование противогололедных материалов напрямую связана с возможностью контакта с ними человека на всех этапах их применения. Учитывая, что составляющим веществом многих ПГМ является натрий хлорид технический, который по степени воздействия на организм человека характеризуется как умеренно опасное вещество и относится к 3-му классу, необходимо предусматривать соблюдение соответствующих мер безопасности. И если на предприятиях по производству ПГМ и при их использовании для работников специальных служб предусмотрены меры защиты, то жители мегаполисов остаются незащищенными от возможного вредного воздействия данных веществ. Использование ПГМ в городе не должно приводить к превышению гигиенических нормативов содержания в компонентах окружающей природной среды их остаточных количеств, токсичных и опасных продуктов их химической и биологической трансформации (метаболитов и/или соединений), радионуклидов, стойких органических и неорганических загрязнителей, тяжелых металлов, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Комплексное поступление остаточных количеств ПГМ в организм человека с водой и атмосферным воздухом не должно превышать допустимых суточных доз (ДСД).

Однако все больше и чаще встречаются болезни органов дыхания, появляющиеся в зимний период. Аллергические риниты принадлежат к числу наиболее часто встречающихся аллергических заболеваний у детей. Кроме того, в последние десятилетия отмечается непрерывный рост распространенности ринита у детей. Работа, проведенная в УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», имела целью раскрыть характер взаимосвязи между возникновением и распространением аллергического ринита среди детей и подростков крупного индустриального города и эколого-гигиеническими показателями загрязнения воздуха. В ходе работы установлено, что существует линейная взаимосвязь между возникновением и распространением аллергического ринита среди детского и под-

росткового населения промышленного города и количественным содержанием загрязняющих воздух веществ. Наиболее зависимы от качества атмосферного воздуха дети. Максимальные количественные значения загрязнения воздуха оказывают наибольшее воздействие на возникновение, а наименьшие и средние уровни – на распространение респираторной патологии [7].

Сравнительные исследования показывают, что в целом, распространенность аллергических заболеваний в наиболее загрязненных районах может превышать таковую в относительно «чистых» почти в 3 раза. В том числе проявлений сенсibilизации – в 2 раза, поллинозов – в 3 раза, респираторных аллергозов – в 3 раза. С целью выявления влияния загрязнения атмосферы взвешенных веществ (ВВ) на заболеваемость детей-дошкольников г. Биробиджана болезнями органов дыхания и аллергическими заболеваниями были проанализированы пробы снега, взятые на территории семи детских садов (ДДУ) в конце зимы на содержание в них ВВ, и изучены карты развития детей в возрасте 3–6 лет, посещающих эти сады не менее года. Данное исследование показало, что постоянное нахождение детей на территориях с повышенным содержанием ВВ в атмосферном воздухе способствует развитию у них болезней органов дыхания и увеличивает длительность этих заболеваний. Кроме того, была выявлена сильная прямая корреляционная связь между запыленностью атмосферного воздуха и процентом детей, имеющих аллергические реакции и заболевания в анамнезе [6].

Длительное воздействие взвешенных частиц  $PM_{2.5}$  способствует возникновению и обострению хронических обструктивных болезней легких (ХОБЛ) и снижению показателей функции внешнего дыхания. С увеличением уровня  $PM$  в атмосфере было отмечено увеличение распространенности и симптомов бронхиальной астмы (БА). В работе А.А. Schultz и соавт. (2017) обнаружилось, что средний ежегодный уровень загрязнения воздуха  $PM_{2.5}$  (около  $12,5 \text{ мкг/м}^3$ ), не превышающий стандарты качества воздуха, сформулированных Агентством по охране окружающей среды США, был значимо ассоциирован с риском развития БА и аллергии. При этом у лиц, живущих в пределах 300 м от автомагистралей, риск возникновения БА был увеличен в три раза по сравнению с контрольной группой [8–10, 12, 13].

Загрязнения атмосферы в целом по г. Москве оцениваются как повышенные, наибольшие уровни загрязнения отмечаются на территориях, примыкающих к крупным магистралям города – Ярославскому шоссе, Симферопольскому шоссе, Можайскому шоссе, Ленинградскому шоссе, Дмитровскому шоссе, Хорошевскому шоссе, Каширскому шоссе, Волгоградскому проспекту и т.д. Всего за 2017 г. было зарегистрировано 44 (в 2016 г. – 68) случаев превышения ПДК<sub>мр</sub>, из них проб с превышением ПДК<sub>мр</sub> от 1 до 2 раз – 39, превышений более 2 ПДК – 5. Из них 20 превышений зафиксировано в СВАО (Северо-Восточном административном округе), 15 превышений – в ЮВАО (Юго-Восточном административном округе), 4 – в ТиНАО (Троицкий и Новомосковский административный округ). Превышения установленных нормативов наблюдались по сероводороду, диоксиду азота, бензину, аммиаку, взвешенным веществам.

Учитывая, что на загрязнение атмосферного воздуха может оказывать влияние и загрязнение почвы (с почвенными частицами в воздушный бассейн попадают и различные химические поллютанты, оказывающие вредное воздействие на окружающую среду и на здоровье человека), вызывает опасение факт, что относительно 2016 г. произошел рост удельного веса неудовлетворительных проб: по санитарно-химическим показателям – в СВАО, ЮАО, ЗАО, ЦАО; по бактериологическим пока-

зателям – в ЦАО в 2,5 раза, в ЮЗАО – на 2,5 %, в ЮАО – на 31,3 %; по паразитологическим показателям неудовлетворительные пробы зафиксированы только в ВАО – 2 пробы (6,25 %), в 2016 г. превышения по паразитологическим показателям были выявлены в САО, ЗАО и ЮВАО (от 2,7 до 6,6 %). По данным мониторинга за 2017 г. в трех из 10 административных округов города Москвы (в 2016 г. – в трех), осуществляющих мониторинг почвы населенных мест, удельный вес неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям составил 50,0 % и более (ЗАО – 100,0 %, ЦАО – 91,6 %, ЮАО – 87,5 %).

В рамках выполнения государственного задания на тему: «Оценка риска воздействия противогололедных материалов на здоровье человека и объекты окружающей среды при их применении на урбанизированных территориях» был осуществлен дескриптивный анализ заболеваемости населения Москвы по основным возрастным группам (дети в возрасте от 0 до 14 лет, подростки – от 15 до 17 лет, взрослые в возрасте старше 18 лет) за периоды 1995–2001 и 2012–2017 гг. Исследование выполнено на основании данных медицинской отчетности (форма ФСН № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации»), предоставленных Департаментом здравоохранения г. Москвы.

Проведен сравнительный анализ уровней (на 100 тысяч населения) и динамики [2] заболеваемости населения Москвы по классам болезней (в соответствии с МКБ-10) и отдельным нозологиям, отнесенным к экологически зависимым.

По данным ежегодных государственных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в России [5], первое место среди первичной заболеваемости занимают болезни органов дыхания. Отмечено, что высокая распространенность среди всех возрастных категорий населения заболеваний органов дыхания связана с тем, что респираторная система относится к первичным защитным барьерам организма и реагирует одной из первых на воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды.

В гигиенических исследованиях, посвященных вопросу формирования бронхолегочной патологии, в последние годы четко выделяется направление, указывающее приоритетность воздействия на данную патологию качественного состояния воздушной среды, а именно токсичности химических компонентов в воздухе, кумулятивности воздействия и т.д.

К экологически зависимым заболеваниям относятся болезни органов дыхания у населения всех групп, особенно детей и ослабленных лиц. По данным многочисленных исследований по мере повышения концентраций загрязняющих веществ в окружающей среде закономерно возрастает число детей в популяции, реагирующих на их присутствие. Поэтому состояние здоровья детей является одним из наиболее чувствительных показателей, отражающих изменения качества окружающей среды. В 2016 г. заболеваемость детей от 0 до 14 лет болезнями органов дыхания в Москве превышает показатели у подростков и взрослых.

В динамике наблюдается снижение по сравнению с 2012 годом показателей заболеваемости у подростков на 28,1 % и у взрослых – на 20,1 %; у детей отмечается незначительное увеличение показателей: первичная заболеваемость увеличилась на 4,7 %.

С негативным воздействием загрязнения атмосферного воздуха связана в определенной мере заболеваемость детей хроническими формами болезней органов дыхания, лидирующее положение в ряду которых по частоте, тяжести, медицин-

ской и социальной значимости занимает бронхиальная астма. Первичная заболеваемость астмой и астматическим статусом в 2016 г. по сравнению с 2012 г. увеличилась у взрослого населения – на 33,3 %; среди детского населения отмечается незначительное снижение – на 9,1 %, у подростков сохранилась на уровне 2012 г. Самые высокие уровни первичной заболеваемости астмой и астматическим статусом отмечались среди детей Зеленоградского, Северо-Восточного и Южного округов, подростков Центрального и Северо-Восточного округов, взрослых – Северо-Западного, Восточного и Северного административных округов.

Оценка уровня первичной заболеваемости населения бронхолегочными и аллергическими заболеваниями может служить своеобразным биологическим «индикатором» экологического благополучия районов г. Москвы.

Для оценки динамики первичной заболеваемости органов дыхания и аллергической патологии кожи населения г. Москвы за период с 2012 по 2017 г. проведен анализ официальной статистики. При анализе заболеваемости использованы данные формы № 12 ФСН о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебных учреждений. Проанализированы данные первичной заболеваемости различных возрастных групп: дети (0–14), подростки (15–17), взрослые 18 лет и старше, лица старшего трудоспособного возраста. В качестве индикаторных заболеваний из болезней органов дыхания были выбраны бронхиальная астма, аллергический ринит. Развитие этих заболеваний связано с общепризнанными факторами, способствующими развитию данной патологии, к которым относятся загрязнение внешней среды мегаполисов.

Учитывая, что к индикаторам здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды, рекомендованным Европейским региональным бюро Всемирной организации здравоохранения в рамках стратегии «Здоровье для всех», относятся все виды аллергических заболеваний, а в ряде работ указывается на то, что применение противогололедных реагентов может оказывать негативное действие на кожные покровы, была изучена динамика регистрации кожных заболеваний аллергического характера – контактный и атопический дерматиты.

В качестве материала для данного анализа были использованы данные, предоставленные департаментом здравоохранения города Москвы, включавшие в себя показатели первичной заболеваемости на 100 тысяч населения по городу Москве по данным формы ФСН № 12 за 2012–2017 гг.

Отмечено, что в 2014 г. в Москве выросла заболеваемость аллергическим ринитом среди детей 0–14 лет на 27 % по сравнению с 2013 годом, а в 2015 г. еще на 17 % по сравнению с 2014 г. Кроме того, отмечен рост заболеваемости бронхиальной астмой в 2014 г. по сравнению с 2013 г. на 16 % в этой же группе населения. Далее в 2016 и 2017 г. этот показатель снижается.

Рост первичной заболеваемости органов дыхания и аллергической патологии кожи среди детского населения не случаен. Установлено, что дети в большей степени подвержены воздействию экопатологических факторов, особенно в критические периоды роста и развития (первый год жизни, в возрасте 7 лет, 15–17 лет).

Таким образом, полученные в результате анализа данные об увеличении по сравнению с 2012 г. уровня заболеваемости индикаторной патологией органов дыхания и болезней кожи и подкожной клетчатки среди населения г. Москвы подтверждают необходимость продолжения углубленных исследований по оценке влияния противогололедных реагентов, используемых в г. Москве, на здоровье населения.

## Список литературы

1. Аликбаева Л.А., Колодий С.П., Бек А.В. Гигиеническая оценка класса опасности отходов дорожно-автомобильного комплекса // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96. – № 8. – С. 711–716.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
3. Государственный доклад о санитарно-эпидемиологическом благополучии в городе Москве в 2017 году [Электронный ресурс]. – М., 2018. – С. 46–69 – URL: <http://77.gospotrebnadzor.ru/images/Moskvagosdoklad2017.pdf> (дата обращения: 12.11.2018).
4. Исследования дисперсности и массового распределения в воздухе отходов дорожно-автомобильного комплекса / Л.А. Аликбаева, С.П. Колодий, Г.И. Сидорин, В.Ю. Садченко, А.В. Бек, Ж. Бодран // Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека: материалы Междунар. форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина Минздрава России: в 2 ч. – М., 2016. – С. 46–48.
5. Проблема применения и оценки противогололедных препаратов в условиях мегаполисов [Электронный ресурс] / М.А. Водянова, О.В. Ушакова, Л.Г. Донерьян, И.С. Евсеева // Современные проблемы науки и образования. – М., 2018. – № 5. DOI: 10.17513/spno.28059. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28059> (дата обращения: 15.11.2018).
6. Турбина Е.С. Влияние содержащихся в атмосферном воздухе взвешенных частиц на заболеваемость детей дошкольников // Вестник Дальневосточной государственной социально-гуманитарной академии, 2010. – № 2. – С. 102–109.
7. Щербакова М.А. Оценка воздействия аэрополлютантов на возникновение и распространение аллергического ринита среди детского и подросткового городского населения // Здоровье и окружающая среда. – 2010. – № 15. – С. 352–361.
8. Adult lung function and long-term air pollution exposure. ESCAPE: a multicenter cohort study and meta-analysis / M. Adam, T. Schikowski, A.E. Carsin, Y. Cai, B. Jacquemin, M. Sanchez, A. Vierkötter, A. Marcon [et al.] // Eur. Respir. J. – 2015. – № 45 (1). – P. 38–50.
9. Long-term exposure to traffic emissions and fine particulate matter and lung function decline in the Framingham heart study / M.B. Rice, P.L. Ljungman, E.H. Wilker, K.S. Dorans, D.R. Gold, J. Schwartz, P. Koutrakis, G.R. Washko, G.T. O'Connor, M.A. Mittleman // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 2015. – № 191 (6). – P. 656–664.
10. Schultz A.A., Schauer J.J., Malecki K.M. Allergic disease associations with regional and localized estimates of air pollution // Environ. Res. – 2017. – № 155. – P. 77–85.
11. The impact of PM<sub>2.5</sub> on the human respiratory system / Y.F. Xing, Y.H. Xu, M.H. Shi, Y.X. Lian // J. Thorac. Dis. – 2016. – № 8 (1). – P. 69–74.
12. World Health Organization. Global Status Report on Noncommunicable Diseases (2014) Available from [Электронный ресурс]. – URL: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/1/9789241564854eng.pdf> (дата обращения: 12.11.2018).
13. Wong S.L., Coates A.L., To T. Exposure to industrial air pollutant emissions and lung function in children: Canadian Health Measures Survey, 2007 to 2011 // Health Rep. – 2016. – № 27 (2). – P. 3–9.



## Экспериментальные исследования по изучению влияния производного арилоксикарбоновой кислоты на миграционно-водный показатель вредности

**Н.Е. Федорова, В.Н. Ракитский, Т.А. Сеницкая,  
И.П. Громова, Л.В. Горячева**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»  
Роспотребнадзора,  
г. Мытищи, Россия

Представлены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния пестицида производного арилоксикарбоновой кислоты на миграционно-водный показатель вредности, характеризующий способность поступления пестицида из почвы в грунтовые и поверхностные воды. Установлен уровень миграции (пороговая величина) вещества в почве, гарантирующий переход его в подземные воды в количестве, не превышающем предельно допустимую концентрацию (ПДК) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

**Ключевые слова:** пестицид, производное арилоксикарбоновой кислоты, миграционно-водный показатель вредности.

Внедрение химических средств защиты растений в практику сельскохозяйственного производства Российской Федерации предполагает их всестороннее токсиколого-гигиеническое изучение и гигиеническую регламентацию, которые являются основой предотвращения их неблагоприятного влияния на здоровье работающих и населения, а также на санитарное состояние окружающей среды [4].

В вопросах нормирования пестицидов в почве особое значение имеют не только опасность, которую представляет контаминированная почва при непосредственном контакте с ней, но также и последствия вторичного загрязнения контактирующих с почвой сред.

Основным источником поступления химических средств защиты растений с поверхностных слоев почвы в грунтовые и поверхностные воды является обработка пестицидами сельскохозяйственных культур, семян (перед посевом), лесных угодий и других объектов окружающей среды. Изучение процессов миграции действующих веществ из почвы в грунтовые воды рассматривается как один из основных этапов при нормировании содержания действующих веществ пестицидов в почве [3, 5].

Пестициды находятся в почве в лабильном состоянии и могут передвигаться по почвенному профилю в горизонтальном и вертикальном направлениях. На более значительные расстояния пестициды передвигаются с потоком воды, возникающим после дождя или орошения. Скорость и глубина вертикального перемещения зависят от растворимости пестицидов, особенностей их адсорбции и десорбции, летучести, а также от интенсивности испарения почвенной влаги.

Изучаемое производное арилоксикарбоновой кислоты (4-хлор-2-метил-феноксиуксусная кислота) в Российской Федерации согласно гигиенической классификации пестицидов по степени опасности (СанПиН 1.2.2584-10) относится к высоко

опасным соединениям по канцерогенному действию (класс опасности 2С), по классификации МАИР – 2В. Применение препаратов на его основе в условиях сельскохозяйственного производства в течение ряда лет может приводить к накоплению вещества в почвенном слое, а также миграции в сопредельные среды, что обосновывает необходимость проведения гигиенических исследований по нормированию в почве [6].

**Цель исследований** – изучить процессы миграции нормируемого действующего вещества из почвы в грунтовые воды (количественное изучение процесса миграции), установить концентрацию (уровень миграции) в почве, гарантирующую переход в подземные воды в количестве, не превышающем ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования проведены на лабораторных фильтрационных установках (почвенные колонки), обеспечивающих свободную фильтрацию, в стандартных, сопоставимых почвенных и микроклиматических условиях, при соблюдении принципа экстремальности, способствующего максимальной миграции изучаемого вещества в контактирующую с почвой среду (грунтовые воды) с использованием модельного почвенного эталона (МПЭ № 1). Модельный почвенный эталон (стандартная почва, специально предназначенный для этого типа экспериментов) представляет собой искусственно приготовленную единую, имитирующую почву, физико-химический состав которой (рН, механический состав, содержание органического углерода) находится в известном диапазоне [2].

Количество модельных осадков (модельный дождь), поступающих на экспериментальную установку, соответствовало наиболее обильным осадкам, выпадающим за год, и подавалось на опытную установку в течение месяца.

Объект исследования: гербицид широкого спектра действия для обработки посевов зерновых, бобовых и овощных культур, клевера, луговых трав, сенокосных угодий и пастбищ – производное арилоксикарбоновой кислоты (4-хлор-2-метилфеноксисукусная кислота), молекулярная масса 200,6, температура плавления вещества 119–120,5 °С, давление паров  $2,3 \cdot 10^{-2}$  мПа (20 °С); 0,4 мПа (32 °С), коэффициент распределения в системе «октанол/вода»:  $K_{ow} \log P = 2,75$  (рН = 1); 0,59 (рН = 5); –0,71 (рН = 7). Растворимость в воде (мг/дм<sup>3</sup>, 25 °С): 395 (рН = 1); 26,2 (рН = 5); 273,9 (рН = 7); 320,1 (рН = 9). Растворимость в органических растворителях (г/дм<sup>3</sup>, 25 °С): диэтиловый эфир – 770, метанол – 775,6, дихлорметан – 69,2, толуол – 26,5, ксилол – 49, гептан – 5, н-октанол – 218,3. Фотохимическая стабильность: DT<sub>50</sub> – 24,5 дня (25 °С). Константа кислотности рКа – 3,07 [8].

Вещество в виде раствора вносили в верхний 20-сантиметровый слой почвы фильтрационных колонок в трехкратной повторности на трех концентрационных уровнях: максимально рекомендуемая к применению в сельском хозяйстве норма расхода – 0,52 мг/кг; в 10 раз ниже максимальной нормы – 0,052 мг/кг; в 10 раз выше максимальной нормы – 5,2 мг/кг.

Пробы отбирались ежедневно 5 раз в неделю в течение месяца (до снижения содержания вещества в воде до уровня его предельно допустимой концентрации (ПДК) в воде водоемов – 0,003 мг/дм<sup>3</sup> [1]).

Отобранные пробы водных фильтратов хранили в затемненной таре в холодильнике не более недели (2–6 °С).

Количественное определение вещества в водных фильтратах проводили прямым вводом образца воды в хроматографическую систему [7].

Пробы водных фильтратов предварительно пропускали через мембранные фильтры (размер пор 0,2 мкм) и анализировали в условиях хроматографирования приведенных ниже.

Аналитические исследования выполняли на жидкостном хроматографе Agilent 1290 Infinity LC, снабженном с масс-селективным детектором Agilent Triple Quad 6460, бинарным насосом, термостатом колонок и автосамплером.

Источник ионизации: электростатическое распыление в отрицательной ионизации. Режим работы: регистрация дочерних ионов после разрушения материнских ионов (регистрация «перехода»). Материнский ион (масса/заряд) – 199,01; дочерний ион (масса/заряд) – 141 (рис. 1).

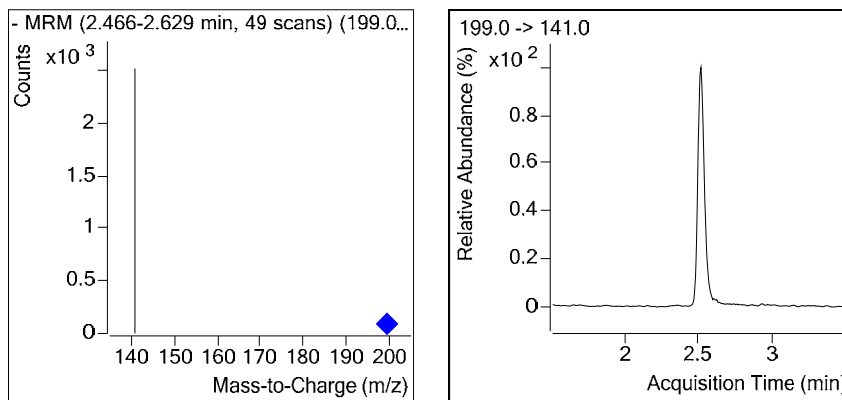


Рис. 1. Спектр и хроматограмма перехода (199,0 → 141,0) для градуировочного раствора 0,005 мг/см<sup>3</sup>

Условия хроматографирования. В качестве неподвижной фазы использовалась обращенно-фазная хроматографическая колонка – ZORBAX RRHD Eclipse Plus C18 (Agilent Technologies, США). Температура колонки: 30 °С, скорость потока элюента: 0,3 см<sup>3</sup>/мин. Подвижная фаза: смесь растворителей А (0,04 % раствор уксусной кислоты в воде) и В (ацетонитрил), режим градиентной подачи растворителей: от 100 % растворителя А (0 мин, старт) до 60 % растворителя А (1 мин), до 40 % растворителя А (2 мин), до 0 % растворителя А (3–4 мин), до 100 % растворителя А (6 мин, финиш). Объем вводимой пробы: 2 мм<sup>3</sup>. Ориентировочное время выхода – 2,5 мин. Диапазон детектирования: 5–100 пг. Количественное определение проводили методом абсолютной калибровки.

В исследовании использован аналитический стандартный образец вещества (ГСО 8627-2004), производства НПК «Блок-1» (Россия), вода, ацетон, ацетонитрил, уксусная кислота фирмы Panreac (Испания), метанол фирмы J.T. Baker (США), шприцевые мембранные фильтры Chromafil® Xtra H-PTFE 20/13 с размером пор 0,2 мкм фирмы Macherey-Nagel (Германия).

Для приготовления основного раствора 4-хлор-2-метилфеноксиуксусной кислоты с концентрацией 100 мкг/см<sup>3</sup> и растворов для внесения в модельные образцы с концентрацией 1,0 мкг/см<sup>3</sup> использовали метанол. Растворы хранили в морозильной камере при температуре 4 ± 2°С в течение месяца. Рабочие растворы для калибровки с концентрациями 0,0025, 0,005, 0,01, 0,02 и 0,05 мкг/см<sup>3</sup> готовили в воде и хранили при температуре 4 ± 2°С не более 7 дней.

**Результаты и их обсуждение.** Экспериментальные исследования по изучению влияния на миграционно-водный показатель вредности пестицида производного арилоксикарбоновой кислоты в системе «почва – вода» с использованием модельного почвенного эталона (МПЭ) по описанной выше методике были проведены впервые.

Анализ данных, полученных в процессе эксперимента, по изучению влияния пестицида на миграционно-водный показатель вредности позволил установить, что максимальная миграция вещества из почвы в воду наблюдалась на 9-е сутки (рис. 2).

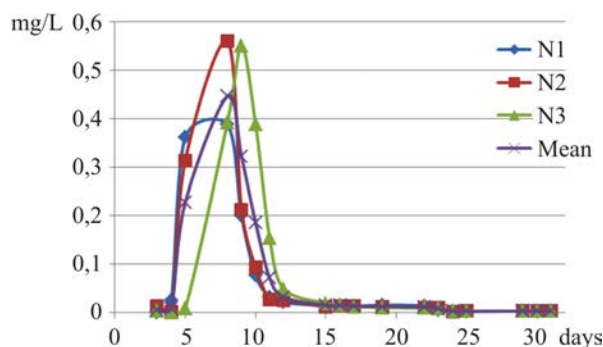


Рис. 2. Профиль смываемости производного арилоксикарбоновой кислоты с почвы (норма – 0,52 мг/кг, три повторности)

Содержание вещества в водных фильтрах составило: при внесении в почву концентрации 0,052 мг/кг – 0,075 мг/дм<sup>3</sup> воды; при концентрации в почве 0,52 мг/кг – 0,49 мг/дм<sup>3</sup> воды; при внесении в почву 5,2 мг/кг – > 100 ПДК мг/дм<sup>3</sup> (в воде водоемов).

На основании полученных экспериментальных данных была определена сильная корреляционная связь между содержанием вещества в почве и в водном фильтрате. Коэффициент корреляции  $r = 0,997$ .

Уравнение регрессионной зависимости между концентрацией вещества в почве ( $y$ , мг/кг) и в водном фильтрате ( $x$ , мг/дм<sup>3</sup>) имеет вид:  $y = 1,0023x$ .

Выполненные на основании уравнения регрессии расчеты позволили установить пороговую величину 4-хлор-2-метил-феноксисукусной кислоты в почве на уровне 0,0026 мг/кг.

Опыты, проведенные в экстремальных условиях, дают возможность фиксировать более стабильные и сопоставимые результаты. В этой связи метод лабораторного моделирования является обязательным этапом при регламентировании содержания пестицидов в почве.

#### Выводы:

1. Установлена сильная корреляционно-регрессионная зависимость между концентрацией 4-хлор-2-метил-феноксисукусной кислоты в почве и в водном фильтрате.

2. Определена пороговая величина по миграционно-водному показателю вредности на уровне 0,0026 мг/кг почвы.

3. Полученная величина гарантирует миграцию производного арилоксикарбоновой кислоты из почвы в грунтовые воды в количестве, безопасном для здоровья человека (менее 0,003 мг/дм<sup>3</sup> ПДК в воде водоемов).

### Список литературы

1. ГН 1.2.3539-18. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). – М., 2018.
2. Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве. – М.: Медицина, 1986. – 320 с.
3. Громова И.П., Климова Н.Н. К вопросу о гигиеническом нормировании пестицидов в почве в целях охраны окружающей среды и здоровья населения // Здравоохранение Российской Федерации. – 2011. – № (4). – С. 18–19.
4. Актуальность гигиенического нормирования пестицидов в почве / А.Ю. Попова, В.Н. Ракитский, Т.А. Сеницкая, Г.М. Трухина, И.П. Громова // Гигиена и санитария. – 2018. – № 97 (6). – С. 485–490.
5. Гигиеническое нормирование вещества производного неоникотиноидов в почве / В.Н. Ракитский, Т.А. Сеницкая, И.П. Громова, Д.И. Вафина // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (11). – С. 1016–1021.
6. СанПиН 1.2.2584-10. Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902204851> (дата обращения: 06.03.2019).
7. Cullum N., Stephens P., Evans S. Determination of Pesticides in Water by SPE and LC/MS/MS in Both Positive and Negative Ion Modes // Agilent Technologies, Inc. – 2002. – 5988-5882EN.
8. The Pesticide Manual. 17<sup>th</sup> Edition, Editor C. MacBean, BCPS, 7 Omni Business Centre, Omega Park, Alton, Hampshire, GU34 2QD, UK [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: [http://bcpcdata.com/\\_assets/files/PM16-supplementary-BCPC.pdf](http://bcpcdata.com/_assets/files/PM16-supplementary-BCPC.pdf) (дата обращения: 07.03.2019).

## **Мониторинговые исследования вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, и их влияние на здоровье населения Саратовской области**

**А.В. Хан, О.И. Кожанова,  
С.В. Сергеева, М.В. Форостяная**

Управление Роспотребнадзора по Саратовской области,  
г. Саратов, Россия

Описывается ситуация по загрязнению окружающей среды на территории Саратовской области, методы исследования и причинно-следственные связи между состоянием здоровья населения и загрязнением окружающей среды, а также пути устранения негативного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения.

**Ключевые слова:** социально-гигиенический мониторинг, атмосферный воздух, загрязнение окружающей среды, здоровье населения, управленческие решения.

В последнее время большое внимание уделяется здоровью человечества, выявляются факторы, негативно влияющие на состояние нашего здоровья. Один из них – загрязненный воздух. Это всемирная проблема, над которой нам необходимо задуматься и найти пути ее решения.

Во время своего послания Федеральному собранию глава государства сказал: «Трудно говорить о долгой и здоровой жизни, если до сих пор миллионы людей вынуждены пить воду, которая не соответствует нормам, если выпадает черный снег, а жители крупных индустриальных центров из-за смога неделями не видят солнца». Экология непосредственно влияет и на продолжительность жизни населения.

Загрязнение атмосферного воздуха в 2018 г. оставалось в числе приоритетных гигиенических проблем, связанных с риском для здоровья населения Саратовской области.

Мониторинг за состоянием атмосферного воздуха на территории области проводится ГУ «Саратовский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» в двух промышленных центрах в г. Саратове (на шести стационарных постах) и г. Балаково (на трех стационарных постах) всего 9 постов, по 4 основным и 12 специфическим ингредиентам, на передвижных постах в зонах влияния промышленных предприятий и автомагистралей по 29 ингредиентам.

Проведение контрольных мероприятий, а также анализ результатов деятельности стационарных постов и других объектов мониторинга состояния атмосферного воздуха в области, показывают, что в наибольшей степени влиянию и загрязнению атмосферного воздуха подвержены города Саратов, Балашов, Ртищево, Аркадак [1–4].

В 2018 г. лабораториями ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» исследовано 16 524 пробы атмосферного воздуха населенных мест, в том числе в городской застройке 15 411 проб, или 93,3 %, в сельских поселениях 1113 проб, или 6,7 %. Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха в городских поселениях являются: взвешенные вещества (3,5 %), углерода оксид (1,9 %), азота диоксид (1,5 %). Доля проб атмосферного воздуха, превышающих ПДК, в сельских поселениях в 2018 г. составила 3,3 %, по сравнению с 2017 г. отмечается увеличение нестандартных проб в 3,3 раза. Следует отметить, что доля проб атмосферного воздуха городских поселений с уровнем загрязнения выше гигиенических нормативов в динамике за три года превышала и по-прежнему превышает средний показатель по Российской Федерации (2017 г. – 0,75 %, 2016 г. – 0,87 %).

По данным лабораторно-инструментальных исследований атмосферного воздуха автомагистралей, улиц с интенсивным движением автотранспорта, можно сказать, что наибольшее количество нестандартных проб в атмосфере регистрируется в летние месяцы (июль – август).

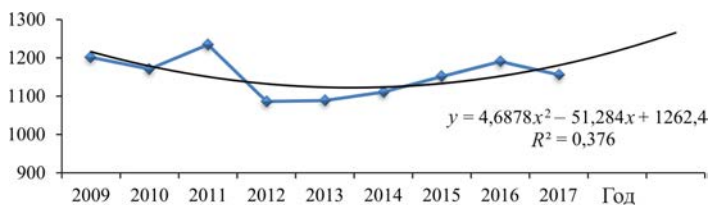
В соответствии с методикой Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» для оценки влияния качества атмосферного воздуха на здоровье населения г. Саратова был рассчитан риск развития неканцерогенных хронических реакций. Для оценки неканцерогенного риска использовались данные среднесуточных концентраций загрязняющих веществ, зарегистрированные на стационарных постах. При хроническом ингаляционном воздействии наиболее высокий коэффициент опасности в 2018 г. отмечен от загрязнения атмосферы в городе Саратове взвешенными веществами ( $HQ = 7,3$ ), диоксидом азота ( $HQ = 5,5$ ), окисью углерода

( $HQ = 1,9$ ). Для остальных определяемых веществ коэффициент опасности ниже 1. Суммарный индекс опасности ( $THI$ ) = 14,7, вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению  $HQ$ , однако точно указать величину этой вероятности невозможно.

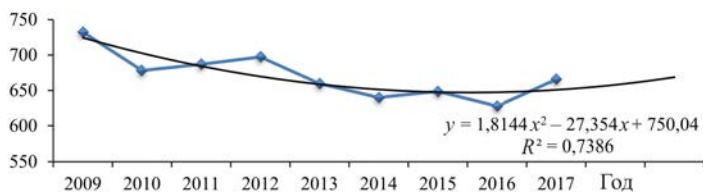
Таким образом, приоритетными критическими органами, в наибольшей степени поражаемыми при воздействии представленных химических веществ, являются органы дыхания.

В структуре как первичной, так и общей заболеваемости всех возрастных групп населения, проживающих в г. Саратове, лидирует заболеваемость органов дыхания. Анализ распределения заболеваемости по возрастным группам показал, что наиболее уязвима группа детей до 14 лет. Показатель заболеваемости органов дыхания детей до 14 лет с диагнозом, установленным впервые в жизни, в 2017 г. составил 1156,0 на 1000 детского населения (2016 г. – 1190; 2015 г. – 1111; 2014 г. – 1154,4). Наблюдается снижение показателя по сравнению с 2016 г. на 2,8 %.

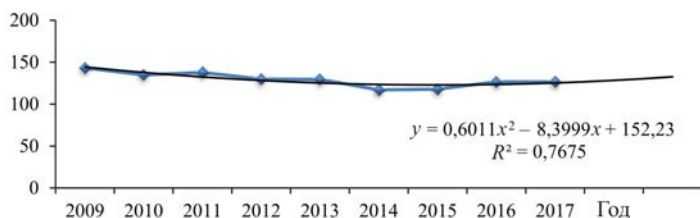
Таким образом, анализ заболеваемости населения города Саратова болезнями органов дыхания выявил более высокие уровни патологии среди детей и подростков. По прогнозу, рассчитанному по полиномиальному тренду 2-й степени, уровень заболеваемости органов дыхания в данных группах не станет ниже и в 2019, 2020 г. (рисунок).



а



б



в

Рис. Прогноз заболеваемости органов дыхания: а – детей в возрасте от 0 до 14 лет; б – подростков в возрасте 15–17 лет; в – взрослого населения

С целью устранения негативного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения информация и рекомендации по результатам мониторингового контроля ежегодно направляются руководителям организаций и органов местного самоуправления. По результатам мониторингового контроля в 2018 г. было принято 36 управленческих решений.

### Список литературы

1. Информационно-аналитический сборник Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Саратовской области за 2014–2016 гг. – Саратов, 2016.

2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году по Саратовской области: Государственный доклад. – Саратов, 2019.

3. Применение факторов канцерогенного потенциала при оценке риска воздействия химических веществ: метод. рекомендации / С.М. Новиков, Б.А. Курляндский [и др.]. – М., 2000.

4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.



## Раздел III

---

# **Гигиеническое нормирование с учетом критериев риска здоровью области безопасности среды обитания и потребительской продукции**



## **Результаты исследования по определению отправных точек для установления максимального допустимого уровня короткоцепочечных фталатов, поступающих с молоком, упакованным в полимерную и полимерсодержащую тару**

**С.Е. Зеленкин, П.З. Шур, Т.С. Уланова,  
Т.Д. Карнажицкая**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

На основании анализа научной литературы установлены основные критические органы и системы короткоцепочечных фталатов, поступающих перорально с продуктами, упакованными в полимерную и полимерсодержащую тару. На основании данных о потреблении продуктов населением определена необходимость нормирования содержания фталатов в молоке, установлены отправные точки (реперные уровни) для дальнейшего установления максимального допустимого уровня содержания фталатов.

**Ключевые слова:** фталаты, молоко, полимерная упаковка, реперный уровень, отправные точки.

По классификации химических веществ Европейского союза, фталаты, эфиры фталевой кислоты, относятся к короткоцепочечным и длинноцепочечным. Так, ДБФ, ББФ и ДЭГФ относятся к короткоцепочечным, представляющим опасность для человека [1].

Короткоцепочечные фталаты оказывают воздействие на ряд органов и систем. Так, известно о системном действии фталатов, а также об их влиянии на печень [2, 6], эндокринную, иммунную систему, высшую нервную деятельность [4].

В организм человека фталаты могут проникать различными путями: перкутанно через одежду [6], предметы личной гигиены, полимерные материалы, применяемые при строительстве и отделке помещений [5]. Наиболее распространенным путем попадания эфиров фталевой кислоты в организм является алиментарный. Особый интерес представляет попадание фталатов в организм с пищевыми продуктами, упакованными в полимерную тару. Наиболее часто в полимерную тару пакуются напитки.

Особое внимание обращает на себя молоко, упакованное в полимерную тару, поскольку молоко является продуктом питания, часто употребляемым населением. В Российской Федерации более 65 % мужчин и 75 % женщин от 14 лет и старше, а также около 80 % детей в возрасте 3–13 лет употребляют молоко и молочные продукты ежедневно или несколько раз в неделю.

В странах Европейского союза использование фталатов в пищевой промышленности с 2018 г. запрещено. В то же время в США содержание фталатов регламентируется только в косметических средствах и средствах личной гигиены.

В странах Евразийского экономического союза, в том числе и в Российской Федерации, содержание фталатов в продуктах питания в целом и в молоке в частности до настоящего времени гигиеническими стандартами не регламентируется.

В связи с этим вопрос о разработке гигиенических нормативов содержания фталатов в молоке по критериям риска здоровью населения является актуальным.

Одним из этапов установления гигиенических нормативов (максимального допустимого уровня – МДУ) является установление отправных точек в виде пороговых и/или недействующих уровней экспозиции химических веществ при пероральном поступлении с применением факторов неопределенности.

По данным релевантных литературных источников, для регламентирования фталатов за рубежом применялись установленные для них NOAEL. Особое внимание обращает на себя то, что эти показатели установлены только для двух фталатов. Использование NOAEL характеризуется большим количеством неопределенностей, связанных с экстраполяцией данных на человека, учетом внутривидовой чувствительности и проведением подострого эксперимента (табл. 1).

Таблица 1

Результаты анализа литературных данных о нормировании фталатов за рубежом

Фталат	Отправные точки (критический орган/система)	Источник данных
ДМФ	–	ЕРА
ДБФ	NOAEL = 50 мг/кг массы тела в день (процессы развития)	[9]
ДЭФ	–	[8]
ДЭГФ	NOAEL = 5,8 мг/кг тела в сутки (гонады)	[7]

Поскольку данные значения не использовались для нормирования содержания фталатов в пищевых продуктах, было проведено эпидемиологическое исследование для обоснования отправных точек с целью дальнейшего установления допустимой суточной дозы и МДУ.

В рамках этого исследования на этапе оценки экспозиции учитывались определение фталатов в молоке и оценка уровня потребления молока. Эфиры фталевой кислоты определяли в пробах молока с использованием МУК 4.1.3160–14 «Измерение массовых концентраций фталатов (диметилфталата, диэтилфталата, дибутилфталата, бензилбутилфталата, ди(2-этилгексил)фталата) в молоке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», разработанных в ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Оценка фактического потребления молока была проведена с использованием метода раздаточного анкетирования добровольцев. Всего в анкетировании приняли участие 60 человек: 30 детей в возрасте 7–17 лет и 30 взрослых в возрасте 25–65 лет.

В качестве релевантных показателей рассматривались биохимические показатели крови, характеризующие системное действие и адекватные критическим органам и системам, характерным для перорального поступления фталатов. Так, определены биохимические показатели, характеризующие влияние на печень (щелочная фосфатаза, гамма-глутамилтрансфераза, билирубин общий и непрямой, АЛТ), эндокринную систему (Т<sub>4</sub> свободный, тиреотропный гормон), показатель окислительного стресса (малоновый диальдегид плазмы, МДА).

В ходе оценки содержания фталатов в пробах молока с использованием данных методических указаний были определены концентрации пяти фталатов: ДБФ

в концентрации до 0,16 мг/л (32 % проб); ДМФ – до 29,81 мг/л (8 % проб); ДЭФ – до 0,783 мг/л (16 % проб); ДЭГФ – до 12,54 мг/л (64 % проб); ББФ был получен только в одной пробе и не включен в дальнейшее установление отправных точек.

Анализ фактического потребления молока установил, что более 95 % исследуемых потребляют молоко, разлитое в полиэтиленовую пленку. 2 % из всего количества опрошенных потребляют молоко, разлитое в полипропиленовые бутылки. Помимо этого установлено, что в среднем дети потребляют молоко в количестве 0,25 кг в день, взрослые – 0,23 кг в день.

Для расчета индивидуальных доз, учитывающих массу тела и объем потребления молока, был использован 95 %-ный перцентиль концентраций фталатов в молоке, который составил 0,1 мг/л (ДМФ, ДЭГФ), 0,2 мг/л (ДЭФ, ДБФ). Диапазон индивидуальных доз составил: от  $1,09 \cdot 10^{-4}$  до  $1,76 \cdot 10^{-3}$  мг/кг массы тела (ДМФ), от  $2,22 \cdot 10^{-4}$  до  $3,57 \cdot 10^{-3}$  мг/кг массы тела (ДБФ), от  $2,22 \cdot 10^{-4}$  до  $3,57 \cdot 10^{-3}$  мг/кг массы тела (ДЭГФ), от  $1,06 \cdot 10^{-4}$  до  $1,70 \cdot 10^{-3}$  мг/кг массы тела (ДЭФ). Для суммы фталатов диапазон индивидуальных доз находился в пределах от  $6,59 \cdot 10^{-4}$  до  $1,06 \cdot 10^{-2}$  мг/кг массы тела.

В ходе эпидемиологического анализа было установлено, что связь между поступлением фталатов и развитием заболеваний отсутствует. При оценке влияния фталатов на организм человека на донозологическом уровне было установлено следующее:

Среди детей повышение показателя МДА наблюдается у 40 % обследованных, повышение щелочной фосфатазы – у 6 %, повышение АЛТ – у 4 лиц (4 – у взрослых), повышение креатинина – у 25 %. Изменения показателей ТТГ,  $T_4$  и гамма-глутамил-трансферазы не регистрировалось.

Среди взрослых повышение показателя МДА наблюдается у 30 % обследованных, повышение ТТГ – у 30 %, понижение  $T_4$  – у 40 %, повышение щелочной фосфатазы – у 5 %, повышение гамма-глутамилтрансферазы – у 30 %, повышение АЛТ – у 13 %. Изменения показателей креатинина не регистрировались.

По результатам моделирования зависимости «доза – эффект» как для отдельных фталатов, так и для их суммы на организм человека установлены биологически обоснованные связи, необходимые для обоснования реперных уровней. Эти связи установлены для воздействия фталатов на повышение уровней щелочной фосфатазы и малонового диальдегида плазмы (МДА) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты моделирования зависимости «доза – эффект»  
при экспозиции фталатов с молоком

Вещество	Показатель	Реперный уровень (BMD), мг/кг массы тела
ДМФ	Щелочная фосфатаза	0,0005
	МДА	0,0004
ДЭФ	Щелочная фосфатаза	0,0005
	МДА	0,0004
ДБФ	Щелочная фосфатаза	0,001
	МДА	0,0008
ДЭГФ	Щелочная фосфатаза	0,001
	МДА	0,0008
Сумма	Щелочная фосфатаза	0,003
	МДА	0,002

В качестве лимитирующего показателя установлено содержание МДА в плазме крови, поскольку для этого показателя установленный реперный уровень сравнительно ниже, чем для щелочной фосфатазы. Установленный реперный уровень в отношении содержания МДА в плазме крови свидетельствует о воздействии фталатов на организм как пускового фактора окислительного стресса.

При выборе реперного уровня в качестве отправной точки следует учитывать, что он допускает развитие негативного ответа у части наиболее чувствительной группы населения, поэтому рекомендуется учитывать фактор неопределенности, принимаемый за 2 (внутривидовая чувствительность).

Использование реперного уровня в качестве отправной точки является предпочтительным при установлении нормативов содержания фталатов в молоке, поскольку отсутствуют неопределенности, связанные с межвидовой (экстраполяция результатов с лабораторных животных на человека) и внутривидовой чувствительностью; с экстраполяцией высоких доз, используемых в эксперименте, на реальные; с экстраполяцией результатов кратковременных экспериментов на хронические.

### Список литературы

1. Hannon P.R., Flaws J.A. The effects of phthalates on the ovary // *Front Endocrinol (Lausanne)*. – 2015. – P. 6–8.
2. Kluwe W.M. Overview of phthalate ester pharmacokinetics in mammalian species // *Environ. Health Perspect.* – 1982. – № 45. – P. 3–9.
3. Maloney E.K., Waxman D.J. Trans-activation of PPAR $\alpha$  And PPAR $\gamma$  by structurally diverse environmental chemicals // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* – 1999. – № 161. – P. 209–218.
4. NTP-CERHR expert panel update on the reproductive and developmental toxicity of di (2-ethylhexyl) phthalate / R. Kavlock, D. Barr, K. Boekelheide [et al.] // *Reprod. Toxicol.* – 2006. – № 22. – P. 291–399.
5. Phthalate and PAH concentrations in dust collected from Danish homes and daycare centers / S. Langer, C.J. Weschler, A. Fischer, G. Bekö, J. Toftum, G. Clausen // *Atmospheric Environment*. – 2010. – Vol. 44. – P. 2294–2301.
6. Phthalates in products that children are in direct contact with / K. Tønning, E. Jacobsen, E. Pedersen, N.H. Nillsson // *Survey of Chemical Substances in Consumer Products*. – 2010. – № 109. – P. 1–60.
7. Toxicological profile for di (2-ethylhexyl) phthalate. – U.S. department of health and human services: Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2002. – 336 p.
8. Toxicological profile for diethylphthalate. – U.S. department of health and human services: Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1995. – 158 p.
9. Toxicological profile for di-n-butylphthalate. – U.S. department of health and human services: Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2001. – 225 p.

## **Критерии установления приаэродромных территорий с учетом российского и международного опыта оценки влияния авиационного шума на здоровье населения**

**Е.В. Зибарев, И.В. Бухтияров,  
О.В. Иммель, А.С. Афанасьев**

ФГБУН «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова»,  
г. Москва, Россия

Приведены российские и международные данные относительно влияния уровней шума от пролета воздушных судов на здоровье населения, проживающего в непосредственной близости от аэропортов и аэродромов. Осуществлен анализ основных субъективных и объективных жалоб на состояние здоровья населения, установлена корреляционная связь между уровнями шума и состоянием здоровья населения, подверженных влиянию авиационного шума.

**Ключевые слова:** авиационный шум, здоровье населения, риск, приаэродромная территория.

Население, проживающее в непосредственной близости от источников авиационного шума (аэропорты, аэродромы, вертодромы), подвержено более частым нарушениям здоровья, чем популяция, не испытывающая на себе такого воздействия. В рамках данного исследования были отобраны группы людей, на которых производственный шум оказывал минимальное воздействие (производственный шум идентифицировался на рабочих местах как оптимальный или допустимый фактор производственной среды).

**Материалы и методы.** Объектом исследования было состояние здоровья общей популяции, а также населения из группы особо чувствительных лиц (детское население, восприимчивые группы людей), подверженных и не подверженных воздействию авиационного шума. В качестве основных методов исследования проводили когортное исследование, исследование «случай – контроль», поперечное исследование, экологическое исследование (для сердечно-сосудистых заболеваний).

В исследовании изучались источники шума, затрагивающие места пребывания людей, где они проводят значительную часть своего времени, а именно жилые и общественные помещения, образовательные учреждения, рабочие места.

Особое внимание было уделено отбору групп людей, отвечающих следующим характеристикам воздействия: оценивался эквивалентный уровень шума, выраженный в дБ, измерения проводились в конкретных местах воздействия шума (жилые и общественные помещения, образовательные учреждения, рабочие места), расчетные уровни авиационного шума были получены на основании данных стандартных маршрутов взлета/посадки.

Основными нарушениями здоровья/исходами (болезни, синдромы, симптомы), связанными с воздействием шума, изучались неблагоприятные исходы бере-

менности, раздражительность, сердечно-сосудистые заболевания, снижение умственной активности, нарушение сна, снижение слуха и звон в ушах, метаболические нарушения, снижение качества жизни.

**Результаты и их обсуждение.** Для определения критических (допустимых) значений уровней шума использован принцип «воздействие шума выше установленного уровня достоверно повышает риск неблагоприятных последствий для здоровья» и включал пять критериев оценки:

1. Оценка достоверности функциональной зависимости «воздействие – ответ» на основании критического обзора российских и международных данных о влиянии шума на каждый из возможных неблагоприятных исходов.

2. Оценка нижней границы уровня шума, измеренная в каждом из соответствующих систематических обзоров.

3. Оценка увеличения относительного риска для каждого из возможных неблагоприятных исходов.

4. Установление границ уровня воздействующего шума на основании функциональной зависимости «воздействие – ответ», начиная с нижнего измеренного показателя (пункт 2) до повышения относительного риска развития неблагоприятных исходов (пункт 3).

5. Сравнение влияния на здоровье по различным неблагоприятным исходам для отдельного источника шума: выбор границ уровня шума для каждого источника был основан на том неблагоприятном исходе, который развивался в первую очередь при минимальном уровне воздействия.

Основными критическими органами, на которые воздействует шум, являются сердечно-сосудистая и нервная система, орган слуха. Как наиболее частые заболевания сердечно-сосудистой системы, распространенность которых увеличивается при воздействии повышенных уровней шума, нами изучались результаты эпидемиологических исследований относительно ишемической болезни сердца, гипертонии, инсульта, артериальной гипертонии у детей.

Относительно ишемической болезни сердца нет данных о когортных или исследованиях «случай – контроль», доказывающих влияние авиационного шума на увеличение распространенности болезни. Однако имеются два экологических исследования о взаимосвязи авиационного шума и случаев госпитализации по поводу ишемической болезни сердца (Correia et al., 2013; Hansell et al., 2013). В исследование было включено в общем сложности 9 619 082 участника и зарегистрировано 158 977 случаев заболевания. Проведенный анализ относительного риска показал величину, равную  $OR = 1,09$  (95 %-ный ДИ 1,04–1,15), при увеличении на каждые последующие 10 дБ суточного эквивалентного уровня шума (*Lden*). Увеличение относительного риска от воздействия авиационного шума отмечалось при значениях 52,6 дБ *Lden*, наименьшее воздействие составляло < 45 дБ. Средневзвешенный показатель составил 47 дБ. Доказательная база была расценена как очень низкая.

В дополнительных двух поперечных исследованиях была проведена оценка распространенности ишемической болезни сердца у населения, проживающего в непосредственной близости к крупным европейским аэропортам. Всего в исследования были включены 14 098 человек и 340 случаев (Babisch et al., 2005b, 2008, 2012a, 2012b, 2013a; Floud et al., 2011, 2013a, 2013b; Jarup et al., 2005, 2008; van Poll et al., 2014). Анализ относительного риска показал величину, равную  $OR = 1,07$



(95 %-ный ДИ: 0,94–1,23), при увеличении на каждые последующие 10 дБ суточного эквивалентного уровня шума (*Lden*). Доказательная база расценена как низкая.

Еще одно когортное и два экологических исследования были посвящены воздействию авиационного шума и смертности от ишемической болезни сердца (Huss et al., 2010; Hansell et al., 2013; van Poll et al., 2014). Когортное исследование включало 4 580 311 жителей Швейцарии и 15 532 случая заболевания, ОР = 1,04 (95 %-ный ДИ: 0,98–1,11) на +10 дБ *Lden*. Доказательная база оценена как низкая. В двух экологических исследованиях участвовало 389 765 жителей Нидерландов и Соединенного Королевства, включая 26 066 случаев заболеваний. Итоговый ОР = 1,04 (95 %-ный ДИ: 0,97–1,12) на +10 дБ *Lden*. Доказательная база оценена как очень низкая.

Оценивая результаты научных исследований по распространенности гипертензии, следует отметить одно когортное исследование, посвященное оценке корреляционной зависимости между уровнями воздействия авиационного шума и ростом заболеваемости гипертонией у жителей Швеции (Bluhm et al., 2004, 2009; Eriksson et al., 2007, 2010). В исследовании участвовало 4712 человек, было установлено 1346 случаев заболевания. По результатам исследования установлен относительный риск ОР = 1,00 (95 %-ный ДИ: 0,77–1,30) на +10 дБ *Lden*. Доказательная база оценена как средняя.

Дополнительно оценены результаты девяти поперечных исследований распространенности гипертензии у 60 121 человека, включая 9487 случаев (Ancona et al., 2010; Babisch et al., 2005b, 2008, 2012a, 2012b, 2013a; Breugelmans et al., 2004; Evrard et al., 2013, 2015; Houthuijs & van Wiechen, 2006; Jarup et al., 2005, 2008; Matsui, 2013; Matsui et al., 2001, 2004; Rosenlund et al., 2001; van Kamp et al., 2006; van Poll et al., 2014). Итоговый ОР = 1,05 (95 %-ный ДИ: 0,95–1,17) на +10 дБ *Lden*. Исследования являются противоречивыми, доказательная база оценена как низкая.

При изучении инсульта ни одно когортное или поперечное исследование о связи авиационного шума и этого заболевания не было обнаружено, однако имелись два экологических исследования в городах, близко расположенных к аэропортам в Соединенном Королевстве и США, включающие 9 619 082 человека и 97 949 случая заболевания (Correia et al., 2013; Hansell et al., 2013). Итоговая оценка относительного риска составила ОР = 1,05 (95 %-ный ДИ: 0,96–1,15) на +10 дБ *Lden*. Доказательная база оценена как очень низкая.

Также изучены два поперечных исследования по оценке распространенности инсульта включали 14 098 человек и 151 случай заболевания (Babisch et al., 2005b, 2008, 2012a, 2012b, 2013a; Floud et al., 2011, 2013a, 2013b; Jarup et al., 2005, 2008; van Poll et al., 2014). Итоговая оценка относительного риска составила ОР = 1,02 (95 %-ный ДИ: 0,80–1,28) на +10 дБ *Lden*. Доказательная база оценена как очень низкая.

Еще одно когортное и два экологических исследования были посвящены оценке зависимости повышенных уровней авиационного шума и смертности от инсульта (Huss et al., 2010; Hansell et al., 2013; van Poll et al., 2014). Когортное исследование включало 4 580 311 жителей Швейцарии и 25 231 случай заболевания, ОР = 0,99 (95 %-ный ДИ: 0,94–1,04) на +10 дБ *Lden*. Итоговая доказательная база оценена как средняя. Два экологических исследования включали в общем 3 897 645 жителей Нидерландов и Соединенного Королевства и 12 086 случаев заболеваний. Итоговая оценка относительного риска составила ОР = 1,07 (95 %-ный ДИ: 0,98–1,17) на +10 дБ *Lden*. Доказательная база оценена как очень низкая.

Корреляционная зависимость влияния авиационного шума на увеличение артериального давления у детей описано в двух поперечных исследованиях в Австралии, Нидерландах и Соединенном Королевстве, включала в общем 2013 человек (Clark et al., 2012; Morrell et al., 1998, 2000; van Kempen et al., 2006). Были оценены изменения систолического и диастолического давления в условиях дома и детских школьных учреждениях. В результатах было обнаружено серьезное противоречие, поэтому окончательная оценка не была дана. Доказательная база оценена как очень низкая.

Влияние авиационного шума на нервную систему заключается в повышении раздражительности, умственных нарушениях, нарушениях сна, которые и были оценены в исследованиях.

Большая доказательная база показывает взаимосвязь авиационного шума и повышение раздражительности. 12 исследований позволили смоделировать функциональную зависимость «воздействие – ответ» между суточным эквивалентным уровнем шума (*Lden*) и процентом очень раздраженных людей (% ОчР) (Babisch et al., 2009; Bartels et al., 2013; Breugelmans et al., 2004; Brink et al., 2008; Gelderblom et al., 2014; Nguyen et al., 2011, 2012a, 2012b; Sato & Yano, 2011; Schreckenberг & Meis, 2007). Исследования включали данные о 17 094 участниках. Самый низкий уровень шума, рассмотренный в каждом из исследований, составлял 40 дБ и соответствовал 1,2 % ОчР. Показатель 10 % ОчР достигается при приблизительном уровне шума 45 дБ *Lden* (табл. 1). Так как большинство исследований поперечные, доказательная база оценена как средняя. Общая доказательная база была в дальнейшем обоснована с помощью дополнительных методов статистического анализа. При сравнении воздействия шума 50 и 60 дБ анализ достоверно показал взаимосвязь между авиационным шумом и долей ОчР при увеличении на 10 дБ (ОШ = 3,40, 95 %-ный ДИ: 2,42–4,80). Более того, были получены достоверные данные об увеличении доли ОчР при воздействии звука и его возрастании на 10 дБ (ОШ = 4,78, 95 %-ный ДИ: 2,27–10,05).

Таблица 1

Взаимосвязь между воздействием авиационного шума (*Lden*) и раздражительностью (ОчР)

<i>Lden</i> , дБ	Доли ОчР, %
40	1,2
45	9,4
50	17,9
55	26,7
60	36,0
65	45,5
70	55,5

Взаимосвязь между авиационным шумом и умственными нарушениями, оцененные стандартизированными методами, имели среднюю доказательную базу и были основаны на описательных обзорах 14 исследований, изучающих влияние авиационного шума на понимание прочитанного и устной речи (Clark et al., 2006, 2012, 2013; Evans & Maxwell, 1997; Haines et al., 2001a, 2001b, 2001c; Hygge et al., 2002; Klatte et al., 2014; Matsui et al., 2004; Seabi et al., 2012, 2013; Stansfeld et al.,

2005, 2010). Из них 10 исследований были поперечными и только четыре имели продольный и/или интервенционный дизайн (Clark et al., 2013; Haines et al., 2001c; Hygge et al., 2002; Seabi et al., 2013). В большинстве работ (10 из 14) было показано снижение понимания прочитанного при воздействии авиационного шума.

Это подтверждается и другими исследованиями, относящимися к функции познания. Была получена средняя доказательная база по связи авиационного шума и ухудшения результатов стандартизированных оценочных тестов у детей (Eagan et al., 2004; FICAN, 2007; Green et al., 1982; Sharp et al., 2014). Также же имелась средняя доказательная база по ассоциации авиационного шума со снижением долговременной памяти у детей (Haines et al., 2001b). По кратковременной памяти данных нет.

При этом убедительных данных о связи авиационного шума и внимания у детей получено не было (доказательная база очень низкая) (Haines et al., 2001a; Hygge et al., 2002; Matsui et al., 2004; Stansfeld et al., 2005, 2010). То же относится и к связи с рабочей памятью (доказательная база оценена как очень низкая) (Clark et al., 2012; Haines et al., 2001a; Haines et al., 2001b; Klatt et al., 2014; Matheson et al., 2010; Stansfeld et al., 2005; 2010; van Kempen et al., 2010, 2012).

О влиянии авиационного шума на сон было изучено шесть исследований, включавших 6371 человека (Nguyen et al., 2009, 2010, 2011, 2012c, 2015; Schreckenberg et al., 2009; Yano et al., 2015). Большинство исследований были поперечные и включали относительно здоровое взрослое население. Модель основывалась на ночном уровне шума (*Lnight*) с уровнем от 40 до 65 дБ; нижняя граница в 40 дБ установлена по причине неточностей измерений более низкого уровня шума (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Обобщение данных о влиянии авиационного шума в ночное время (*Lnight*)

Показатель	Исход	Количественный риск неблагоприятного воздействия	Нижний уровень воздействия шума	Количество участников (исследований)	Доказательная база
<i>Нарушение сна</i>					
<i>Lnight</i>	Сильное нарушение сна (% СНР)	ОР = 1,94 (95 %-ный ДИ: 1,61–2,33) на +10 дБ	35 дБ	6371 (6)	Средняя (понижена за недостатки исследований, противоречивость; повышена за зависимость «уровень – ответ», значимость эффекта)

Диапазон воздействующего шума, описанный в исследованиях, составлял 37,2–62,5 дБ. Больше 11 % населения (95 %-ный ДИ: 4,72–17,81) были отнесены к группе людей с сильными нарушениями сна (СНС) при воздействии шума в 40 дБ. Доля СНС при других значениях авиационного шума показана в табл. 3. Исследования были основаны на анкетировании, в котором особое внимание уделялось вопросам роли шума при внезапных пробуждениях, трудностях при засыпании и/или беспокойном сне. Эти взаимосвязи между авиационным шумом и нарушением сна могут быть выражены как ОР = 1,94 (95 %-ный ДИ: 1,61–2,33) на +10 дБ. Доказательная база оценена как средняя.

Таблица 3

Взаимосвязь между авиационным шумом в ночное время (*Lnight*) и нарушением сна (% СНР)

<i>Lnight</i>	% СНР	95 %-ный ДИ
40	11,3	4,72–17,81
45	15,0	6,95–23,08
50	19,7	9,87–29,60
55	25,5	13,57–37,41
60	32,3	18,15–46,36
65	40,0	23,65–56,05

Прямое влияние авиационного шума на сон было обнаружено даже тогда, когда в обзорах не сообщался источник шума, хотя данные были статистически незначимые (OR = 1,17, 95 %-ный ДИ: 0,54–2,53 на +10 дБ) (Brink, 2011). Доказательная база оценена как очень низкая. Более того, были получены доказательства средней силы о связи авиационного шума и пробуждений по ночам с использованием полисомнографа (OR = 1,35, 95 %-ный ДИ: 1,22–1,50 на +10 дБ внутреннего шума *Las, max*) (Basner et al., 2006). Также имелась низкая доказательная база по связи авиационного шума и подвижностью во сне у взрослых (Passchier-Vermeer et al., 2002).

На основании подробного анализа научных исследований не было найдено ни одного доказательства о влиянии авиационного шума на снижение слуха и звон в ушах.

Таким образом, на основании критического анализа результатов научных исследований имеется достаточно данных для обоснования допустимого уровня авиационного шума.

Уровни воздействия были определены в зависимости от негативных последствий для здоровья. Для каждого из исходов уровень воздействия определен по тому значению, для которого возрастал относительный риск соответствующей функциональной зависимости «воздействие – ответ» (табл. 4).

Основываясь на оценке относительного риска неблагоприятных последствий для здоровья, необходимо установить границу среднего уровня авиационного шума в 45,4 дБ *Lden*, так как при этом значении увеличивается раздражительность. Было показано, что раздражительность увеличивается и при более низких уровнях шума, но это не влияет на развитие других неблагоприятных исходов. Показатель может быть округлен до 45 дБ *Lden*. Доказательная база для этого исхода была средняя, поэтому норматив может быть рекомендован для утверждения.

Далее было оценено влияние ночного шума на сон (табл. 5).

Основываясь на этих данных, можно установить границу уровня ночного шума – 40,0 дБ *Lnight*. Стоит обратить внимание на то, что эти значения среднего уровня ночного шума от воздушных судов сильно превышают целевой показатель, взятый за повышение относительного риска у 3 % лиц с сильным нарушением сна. Однако, так как достоверных данных по уровню шума ниже этого показателя не было получено, считаем возможным не опускать уровень, так как экстраполяция отношения «воздействие – ответ» для достижения этой оценки была бы неминуема. Так как доказательная база для этого исхода была средняя, то норматив может быть рекомендован для утверждения.

Т а б л и ц а 4

Средний уровень авиационного шума *Lden* по первоочередным последствиям для здоровья населения

Первоочередной исход	Целевой показатель	Доказательная база
ИБС: увеличение ОР при воздействии шума от ВТ возникает при 52,6 дБ <i>Lden</i> . Средневзвешенный показатель минимального уровня шума, зарегистрированного в исследованиях, был 47 дБ <i>Lden</i> , соответствующий ОР в метаанализах, был 1,09 на +10 дБ	5 %-ное увеличение ОР	Очень низкая
Гипертония: одно исследование содержало критерий исключения. Не было показано значимого повышения ОР при воздействии повышенного уровня шума	10 %-ное увеличение ОР	Низкая
Раздражительность: был абсолютный риск 10 % при воздействии шума 45,4 дБ <i>Lden</i>	Абсолютный риск – 10 %	Средняя
Стойкое снижение слуха	Не увеличивается	Ни одно исследование не отвечало критериям включения
Понимание прочитанного и устной речи: увеличение ОР при 55 дБ <i>Lden</i>	Задержка в 1 мес.	Средняя

Т а б л и ц а 5

Уровень ночного шума *Lnight* от воздушных судов по первоочередным последствиям для здоровья

Первоочередной исход	Целевой показатель	Доказательная база
Нарушение сна: 11 % участников оценивали нарушение сна как сильное при уровне шума 40 дБ <i>Lnight</i>	Абсолютный риск 3 %	Средняя

Реализованные мероприятия (открытие и/или закрытие полос, изменение стандартного курса взлета/посадки воздушного судна) показали возможность снижения воздействия шума, а вместе с ним и снижение нарушения умственной деятельности и раздражительности.

**Выводы.** Таким образом, в рамках работ по оценке риска для здоровья населения, при обосновании границ приаэродромных территорий необходимо в качестве критерия безопасности установить уровень эквивалентного уровня суточного шума *Lden* – 45 дБ, поскольку шум от воздушных судов выше этого уровня вызывает негативные последствия для здоровья населения, а также установить уровень ночного уровня шума *Lnight* – 40 дБ, поскольку шум от воздушных судов в ночное время выше этого уровня вызывает нарушение сна.

## Доза шума как мера воздействия шумового фактора

Д.Н. Кошурников<sup>1</sup>, А.Л. Пономарев<sup>1</sup>,  
Э.В. Седусова<sup>1</sup>, А.А. Бухаринов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Существующие методические подходы по оценке дозы шума характеризуют кратность превышения и не отражают переход к средневзвешенному суточному эквивалентному уровню для задач оценки риска здоровью населения. В настоящем исследовании рассмотрены методические подходы, позволяющие установить средневзвешенный суточный уровень эквивалентного шума на основе формирования суточной дозы шума по данным инструментальных измерений с учетом числа и длительности шумовых событий. Оценка и прогноз риска нарушений здоровья проводились с применением утвержденной методики по оценке риска от воздействия транспортного шума МР 2.1.10.0059-12. Предложенные методические подходы апробированы на примере детских дошкольных учреждений города Перми. Рассчитаны возможные риски нарушений здоровья детского населения, посещающего детские дошкольные учреждения вблизи объектов транспортной инфраструктуры, и последующего проживания на исследуемой территории. В рамках исследования установлено, что основной вклад в суточную дозу детского населения формирует самоиндуцированный шум.

**Ключевые слова:** шумовая экспозиция, доза шума, оценка риска от шума, среднесуточная доза шума, средневзвешенный эквивалентный уровень шума.

По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году» в структуре жалоб населения на неудовлетворительные условия проживания наибольший удельный вес отмечался по шуму (58 %) [6].

Показателем формирования неблагоприятной среды по шумовому фактору по результатам акустического зонирования исследуемой территории [2, 3] является численность экспонируемого населения. Такой показатель носит популяционный характер и не отражает индивидуальных особенностей пребывания человека в различных шумовых условиях. В качестве индивидуальной оценки шумового воздействия может использоваться индивидуальная доза шума, характеризующая возможные нарушения отдельных органов и систем.

«Руководство по шуму окружающей среды», опубликованное Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в 2018 г., содержит обзор научной литературы о влиянии шумового загрязнения окружающей среды на здоровье человека и разработки научно обоснованных рекомендаций для защиты здоровья населения от неблагоприятных последствий шумового фактора [10]. Нарушения здоровья населения, связанные с воздействием шумового фактора, подтверждаются многочисленными исследованиями [8, 9].

В связи с обеспокоенностью отечественных и зарубежных органов власти вопросами оценки шумового воздействия на здоровье населения оценка шумовой экспозиции на основе установления индивидуальной дозы шума является наиболее

актуальным и достоверным инструментом для задач прогнозирования состояния здоровья экспонируемого населения.

**Цель настоящего исследования** заключалась в оценке индивидуальной дозы шума детского населения в условиях пребывания на территории детских дошкольных учреждений (ДДУ) в границах крупного городского поселения, сопряженного с высокой транспортной загруженностью, для задач оценки риска возможных нарушений здоровья, обусловленных шумовым фактором.

В качестве объектов исследования были выбраны территории размещения трех ДДУ на территории г. Перми, характеризующегося высокой загруженностью по всем видам транспорта (автомобильный, железнодорожный, воздушный).

**Материалы и методы.** В качестве основополагающего документа при оценке воздействия шумового фактора на детское дошкольное население была использована методика оценки дозовой шумовой нагрузки. Методика проводилась по результатам инструментальных измерений уровней шума за отдельные периоды времени или отдельные шумовые события, согласно проекту МР «Оценка акустической экспозиции на основе измерения индивидуальной дозы шума для задач оценки риска здоровью», разработанных ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в 2018 г. Предложенные методические подходы основаны на расчете средневзвешенного суточного уровня дозовой нагрузки через учет длительности и уровней звука шумовых событий.

В течение февраля – августа 2018 г. в трех рассмотренных ДДУ было проведено более 300 инструментальных измерений эквивалентного уровня звука внутри ДДУ и на прилегающей территории с целью оценки формируемых уровней транспортного шума. В качестве объектов оценки шумовой экспозиции были рассмотрены: МАДОУ «Детский сад № 370» (характеризовался фоновым влиянием городского шума и был выбран как контрольная территория); МАДОУ «Детский сад № 80» г. Перми (характеризовался воздействием автомобильного и железнодорожного транспорта), МБДОУ «Савинский детский сад “Созвездие”» (характеризовался воздействием авиационного транспорта).

Измерения уровней шума были проведены в будние дни в дневное время (7.00–19.00 ( $L_{day}$ )) для оценки уровней шума в период пребывания детского населения в ДДУ. При этом в исследовании было принято, что в вечерний период (19.00–23.00 ( $L_{evening}$ )) – отдых в домашних условиях) и ночной период (23.00–07.00 ( $L_{night}$ )) – сон в домашних условиях) дети находились в условиях допустимого уровня шумовой нагрузки согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [7] с уровнем звука 40 и 30 дБА соответственно.

Оценка риска для здоровья населения проводилась на основании рассчитанного эквивалентного средневзвешенного суточного шума ( $L_{den}$ ), который введен Директивой Европейской комиссии 2002/49/ЕС от 25 июня 2002 г. [1]. При расчете средневзвешенного суточного уровня учитывались три интервала времени: дневной ( $L_{day}$ ), вечерний ( $L_{evening}$ ) и ночной ( $L_{night}$ ).

В исследовании был использован методический подход по сопряжению инструментальных и расчетных данных об уровнях шумовой экспозиции. В качестве расчетных данных были использованы результаты акустических расчетов на прилегающей к ДДУ территории с учетом сторонних источников шума, в частности транспортного происхождения. Расчеты были выполнены с применением специализированного программного продукта «Эколог-Шум» версия 2.4 (фирма «Инте-

грал») с последующей визуализацией полученных результатов с применением геоинформационных технологий (ГИС).

По итогам сопряжения данных в соответствии с методикой оценки дозовой шумовой нагрузки по результатам инструментальных измерений уровней шума за отдельные периоды времени или отдельные шумовые события согласно МР «Оценка акустической экспозиции на основе измерения индивидуальной дозы шума для задач оценки риска здоровью» был сформирован уровень индивидуальной дозы в виде средневзвешенного суточного уровня шума с последующей оценкой риска здоровью населения.

Оценка риска здоровью населения проводилась согласно методическим рекомендациям МР 2.1.10.0059-12 через расчет приведенного индекса риска [4].

**Результаты и их обсуждение.** На основании проведенных измерений были получены уровни шумового воздействия в местах пребывания детского населения на территории ДДУ (внутри помещений и на территории). Измерения уровней шума осуществлялись в периоды проведения различных мероприятий, соответствующих режиму дня в ДДУ. Результаты измерений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты инструментальных измерений в ДДУ

№ п/п	Режим дня детей, пребывающих в ДДУ (07.00–19.00, согласно п. 1–15)	Длительность мероприятия (ч)	Среднее за период, дБА		
			ДДУ № 370	ДДУ № 80	ДДУ «Созвездие»
1	Приход детей в ДДУ, свободная игра, самостоятельная деятельность	1	67	71	69
2	Утренняя гимнастика	0,083	68	68	69
3	Подготовка к завтраку, завтрак	0,5	56	59	58
4	Игры, самостоятельная деятельность детей, индивидуальная работа с детьми	0,417	60	63	65
5	Организованная образовательная деятельность	0,667	56	56	61
6	Второй завтрак, подготовка к прогулке	0,167	59	62	58
7	Прогулка	2	64	68	66
8	Возвращение с прогулки, самостоятельная деятельность	0,25	66	71	69
9	Подготовка к обеду, обед	0,417	64	63	53
10	Подготовка ко сну, дневной сон	2,5	31	31	47
11	Постепенный подъем, гимнастика	0,333	50	46	48
12	Игры, самостоятельная и организованная образовательная деятельность индивидуальная работа с детьми	0,667	68	71	70
13	Подготовка к уплотненному полднику, уплотненный полдник	0,333	55	57	59
14	Игры, самостоятельная деятельность детей, индивидуальная работа с детьми	0,667	66	71	68
15	Подготовка к прогулке, прогулка, уход домой	2	67	69	71
16	Отдых в домашних условиях 19.00–23.00	4	40	40	40
17	Сон в домашних условиях 23.00–07.00	8	30	30	30

Обобщенные данные измерений показывают, что, например, для ДДУ № 370 наблюдаются уровни шумового воздействия до 68 дБА, включая пребывание на улице. Выделенные повышенные уровни обусловлены высокой наполняемостью



групп, что пропорционально увеличивает шумовую экспозицию в группе в общем, и влияет на индивидуальную дозу шума в частности. Фоновый уровень шума на прилегающей к ДДУ территории составил 46,3 дБА. Совокупный уровень шумовой экспозиции с учетом прогулки детей составил 64 дБА.

Территория ДДУ № 80 характеризовалась измеренными уровнями 71 дБА с учетом дневной прогулки, что определялось близостью расположения ДДУ с существующей железнодорожной магистралю. Значение фонового шума на территории, прилегающей к ДДУ, составило 55,3 дБА. Совокупный уровень экспозиции с учетом прогулки детей составил 68 дБА.

Измерения в ДДУ «Созвездие» формировались на уровне 71 дБА в отдельные периоды пребывания детей в ДДУ. При этом фоновый шум на прилегающей территории составил 52,6 дБА, совокупный уровень экспозиции с учетом прогулки – 66 дБА. Стоит отметить, что отсутствие повышенных уровней шума в периоды пролетов воздушных судов государственной авиации обусловлено отсутствием детей на прилегающей к ДДУ территории, экспозиция внутри помещений ДДУ отражена в результатах измерений.

Для задач оценки шумовой экспозиции кроме инструментальных измерений целесообразно использование результатов акустических расчетов для оценки влияния внешних источников на уровни внутри помещений и для учета сторонних источников шума в качестве фона [5].

Территория размещения ДДУ № 370 характеризуется зоной акустической тишины и общим фоновым влиянием городского шума. ДДУ располагается во втором эшелоне объектов капитального строительства относительно ближайших источников шума – городских автодорог по улицам пр. Парковый, ул. Подлесная, ул. Комиссара Пожарского, ул. Желябова. Вклад железнодорожного транспорта на территории ДДУ отсутствует ввиду значительного удаления от железнодорожных магистралей.

По результатам акустических расчетов было установлено, что в условиях высокой интенсивности движения автотранспорта (в среднем проезжает до 24 336 машин в сутки через створ наиболее оживленных магистралей), расчетные уровни шума на территории размещения ДДУ формировались на уровне 40–45 дБА, что соответствует установленным гигиеническим нормативам для территории жилой застройки [7].

ДДУ № 80 располагается в районе, который характеризуется акустическим влиянием железнодорожной магистрали и фоновым загрязнением прилегающей крупнейшей автомагистрали города. Вокруг ДДУ отсутствует значительное скопление объектов капитального строительства, что исключало экранирование уровней шума объектов транспортной инфраструктуры на ДДУ.

Акустические расчеты показали, что в условиях высокой интенсивности движения автотранспорта (в среднем через створ крупнейшей автомагистрали Стахановская – Чкалова проезжает до 41 520 машин в сутки) и достаточно интенсивного движения по железнодорожной магистрали (до 3 пар поездов в час) расчетные уровни шума на территории размещения ДДУ формировались на уровне 60–65 дБА, что не соответствует установленным гигиеническим нормативам для территории жилой застройки [7].

Район ДДУ «Созвездие» характеризовался зоной акустического воздействия авиационного транспорта и располагался под эякурами зон взлета и посадки воз-

душных судов гражданской и государственной авиации на расстоянии порядка 500 метров от взлетно-посадочного курса и на расстоянии 1400 метров от взлетно-посадочной полосы. ДДУ располагалось в д. Ванюки Пермского района на ул. Зеленая. Территория размещения ДДУ не имела значительного скопления объектов капитального строительства, что исключало экранирование уровней шума объектов транспортной инфраструктуры на ДДУ, а именно пролетов воздушных судов гражданской и государственной авиации.

Результаты акустических расчетов показали, что в условиях высокой интенсивности движения автотранспорта (в среднем через створ автомагистрали Пермь – Култаево за сутки проезжает до 38 280 машин), расчетные уровни шума на территории размещения ДДУ находятся на уровне 55–60 дБА, что соответствует установленным гигиеническим нормативам для территории жилой застройки (55 дБА) [7].

**Установление индивидуальной дозы шума.** Согласно разработанным методическим подходам, была рассчитана индивидуальная доза шума в каждом ДДУ, основанная на результатах инструментальных исследований в местах пребывания детей.

По результатам расчета индивидуальной дозы шума, согласно режиму пребывания детей в ДДУ, для исследуемых территорий были получены следующие результаты:

- детское население ДДУ № 370 характеризовалось эквивалентным уровнем средневзвешенного суточного шума 61,1 дБА, что формировало превышение среднесуточной дозы шума в 22,2 раза;
- детское население ДДУ № 80 характеризовалось эквивалентным уровнем средневзвешенного суточного шума 64,3 дБА, что формировало превышение среднесуточной дозы шума в 46,6 раза;
- детское население ДДУ «Созвездие» характеризовалось эквивалентным уровнем средневзвешенного суточного шума 63,8 дБА, что формировало превышение среднесуточной дозы шума в 41,8 раза.

**Оценка риска здоровью населения.** В рамках настоящего исследования проведена оценка риска здоровью детского населения, посещающего ДДУ, согласно МР 2.1.10.0059-12 [4], для обоснования вредного воздействия шумового фактора.

В рамках гигиенического исследования «Оценка риска здоровью населения» получены следующие результаты:

- для детей, посещающих ДДУ № 370 с 3-летнего возраста и, в перспективе, проживающих на экспонируемой территории в течение всей жизни, в условиях эквивалентного уровня средневзвешенного суточного шума 61,1 дБА формировались следующие уровни риска: умеренный риск нарушений сердечно-сосудистой системы возникает к 52 годам с переходом в высокий в 85 лет, в чрезвычайно высокий – в 87 лет; умеренный риск нарушений нервной системы возникает в 65 лет; умеренный риск нарушений органов слуха не формируется;
- в ДДУ № 80 формировался эквивалентный уровень средневзвешенного суточного шума 64,3 дБА, который формировал следующие уровни риска, при условии проживания с 3 лет и на протяжении всей жизни: умеренный риск нарушений сердечно-сосудистой системы возникает к 25 годам с переходом в высокий в 57 лет, в чрезвычайно высокий – в 66 лет; умеренный риск нарушений нервной системы возникает в 56 лет; умеренный риск нарушений органов слуха не формируется;
- для детей, посещающих ДДУ «Созвездие» с 3-летнего возраста и, в перспективе, проживающих на экспонируемой территории в течение всей жизни,

в условиях эквивалентного уровня средневзвешенного суточного шума 63,8 дБА формировались следующие уровни риска: умеренный риск нарушений сердечно-сосудистой системы возникает к 27 годам с переходом в высокий в 60 лет, в чрезвычайном высоком – в 68 лет; умеренный риск нарушений нервной системы возникает в 57 лет; умеренный риск нарушений органов слуха не формируется.

Представлена сводная таблица критических возрастных точек перехода риска из одной категории в другую (табл. 2). Стоит отметить, что для задач оценки риска устанавливаемая индивидуальная доза шума рассматривается как мера контакта человека с шумовым фактором в течение всей жизни.

Наибольший уровень эквивалентный средневзвешенного суточного шума формировался в ДДУ № 80 и составил 64,3 дБА.

Т а б л и ц а 2

Критические возрастные точки перехода риска из одной категории в другую

Номер точки	Уровень шума, дБА	Возраст перехода риска из низкого в умеренный			Возраст перехода риска из умеренного в высокий			Возраст перехода риска из высокого в чрезвычайно высокий		
		слух	ССС	НС	слух	ССС	НС	слух	ССС	НС
ДДУ № 370	61,1	–	52	65	–	85	–	–	87	–
ДДУ № 80	64,3	–	25	56	–	57	–	–	66	–
ДДУ «Созвездие»	63,8	–	27	57	–	60	–	–	68	–

Пр и м е ч а н и е : \* – прочерк в таблице «–» обозначает, что неприемлемый риск для данного органа или системы под воздействием шумового фактора не формируется.

**Выводы.** Результаты гигиенического исследования по оценке влияния шумового фактора на здоровье детского населения, посещающего ДДУ, с использованием методологии оценки индивидуальной дозы шума позволили сделать следующие выводы:

– на всех этапах гигиенической оценки согласно режиму дня ДДУ наблюдались превышения установленных гигиенических нормативов для помещений и спальных помещений в ДДУ согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96, за исключением дневного сна (для ДДУ № 370 и № 80), что обусловлено пребыванием детей в ДДУ, являющихся основным источником шума внутри. Результаты инструментальных измерений показывают и доказывают, что основным источником шума, в частности внутри помещений, является самоиндуцированный шум, характерный для человека или группы лиц;

– для отдельных территорий уровни фонового шумового загрязнения на территории ДДУ без присутствия детей формировались в пределах, установленных ПДУ, – 46,3 и 52,6 дБА для ДДУ № 370 и ДДУ «Созвездие» соответственно. Фоновое шумовое загрязнение на территории ДДУ № 80 было незначительно превышено и составляло 55,3 дБА. Можно сделать вывод, что источники городского шума не формируют значительных превышений уровней шума;

– совокупный уровень шумового воздействия на территории ДДУ (транспортный шум и пребывание детей) превышал установленные ПДУ на всех исследуемых территориях: ДДУ № 370 – 64 дБА, ДДУ № 80 – 68 дБА, ДДУ «Созвездие» – 66 дБА;

– повышенные уровни шумовой экспозиции в ДДУ № 370 обусловлены высокой наполняемостью групп, в ДДУ № 80 – близостью расположения железнодорожной магистрали. Отсутствие повышенных уровней шума в периоды пролетов воз-

душных судов государственной авиации в ДДУ «Созвездие» обусловлено отсутствием детей на территории ДДУ в период пролетов воздушных судов;

– оценка и управление шумовым воздействием носит сугубо индивидуальный характер, связанный с режимом жизнедеятельности каждого человека индивидуально;

– предложенные методические подходы позволяют провести оценку и сделать прогноз развития ситуации при воздействии шума на человека с последующим снижением или исключением вредного воздействия на человека.

### Список литературы

1. Директива 2002/49/ЕС Европейского Парламента и Совета от 25 июня 2002 года относительно оценки и контроля шума окружающей среды [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.02.2019).

2. К оценке рисков для здоровья при воздействии шума в рамках обоснования санитарно-защитной зоны крупного аэропорта / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.Н. Кошурников, С.В. Клейн // Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами: материалы Всерос. науч.-практ. конф. / под редакцией А.Ю. Поповой. – Пермь, 2017. – С. 119–122.

3. Клейн С.В., Кошурников Д.Н., Чигвинцев В.М. Опыт зонирования городской территории по уровню риска возможного нарушения здоровья населения под воздействием техногенного шума внешней среды // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 5–2. – С. 469–476.

4. МР 2.1.10.0059-2012. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума: методические рекомендации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.02.rospotrebnadzor.ru/content/138/18346/> (дата обращения: 15.02.2017).

5. МУК 4.3.2194–07. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – М., 2007. – 16 с.

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2018. – 268 с.

7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М., 1996.

8. Acute effects of night-time noise exposure on blood pressure in populations living near airports / A.S. Haralabidis, K. Dimakopoulou, F. Vigna-Taglianti, M. Giampaolo, A. Borgini, M.L. Dudley [et al.] // European Heart Journal. – 2008. – № 2.

9. Exposure and Effect Indicators of Environmental Noise / H. Ising, W. Babisch, R. Guski, B. Kruppa, C. Maschke. – 2004.

10. WHO Regional Office for Europe. Environmental Noise Guidelines for the European Region [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018> (дата обращения: 21.12.2018).

## Основные подходы к установлению допустимых уровней воздействия остаточных количеств ветеринарных препаратов в составе пищевой продукции

В.Г. Сперанская, Е.В. Федоренко, С.И. Сычик

РУП «Научно-практический центр гигиены»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Система нормирования допустимых уровней воздействия остаточных количеств ветеринарных препаратов в пищевой продукции основывается на оценке риска здоровью человека и определении основного типа воздействия препаратов на организм. В зависимости от типа воздействия (токсического, микробиологического или фармакологического) подходы по установлению ADI имеют существенные различия.

**Ключевые слова:** остаточные количества ветеринарных препаратов, допустимая суточная доза поступления, недействующая суточная доза.

В международной практике разработана система показателей, обеспечивающих безопасность пищевой продукции для жизни и здоровья населения в связи с остаточными количествами ветеринарных препаратов.

Нормативами допустимых уровней воздействия остаточных количеств ветеринарных препаратов в пищевой продукции являются допустимая суточная доза (ДСД/Acceptable daily intake (ADI)), микробиологическая допустимая суточная доза (мДСД/microbiological Acceptable daily intake (mADI)) и максимально допустимый уровень содержания в пищевой продукции (МДУ/Maximum residue limit (MRL)).

Согласно рекомендациям Комитета по пищевым добавкам ФАО/ВОЗ (JECFA) (далее – Комитет) ADI устанавливаются на основании проведенных исследований, с оценкой воздействия на органы (системы)-мишени по одному из трех типов воздействия: токсическому, фармакологическому и/или антимикробному [8].

При наличии данных о токсическом воздействии на организм остатков ветеринарных препаратов, поступающих с пищевыми продуктами, ADI рекомендуется определять с учетом максимально недействующей суточной дозы (No-observed-adverseeffect level (NOAEL)). Исходными данными для обоснования NOAEL являются результаты, полученные при проведении токсикологических экспериментов на лабораторных животных или эпидемиологических исследований с количественной оценкой токсичности, основанной на установлении зависимости «доза – эффект» [4].

На тридцать восьмом совещании Комитета было подтверждено [8], что при расчете ADI следует руководствоваться «Принципами безопасности по оценке пищевых добавок и загрязняющих веществ в пищевых продуктах» (IPCS, 1987), в которых рекомендовано применение коэффициента запаса ( $F$ ) при установлении NOAEL. Коэффициент запаса ( $F$ ) в зависимости от количества и качества доступных в ходе эксперимента данных может находиться в диапазоне от 1 до 1000.

Согласно данным Комитета, ADI устанавливается для исходных ветеринарных препаратов, используемых в животноводческой практике. В определенных случаях ADI определяется для метаболитов фармакологического препарата, например, для стрептомицина и дигидрострептомицина, или для группы препаратов. Так, согласно рекомендациям Комиссии Codex Alimentarius установлена групповая ADI (mADI) для антибиотиков тетрациклиновой группы (тетрациклин, окситетрациклин, хлортетрациклин). Так, для комбинированных остатков дигидрострептомицина и стрептомицина по результатам проведенных токсикологических экспериментов на лабораторных животных ADI была установлена на уровне 0–50 мкг/кг массы тела согласно формуле (1):

$$ADI = \frac{NOAEL}{F} = \frac{5}{100} = 50, \quad (1)$$

где ADI – допустимая суточная доза поступления остаточных количеств стрептомицина (мкг/кг);

NOAEL – максимально недействующая доза (мг/кг);

F – коэффициент запаса [6].

При проведении многочисленных токсикологических исследований для установления ADI хлорамфеникола было описано его цито-, эмбрио-, фето- и генотоксическое воздействие на организм. Решающим аргументом в пользу невозможности установления ADI хлорамфеникола послужили данные о развитии апластической анемии у людей. В связи с невозможностью моделирования подобных экспериментов по развитию заболевания у лабораторных животных и, соответственно, определения NOEL Комитет пришел к выводу о нецелесообразности установления ADI хлорамфеникола и его метаболитов. Вышесказанное послужило основанием для запрета использования хлорамфеникола в сельскохозяйственной практике [5].

При получении данных о воздействии остаточных количеств ветеринарных препаратов на кишечную микрофлору человека (нарушение соотношения аэробных и анаэробных форм, развитие антибиотикорезистентных микроорганизмов), т.е. при наличии микробиологического риска, для установления ADI проводится анализ имеющейся информации о степени воздействии остаточных количеств препарата на микрофлору кишечника и определение следующего:

- являются ли остаточные количества препарата или его метаболита активными по отношению к кишечной микрофлоре человека;
- каковы особенности фармакокинетики препарата – проходит ли через толстый кишечник большая часть остаточных количеств препарата или его метаболита;
- теряют ли препараты свою микробиологическую активность при метаболизме в кишечнике.

При получении отрицательного ответа на любой из трех вышеуказанных вопросов допускается, что микробиологический риск отсутствует, установление микробиологической допустимой суточной дозы (мДСД/mADI) нецелесообразно и ADI следует определять с учетом применения токсикологического подхода.

При наличии микробиологического риска для определения mADI учитывают основные неблагоприятные эффекты, возникающие под действием остаточных количеств антибактериальных препаратов в кишечнике [8]. Так, при проведении исследований в целях определения ADI для антибиотиков тетра-

циклиновой группы (тетрациклин, окситетрациклин, хлортетрациклин) Комитетом была установлена их низкая токсичность, схожесть фармакологических свойств и воздействия на органы-мишени. Недействующая суточная доза (NOEL) тетрациклинов определена на уровне 2 мг в день. Проведенные исследования на волонтерах показали, что основными неблагоприятными эффектами воздействия остаточных количеств тетрациклинов при применении в терапевтических дозах (употребление 2 г в день в течение 7 суток) является нарушение микрофлоры кишечника и увеличение резистентных бактерий *Enterobacteriaceae*, т.е. существует микробиологический риск.

При проведении дальнейших исследований установлено, что поступление в организм тетрациклинов в количестве 20 мг в сутки не вызывает значительных изменений интестинальной микрофлоры и подавления восприимчивых анаэробов. В то же время при поступлении тетрациклинов в дозе 2 мг в сутки не обнаружено увеличения антибиотикорезистентных колиформ [2].

Таким образом, с учетом вариабельности кишечной флоры у людей и применения в формуле расчета фактора неопределенности 10 групповая ADI антибиотиков тетрациклиновой группы (тетрациклин, окситетрациклин, хлортетрациклин) была установлена по формуле (2):

$$mADI = \frac{NOAEL}{Fm} = \frac{2}{10 \cdot 60} = 3, \quad (2)$$

где mADI – групповая микробиологическая допустимая суточная доза поступления остаточных количеств тетрациклинов (мкг/кг);

NOAEL – максимально недействующая доза (мг/кг);

F – коэффициент запаса;

m – масса индивидуума (кг).

По причине отсутствия исследований в диапазоне доз от 2 до 20 мг в сутки отмечалось, что реальная допустимая суточная доза может быть несколько выше установленной.

В 40-м Докладе совместного экспертного комитета по пищевым добавкам FAO/WHO допустимая суточная доза для тетрациклинов была пересмотрена. На основании заключения комитета о возможности отказа от фактора неопределенности mADI для тетрациклинов была принята на уровне 30 мкг/кг массы тела в сутки.

Учитывая вариабельность чувствительности кишечной микрофлоры взрослых и детей, различные сценарии поступления тетрациклинов с рационами питания, отказ от фактора неопределенности для тетрациклиновой группы может увеличивать риск неблагоприятного воздействия на организм и, следовательно, является необоснованным.

В результате исследований при установлении ADI для эритромицина микробиологические эффекты обнаруживались в диапазоне доз ниже, чем дозы, вызывающие токсикологические эффекты. Так, эритромицин ингибировал рост большинства лакто- и зубактерий в количествах менее 0,5 мг/мл, бифидобактерий – в количествах 0,19 мг/мл [7]. Учитывая, что эритромицин плохо абсорбируется из желудочно-кишечного тракта и проходит через толстый кишечник, не теряя микробиологической активности, была установлена mADI по формуле (3):

$$mADI = \frac{MIC_{50}M}{CFm} = \frac{0,1 \cdot 220}{0,5 \cdot 1 \cdot 60} = 0,7, \quad (3)$$

где  $mADI$  – микробиологическая допустимая суточная доза поступления остаточных количеств эритромицина (мкг/кг);

$MIC_{50}$  – минимальная концентрация эритромицина, ингибирующая рост 50 % культур бифидобактерий (мкг/кг массы тела);

$M$  – масса выделяемого кишечного содержимого (220 г в день);

$C$  – фракция дозы, ингибирующая рост микроорганизмов в кишечнике при пероральном введении;

$F$  – коэффициент запаса;

$m$  – масса индивидуума (кг).

Фармакологическую  $ADI$  рекомендуется определять, когда проявление фармакологических эффектов (например, изменение гормонального фона, бронхоспазм, кардиоваскулярных эффектов и других) можно ожидать у человека в связи с поступлением остаточных количеств препаратов с пищевой продукцией в диапазоне доз, равном или ниже дозы, вызывающей токсические эффекты [3].

Так при расчете  $ADI$  рактопамина Комитет пришел к выводу, что острые сердечные реакции у людей являются основными эффектами воздействия остаточных количеств данного препарата [7].

Комбинированная  $NOEL$ , равная 67 мкг/кг, была определена на основе изменений показателей сердечной деятельности человека. Коэффициент безопасности 10 был предложен в целях учета индивидуальной изменчивости, а дополнительный коэффициент безопасности 5 – ввиду небольшого размера выборки исследования и в целях учета вариабельности чувствительности у людей. В итоге коэффициент безопасности был равен 50. Таким образом,  $ADI$  рактопамина, основанная на фармакологических эффектах, округленная до целого числа, составила 1 мкг/кг (4):

$$ADI = \frac{NOAEL}{F} = \frac{67}{50} \approx 1, \quad (4)$$

где  $ADI$  – допустимая суточная доза поступления остаточных количеств рактопамина (мкг/кг);

$NOAEL$  – максимально недействующая доза (мкг/кг);

$F$  – коэффициент запаса.

Следует отметить, что установленная  $ADI$  рактопамина не учитывает возможные эффекты хронического воздействия рактопамина на организм человека (в особенности на наиболее чувствительные группы населения), а также неопределенности, связанные с потреблением мясных продуктов с различными рационами. Ввиду наличия недостатков в дизайне исследования по установлению  $ADI$  рактопамина (ограниченное число экспериментальных данных с участием людей, отказ от результатов некоторых исследований, проведенных на животных) величина  $ADI$  рактопамина должна находиться в интервале 0–1 мкг/кг [1].

По рекомендациям Комитета, если фармакологические эффекты учитываются при проведении токсикологических исследований, то устанавливается токсикологическая  $ADI$ ,  $mADI$  применяется в случаях, если препараты обладают только противомикробным действием.



Таким образом, существующая на международном уровне методология установления нормативов допустимых уровней воздействия остаточных количеств препаратов с пищевыми продуктами основывается на определении основного типа воздействия препаратов на организм человека. Установление допустимого суточного поступления должно дифференцироваться в зависимости от ведущего типа воздействия на организм – токсического, микробиологического или фармакологического.

### Список литературы

1. К оценке безопасности для здоровья населения рактопамина при его поступлении с пищевыми продуктами / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, В.А. Тутельян, Н.В. Зайцева, С.А. Хотимченко [и др.]. – Вестник РАМН. – Т. 68, № 6 (2013). – С. 4–8.
2. Материалы к оценке риска здоровью населения при поступлении остаточного содержания антибиотиков тетрациклиновой группы в пищевой продукции / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, А.И. Аминова, М.Р. Камалтдинов, Н.Г. Атискова. – М., 2012. – 38 с.
3. European Medicines Agency [Электронный ресурс]: Guideline on the approach to establish a pharmacological ADI. – URL: [http://www.ema.europa.eu/docs/en\\_GB/document\\_library/Scientific\\_guideline/2012/01/WC500120832.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Scientific_guideline/2012/01/WC500120832.pdf) (дата обращения: 28.03.2018).
4. Rico A.G., Burgat-sacaze V. Veterinary drugs and food safety: a toxicological approach // Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. – 1985. – № 4 (1). – P. 111–119.
5. Scientific Opinion on Chloramphenicol in food and feed, EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain // EFSA Journal 2014. – № 12 (11). – P. 3907.
6. World Health Organization and Food and Agriculture Organization [Электронный ресурс]. – Evaluation of certain veterinary drug residues in food, Fifty-eighth report of the Joint FAO / WHO Expert Committee on Food Additives. – URL: <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID = 2534> (дата обращения: 22.03.2018).
7. World Health Organization and Food and Agriculture Organization [Электронный ресурс]. – Evaluation of certain veterinary drug residues in food, Sixty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. – URL: <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID = 1064> (дата обращения: 22.03.2018).
8. World Health Organization and Food and Agriculture Organization [Электронный ресурс]: Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food. Chapter 5. Dose–response assessment and derivation of health-based guidance values. – URL: <http://www.who.int/foodsafety/publications/chemical-food/en> (дата обращения: 20.03.2018).

## **Методические подходы к выбору приоритетных для нормирования химических контаминантов (на примере N-нитрозоаминов в мясных консервах для детского питания для детей раннего возраста)**

**Д.В. Суворов, П.З. Шур,  
Т.В. Нурисламова, О.А. Мальцева**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Представлены методические подходы к выбору приоритетных для нормирования химических контаминантов в продуктах питания на примере N-нитрозоаминов в мясных консервах для детского питания для детей раннего возраста. Работа проведена на основании литературных данных и натурных исследований. По результатам исследования были установлены приоритетные для дальнейшей оценки риска N-нитрозоамины.

**Ключевые слова:** N-нитрозоамины, химические контаминанты, мясные консервы, детское питание.

Пищевые продукты являются одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на здоровье населения. В настоящее время на территории Российской Федерации действует ряд нормативно-правовых документов в области регулирования качества и безопасности пищевой продукции [9, 12]. Однако с совершенствованием методик определения химических веществ в продуктах питания их обнаружение осуществляется в количествах ниже ранее установленного предела определения для отдельных контаминантов. Вышесказанное относится и к веществам, для которых отсутствуют санитарно-гигиенические нормативы для отдельных видов пищевой продукции [9, 12].

Поскольку у детей, особенно до 3 лет, организм имеет ряд особенностей, таких как недостаточность ферментов, функций почек, повышенная проницаемость гематоэнцефалического барьера, недоразвитие ЦНС [1], они являются наиболее восприимчивыми к воздействию химических контаминантов. Следовательно, ведущее значение в исследовании непреднамеренно присутствующих химических загрязнителей имеют продукты питания для детского населения, особенно для детей раннего возраста.

Ранее проведенное исследование на содержание незаявленных производителем (непреднамеренно присутствующих) контаминантов в мясных консервах для детского питания для детей раннего возраста показало присутствие во всех исследуемых образцах наличие потенциально опасных органических азотсодержащих соединений – N-нитрозоаминов – в том числе тех, для которых отсутствуют гигиенические нормативы [4]. Известно, что N-нитрозоамины образуются непосредственно в результате нитрозирования. Амины и многие другие азотсодержащие вещества, а также различные нитрозирующие агенты широко распространены в воде, воздухе, пищевых продуктах [3].

В этой связи целесообразно установить приоритетные для нормирования N-нитрозоамины, содержащиеся в мясных консервах для детского питания для детей раннего возраста, с использованием методических подходов к выбору приоритетных для нормирования химических контаминантов в продуктах питания.

Критериями, по которым будет проводиться оценка выбора приоритетных для нормирования N-нитрозоаминов, служат:

- токсичность непреднамеренно присутствующих N-нитрозоаминов (в критерий входят вещества 1–2-го класс токсичности);
- канцерогенность N-нитрозоаминов (в критерий выбора входят вещества, классифицируемые по канцерогенности как 2В и выше);
- частота встречаемости в исследуемых продуктах питания (приоритетными являются вещества, частота встречаемости которых превышает 50 %).

В связи с этим были проанализированы мясные консервы, предназначенные для детей раннего возраста, различных производителей без добавления растительных компонентов. С целью получения репрезентативных результатов из одной партии проводился отбор 8 образцов мясных консервов. Всего было проанализировано 5 различных партий продукции (отобрано 40 образцов). В последующем данные образцы были проанализированы с использованием метода хромато-масс-спектрометрии.

Проведенный химико-аналитической лабораторией анализ<sup>1</sup> показал присутствие в мясных консервах, предназначенных для детей раннего возраста, наличие 6 N-нитрозоаминов, не имеющих гигиенического нормирования (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Нитрозосоединения, выявленные хромато-масс-спектрометрическим методом в мясных консервах, предназначенных для кормления детей раннего возраста

№ п/п	Наименование вещества	Установленный норматив <sup>2</sup>
1	N-метилэтилнитрозоамин (НМЭА)	Не нормируется
2	N-дипропилнитрозоамин (НДПА)	Не нормируется
3	N-дибутилнитрозоамин (НДБА)	Не нормируется
4	N-пиперидиннитрозоамин (НПИПНА)	Не нормируется
5	N-пирролидиннитрозоамин (НПИРНА)	Не нормируется
6	N-дифенилнитрозоамин (НДФНА)	Не нормируется

С целью проведения последующей оценки риска здоровью в результате поступления непреднамеренно присутствующих контаминантов в мясных консервах, предназначенных для детей раннего возраста в период с 6 месяцев до 3 лет, проведена идентификация потенциальной опасности выявленных веществ по классификации

<sup>1</sup> Стандарт организации СТО М 24-2016. МУК: Методика измерений содержания N-нитрозоаминов (N-диметилнитрозоамин, N-метилэтилнитрозоамин, N-диэтилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин, N-дибутилнитрозоамин, N-пиперидиннитрозоамин) в пищевой продукции (консервы из мяса, мясорастительные) хромато-масс-спектрометрическим методом (Диапазон 0,0002–0,0016 мкг/г; НПО = 0,0002 мкг/г). – М., 2016.

<sup>2</sup> Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/dep-texnreg/tr/Documents/TR%20TS%20PishevayaProd.pdf> (дата обращения: 20.03.2019).

Международного агентства по изучению рака (МАИР)<sup>1</sup> и классам токсичности веществ [5]. Ввиду отсутствия в российской классификации классов токсичности для ряда нитрозосоединений, они были установлены с учетом ранее проведенных исследований с оценкой LD<sub>50</sub> при пероральном поступлении (табл. 2) [2, 6, 8–11].

Таблица 2

Критерии токсичности (показатели средней смертельной дозы при пероральном поступлении для экспериментальных животных (крысы), мг/кг, и класса токсичности N-нитрозоаминов)

№ п/п	Наименование вещества	Средняя смертельная доза при пероральном поступлении ( <i>DL</i> <sub>50</sub> )	Класс токсичности
1	N-метилэтилнитрозоамин	90	2
2	N-дипропилнитрозоамин	480	3
3	N-дибутилнитрозоамин	1200	3
4	N-пиперидиннитрозоамин	200	3
5	N-пирролидиннитрозоамин	900	3
6	N-дифенилнитрозоамин	1825	3

В результате оценки потенциальной опасности по токсичности выявленные в мясных консервах, предназначенных для детского питания детей раннего возраста, все N-нитрозоамины относятся к 3-му классу опасности, кроме МНЭА который является веществом 2-го класса опасности. Таким образом, приоритетным для нормирования N-нитрозоамином по токсичности выступает N-метилэтилнитрозоамин. Однако по классификации МАИР пять N-нитрозоаминов относятся к возможным канцерогенам, и один не классифицируется как канцероген (табл. 3). Таким образом, по классификации канцерогенной опасности для нормирования N-нитрозоаминов выступают НДПА, НДБА, НМЭА, НПИРНА, НПИПНА.

Таблица 3

Критерии канцерогенности (сведения канцерогенной опасности N-нитрозоаминов)

№ п/п	Наименование вещества	Классификация по МАИР <sup>2</sup>
1	N-метилэтилнитрозоамин	2В
2	N-дипропилнитрозоамин	2В
3	N-дибутилнитрозоамин	2В
4	N-пиперидиннитрозоамин	2В
5	N-пирролидиннитрозоамин	2В
6	N-дифенилнитрозоамин	3

После определения потенциальной опасности N-нитрозоаминов установлено их количественное содержание в исследуемых продуктах питания. Так, содержание

<sup>1</sup> Классы токсичности (опасности) химических веществ по ГОСТ [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dpva.ru/Guide/GuideChemistry/SafetyCodificationOfChemicals/SafetyCodificationOfChemicalsGOST> (дата обращения: 19.03.2019).

<sup>2</sup> Technical Support Document for Cancer Potency Factors 2009 [Электронный ресурс]. – URL: <https://oehha.ca.gov/air/cnr/technical-support-document-cancer-potency-factors-2009> (дата обращения: 22.03.2019).

НМЭА составило до  $0,0026 \pm 0,0001$  мкг/кг, НДБА до  $0,001 \pm 0,0005$  мкг/кг, НДПА до  $0,0052 \pm 0,0003$  мкг/кг, НПИПНА до  $0,0015 \pm 0,0009$  мкг/кг, НДФНА до  $0,0014 \pm 0,0007$  мкг/кг, НПИРНА до  $0,0002 \pm 0,00007$  мкг/кг.

Заключительным критерием к выбору приоритетности для нормирования является частота встречаемости N-нитрозоаминов в исследуемых продуктах питания.

Так, для мясных консервов, предназначенных для детей раннего возраста, наиболее часто встречались НМЭА, НДПА, НДБА, поскольку частота встречаемости в мясных консервах для детского питания для детей раннего возраста данных N-нитрозоаминов превысила 50 % (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Критерии частоты встречаемости N-нитрозоаминов в мясных консервах для детского питания, предназначенных детям раннего возраста

№ п/п	Наименование вещества	Частота встречаемости, %		
		высокая	средняя	низкая
1	N-метилэтилнитрозоамин	100	–	–
2	N-дипропилнитрозоамин	87,5	–	–
3	N-дибутилнитрозоамин	75	–	–
4	N-пиперидиннитрозоамин	–	–	37,5
5	N-пирролидиннитрозоамин	–	–	37,5
6	N-дифенилнитрозоамин	–	–	25

В результате анализа информации о содержании приоритетных для нормирования непреднамеренно присутствующих N-нитрозоаминов в мясных консервах для детского питания, предназначенных для детей раннего возраста, с использованием критериев выбора приоритетных для нормирования химических контаминантов в пищевых продуктах (токсичности, канцерогенной опасности выявленных соединений, а также частоте встречаемости) были установлены приоритетные для нормирования N-нитрозоамины: N-метилэтилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин и N-дибутилнитрозоамин.

**Выводы.** Таким образом, целью дальнейших исследований является экспериментальная оценка токсичности и опасности выбранных N-нитрозоаминов с последующей оценкой риска для целей гигиенического нормирования.

### Список литературы

1. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов / с изм. от 06.07.2011 – введ. 2002-09-01. – М., 2002. – 269 с.
2. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности / с изм. от 01.01.1991 – введ. 1977–01–01. – М.: Стандартинформ, 2007. – 6 с.
3. Костюковский Я.Л., Меламед Д.Б. Канцерогенные N-нитрозамины, образование, свойства, анализ // Усп. химии. – 1988. – Т. 57, № 4. – С. 625–655.
4. Суворов Д.В., Мальцева О.А. Идентификация опасности не заявленных производителем (непреднамеренно присутствующих) контаминантов в мясных консервах для детского питания для детей раннего возраста // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия

населения и защиты прав потребителей: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – 2018. – С. 305–308.

5. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eurasian-commission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/tr/Documents/TR%20TS%20PishevayaProd.pdf> (дата обращения: 20.03.2019).

6. 1-Butanamine, N-butyl-N-nitroso- [Электронный ресурс]. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/N-Nitrosodibutylamine#section=Top> (дата обращения: 22.03.2019).

7. Intensive Neurophysiological Rehabilitation System – the Kozyavkin Method. A Manual for Rehabilitation Specialists: пер. с укр. яз. / V.I. Kozyavkin [et al.]. – Львов: Папуга, 2012. – 240 с.

8. Organotropic carcinogenic effects of 65 various N-nitroso- compounds on BD rats / H. Druckrey, R. Preussmann, S. Ivankovic, D. Schmähl // Z. Krebsforsch. – 1967. – Vol. 69 (2). – P. 103–201.

9. Paediatric anatomy and physiology and the basics of paediatric anaesthesia [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.aagbi.org/sites/default/files/7-Paediatric-anatomy-physiology-and-the-basics-of-paediatric-anaesthesia.pdf> (дата обращения: 01.04.2019).

10. N-Nitrosodiethylamine [Электронный ресурс]. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5921#section=Acute-Effects> (дата обращения: 19.03.2019).

11. N-Nitrosodimethylamine [Электронный ресурс]. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6124#section=Acute-Effects> (дата обращения: 19.03.2019).

12. N-Nitrosodiphenylamine [Электронный ресурс]. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6838#section=Acute-Effects> (дата обращения: 21.03.2019).

## **Новые методические документы, рекомендуемые для контроля качества пищевой продукции и внедрения в работу лабораторных подразделений Роспотребнадзора**

**Т.С. Уланова, Т.Д. Карнажицкая,  
Е.В. Стенно, Г.А. Вейхман**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Рассмотрены новые методические документы, разработанные для контроля качества пищевых продуктов. Особое внимание уделяется чистоте молока и молочных продуктов, преобладающих в питании всех категорий населения. Для определения токсичных элементов в молоке и молочных продуктах разработана методика на основе метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) МУК 4.1.3480-17. Методика на

основе метода ИСП-МС позволяет определять кадмий, мышьяк, свинец, ртуть одним методом, при одном способе пробоподготовки, с более высокой чувствительностью. Для определения фталатов – стойких органических загрязнителей окружающей среды – в продуктах питания разработаны методики определения в молоке (МУК 4.1.3160-14), в соковой продукции (СТО М 35-2019), в мясных консервах для детского питания (СТО М 34-2018), основанные на специальной пробоподготовке, необходимой для селективного и количественного извлечения определяемых соединений из сложного состава матриц пищевых продуктов и определения методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с чувствительными для определяемых соединений детекторами (диодно-матричный, масс-спектрометрический).

**Ключевые слова:** токсичные элементы, метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, фталаты, метод высокоэффективной жидкостной хроматографии, гибридный метод.

Расширение отечественного производства основных видов продовольственного сырья, отвечающего современным требованиям качества и безопасности, – одна из основных задач государственной политики в области здорового питания. Согласно «Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации», стратегической целью продовольственной безопасности является обеспечение населения страны безопасной сельскохозяйственной продукцией, рыбной и иной продукцией из водных биоресурсов и продовольствием, необходимость совершенствовать систему организации контроля безопасности пищевых продуктов, включая создание современной технической и методической базы [1].

Распоряжением правительства Российской Федерации № 1364-р от 29 июня 2016 г. утверждена «Стратегия повышения качества пищевой продукции до 2030 года». В рамках стратегии предусматривается реализация 12 задач, в том числе совершенствование нормативной базы и государственного регулирования в сфере обеспечения качества пищевой продукции, мониторинг качества пищевой продукции, создание системы управления качеством пищевой продукции и т.д. В целях реализации стратегии планируется применение правовых, организационно-управленческих, кадровых, научно-методических и финансово-экономических мер [7].

Научно-методическое обеспечение контроля качества пищевой продукции является одним из основных направлений ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» и реализуется в разработке высоконаучных, современных, высокочувствительных и селективных методов контроля.

Особое внимание уделяется чистоте молока и молочных продуктов, преобладающих в питании всех категорий населения. Для определения токсичных элементов (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть), нормируемых в пищевой продукции, нами разработана методика их определения в молоке и молочных продуктах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС).

Методика (МУК 4.1.3489017) утверждена на федеральном уровне, рекомендована для работы в системе Роспотребнадзора и занесена в Федеральный информационный фонд методик измерения ФР.1.31.2015.21430. Диапазоны определения массовых концентраций определяемых элементов в молоке и молочных продуктах в сравнении с допустимыми уровнями содержания определяемых элементов в молочной продукции, регламентированными Таможенным союзом ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», приведены в табл. 1 [6, 9].

Таблица 1

Диапазоны определения массовых концентраций мышьяка, кадмия, свинца, ртути в молоке, нормативное содержание по ТР ТС 021/2011 [5]

Определяемый элемент	Допустимый уровень содержания, в жидких/густых и твердых молочных продуктах, мг/кг	Диапазон определения массовых концентраций элемента в продукте, мг/кг (л)		Показатель точности (границы относительной погрешности при $p = 0,95$ ), $\pm \delta_p$ , %
		в жидких	в густых и твердых	
Мышьяк	0,05 / 0,1	от 0,0024 до 0,70	от 0,030 до 10,0	28
Кадмий	0,03 / 0,1	от 0,0004 до 0,70	от 0,006 до 10,0	32
Свинец	0,1 / 0,3	от 0,0066 до 0,70	от 0,090 до 10,0	26
Ртуть	0,005 / 0,2	от 0,001 до 0,015	от 0,01 до 0,2	31

Разработанная методика апробирована при исследовании образцов молока с жирностью 2,5 % от различных производителей Пермского края ( $n = 122$ ). Результаты определения мышьяка, кадмия, свинца, ртути в молоке выполненные одновременно в лабораториях ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» и ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий оценки рисков здоровью населения» (табл. 2). По результатам исследований, представленных в табл. 2, можно сделать вывод о том, что при использовании МУК 4.1. 3480-17 и выполнении исследований методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) все определяемые элементы анализируются одним методом. В исследованиях ФБУЗ для определения этих же элементов используется три метода – вольт-амперометрия для определения мышьяка, атомно-абсорбционный анализ с электротермической атомизацией для определения свинца и кадмия, атомно-абсорбционная спектрометрия холодного пара с предварительной кислотной минерализацией пробы под давлением для определения ртути. Чувствительность определения методом ИСП-МС значительно ниже, что позволяет количественно (мг/кг) оценить содержание исследуемых элементов (см. табл. 2).

Из 122 образцов проанализированного молока не было обнаружено проб с повышенным содержанием токсичных элементов относительно допустимых норм. Вместе с тем анализ данных, представленных в табл. 2, показал отличие в результатах, полученных разными методами. При использовании метода ИСП-МС для 16 проб молока было получено достоверное количественное (мг/кг) содержание токсичных элементов.

Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать разработанную нами методику МУК 4.1. 3480-17 по измерению массовых концентраций химических элементов (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть) в молочных продуктах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой как более информативную и чувствительную для контроля мышьяка, кадмия, свинца, ртути в молоке и молочных продуктах.

Для определения в молочной продукции стойких органических загрязнителей окружающей среды – фталатов – разработана методика определения пяти производных фталатов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (МУК 4.1.3160-14) [6]. Определение диметилфталата (ДМФ), диэтилфталата (ДЭФ), дибутилфталата (ДБФ), бензилбутилфталата (ББФ), ди(2-этилгексил)фталата (ДЭГФ) основано на жидкостной экстракции смесью органических растворителей (метанола, гексана, изопропанола), очистке экстракта гексаном и анализе



очищенной пробы на жидкостном хроматографе с использованием диодно-матричного детектора, диапазон определяемых концентраций 0,1–4,0 мг/дм<sup>3</sup>, точность определения 25–45 %.

Т а б л и ц а 2

Результаты сравнительного анализа содержания мышьяка, кадмия, свинца и ртути в молоке (концентрация, мг/кг)

№ пробы	ФБУЗ центр гигиены и эпидемиологии Пермского края				ФБУН ФНЦ МПТУРЗ, г. Пермь			
	МУ 31-05/04 Вольтамперометрия	МУК 4.1.986-00 Атомно-абсорбционный с электротермической атомизацией		ГОСТ Р 53183-2008 Атомно-абсорбционная спектрометрия холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением	МУК 4.1. 3480 -17 Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой			
		As ПДК = 0,05	Cd ПДК = 0,03					
1	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	< 0,0024	<b>0,0015</b> ± 0,00046	< 0,0066	<b>0,0009</b> ± 0,00028
2	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	<b>0,0024</b> ± 0,0006	< 0,0004	< 0,0066	< 0,0007
3	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	< 0,0024	<b>0,0041</b> ± 0,00012	< 0,0066	< 0,0007
4	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	< 0,0024	<b>0,0047</b> ± 0,00014	< 0,0066	< 0,0007
5	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	< 0,0024	< 0,0004	< 0,0066	<b>0,0007</b> ± 0,0002
6	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	<b>0,0026</b> ± 0,0007	< 0,0004	< 0,0066	< 0,0007
7	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	<b>0,0028</b> ± 0,0008	< 0,0004	< 0,0066	< 0,0007
8	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	< 0,0024	< 0,0004	< 0,0066	<b>0,0007</b> ± 0,0002
9	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	<b>0,0024</b> ± 0,0006	< 0,0004	< 0,0066	<b>0,0013</b> ± 0,0004
10	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	< 0,0024	< 0,0004	< 0,0066	<b>0,0014</b> ± 0,0004
11	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	<b>0,0028</b> ± 0,0008	< 0,0004	< 0,0066	< 0,0007
12	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	< 0,0024	< 0,0004	< 0,0066	<b>0,0007</b> ± 0,0004
13	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	<b>0,0029</b> ± 0,0008	< 0,0004	< 0,0066	–
14	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	<b>0,0025</b> ± 0,0007	< 0,0004	< 0,0066	–
15	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	< 0,0024	< 0,0004	< 0,0066	<b>0,0008</b> ± 0,00025
16	< 0,005	< 0,01	< 0,02	< 0,002	<b>0,0033</b> ± 0,0009	<b>0,0005</b> ± 0,00016	<b>0,014</b> ± 0,0036	<b>0,0009</b> ± 0,0003

Примечание: НПО (нижний предел определения) для элементов, определяемых по методикам, используемым ФБУЗ, составляет для As 0,005 мг/кг, для Cd 0,01 мг/кг, для Pb 0,02 мг/кг, для Hg 0,002 мг/кг; НПО для элементов, определяемых по МУК 4.1. 3480-17 (ФБУН), составляет для As 0,0024 мг/кг, для Cd 0,0004 мг/кг, для Pb 0,0066 мг/кг, для Hg 0,0007 мг/кг.

Результаты анализа коровьего молока, хранящегося в пластиковой (ПЭТ, ПП) и стеклянной упаковке, представлены в табл. 3. Анализ молочных образцов выявил присутствие пяти фталатов в 100 % проанализированных проб ( $n = 9$ ). Максимальные концентрации в молоке установлены для ди(2-этилгексил)фталата и дибутилфталата.

Таблица 3

Результаты анализа фталатов в молоке

Упаковка	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>					
	ДМФ	ДЭФ	ДБФ	ББФ	ДЭГФ	Сумма фталатов
Бутыль (стекло)	0,100–0,189	0,266–1,474	0,648–2,560	0,118–0,211	0,100–4,588	9,022
Бутыль (ПЭТ)	0,107–0,195	0,233–2,348	0,165–5,281	0,100–0,250	0,100–1,318	9,392
Пакет (ПП)	0,100	0,118–1,301	0,314–4,560	0	0,100–3,972	9,993

По сумме фталатов не установлено различий их содержания в молоке, расфасованном в стеклянную и пластиковую тару. Это может свидетельствовать о контаминации молочных продуктов фталатами на стадии производства, например, при использовании поливинилхлоридных шлангов в доильных аппаратах.

Разработана методика «Измерение массовых концентраций фталатов в соковой продукции методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии (ВЭЖХ/МС-МС)» (стандарт организации СТО М 35-2019) [3]. Методика предназначена для определения диметилфталата, диэтилфталата, дипропилфталата, бензилбутилфталата, ди-н-бутилфталата, диизобутилфталата, дипентилфталата, дигексилфталата, дигептилфталата, ди(2-этилгексил)фталата, ди-н-октилфталата, ди-н-нонилфталата, диизононилфталата в фруктовых и овощных соках в диапазоне измерений от 0,006 до 30 мг/дм<sup>3</sup> с точностью измерения 30 %. Определение фталатов в соковой продукции основано на извлечении аналитов из образцов способом твердофазной экстракции, разделении на жидкостном хроматографе на колонке с обращенной фазой C<sub>18</sub> и анализе на масс-спектрометрическом детекторе в режиме ионизации электроспреем – использование гибридного метода ВЭЖХ/МС.

Анализ соковой продукции показал, что фталаты определены в 100 % проанализированных образцов ( $n = 10$ ). Из 13 фталатов в образцах соковой продукции присутствуют 11 фталатов в концентрациях от 0,01 до 31,5 мг/дм<sup>3</sup>. Наиболее распространенными фталатами в проанализированных образцах являются ди-н-октилфталат и ди(2-этилгексил)фталат [2].

Для контроля качества продуктов детского питания разработана методика «Измерение массовых концентраций фталатов в мясных консервах для детского питания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии» (СТО М 34-2018) [9]. Методика позволяет определять диметилфталат (ДМФ), диэтилфталат (ДЭФ), дипропилфталат (ДПрФ), ди-н-бутилфталат (ДБФ), дипентилфталат (ДПФ), дигексилфталат (ДГексФ), дигептилфталат (ДГепФ), ди(2-этилгексил)фталат (ДЭГФ) в детском питании (с 4–6 месяцев) в диапазоне концентраций от 0,0015 до 3,0 мг/кг с точностью измерения 24–28 %. Определение основано на извлечении фталатов из матрицы способом жидкостной экстракции с использованием в качестве экстрагента смеси ацетонитрила и гексана в присутствии высаливателя, очисткой экстракта гексаном и анализе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии с ионизацией электроспреем.

В ходе исследований мясных консервов (табл. 4) установлено, что фталаты определены в 100 % проанализированных образцов ( $n = 14$ ). Из 9 идентифицированных фталатов в образцах детских мясных консервов присутствовали 8 фталатов в концентрациях от 0,11 до 2,9 мг/кг. Наибольший вклад в загрязнение мясных консервов вносят ди(2-этилгексил)фталат и диэтилфталат. Диэтилфталат определялся в 64,4 % проб в диапазоне концентраций 0,12–0,63 мг/кг, ди(2-этилгексил)фталат в 78,6 % исследований в концентрациях 0,19–2,0 мг/кг.

Таблица 4

## Результаты анализа фталатов в детских мясных консервах

Концентрация фталатов в детских мясных консервах, мг/кг								
№ образца	диметилфталат	диэтилфталат	дипропилфталат	дибутилфталат	дипентилфталат	дигексилфталат	дигептилфталат	ди(2-этилгексил)фталат
1	< 0,003	<b>0,44 ± 0,13</b>	< 0,006	< 0,0015	<b>1,50 ± 0,45</b>	<b>2,90 ± 0,87</b>	< 0,003	<b>1,74 ± 0,52</b>
2	< 0,003	< 0,0075	<b>0,98 ± 0,29</b>	<b>1,23 ± 0,37</b>	< 0,006	<b>0,30 ± 0,09</b>	<b>0,11 ± 0,03</b>	<b>1,59 ± 0,48</b>
3	< 0,003	<b>0,12 ± 0,04</b>	<b>0,51 ± 0,15</b>	< 0,0015	< 0,006	< 0,006	<b>0,62 ± 0,19</b>	<b>2,00 ± 0,60</b>
4	< 0,003	< 0,0075	< 0,006	< 0,0015	< 0,006	< 0,006	<b>0,60 ± 0,18</b>	<b>1,72 ± 0,52</b>
5	< 0,003	<b>0,38 ± 0,11</b>	<b>0,26 ± 0,08</b>	< 0,0015	< 0,006	< 0,006	< 0,003	<b>0,19 ± 0,06</b>
6	< 0,003	<b>0,63 ± 0,19</b>	<b>0,62 ± 0,19</b>	< 0,0015	< 0,006	<b>0,71 ± 0,21</b>	< 0,003	< 0,006
7	< 0,003	<b>0,52 ± 0,16</b>	< 0,006	< 0,0015	< 0,006	< 0,006	< 0,003	<b>0,17 ± 0,05</b>
8	< 0,003	<b>0,49 ± 0,15</b>	< 0,006	< 0,0015	< 0,006	< 0,006	< 0,003	< 0,006
9	< 0,003	< 0,0075	< 0,006	< 0,0015	< 0,006	<b>1,20 ± 0,36</b>	< 0,003	<b>0,17 ± 0,05</b>
10	< 0,003	<b>0,23 ± 0,07</b>	< 0,006	< 0,0015	< 0,006	< 0,006	< 0,003	<b>1,43 ± 0,43</b>
11	< 0,003	<b>0,46 ± 0,14</b>	< 0,006	< 0,0015	< 0,006	< 0,006	< 0,003	<b>1,31 ± 0,39</b>
12	< 0,003	<b>0,23 ± 0,07</b>	< 0,006	< 0,0015	< 0,006	< 0,006	< 0,003	<b>1,50 ± 0,45</b>
13	< 0,003	< 0,0075	< 0,006	< 0,0015	< 0,006	< 0,006	<b>2,77 ± 0,83</b>	<b>1,27 ± 0,38</b>
14	< 0,003	< 0,0075	< 0,006	<b>1,68 ± 0,50</b>	< 0,006	<b>2,59 ± 0,78</b>	<b>2,28 ± 0,68</b>	< 0,006

Примечание: НПО ДМФ – 0,003 мг/кг; ДЭФ – 0,0075 мг/кг; ДПрФ – 0,006 мг/кг; ДБФ – 0,0015 мг/кг; ДПФ – 0,006 мг/кг; ДГексФ – 0,006 мг/кг; ДГепФ – 0,003 мг/кг; ДЭГФ – 0,006 мг/кг.

Следует отметить, что содержание фталатов в исследованных нами продуктах питания в РФ не регламентируется. Вместе с тем выполненные нами исследования по разработке методик определения фталатов в продуктах питания и анализ содержания фталатов в молочной, соковой продукции и детских мясных консервах согласуются с данными исследований, проведенных в различных регионах мира, выявивших 50–100%-ное загрязнение разнообразных по химическому составу продуктов питания фталатами. Во многих странах мира ученые выражают обеспокоенность, связанную с риском воздействия фталатов на здоровье населения, и рекомендуют вводить ограничения на применение фталатов для производства товаров потребления [10, 11, 12].

Таким образом, выполненные исследования по разработке методик и анализу продуктов питания на содержание нормируемых токсичных элементов в молоке и молочной продукции (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть) – МУК 4.1.3480-17, ФР 1.31.2015.21430; определению диметилфталата, диэтилфталата, дибутилфталата, бензилбутилфталата, ди(2-этилгексил)фталата в молочной продукции – МУК 4.1.3160-14; определению диметилфталата, диэтилфталата, дипропилфталата, бензилбутилфталата, ди-н-бутилфталата, диизобутилфталата, дипентилфталата, дигексилфталата, ди-

гептилфталата, ди(2-этилгексил)фталата, ди-н-октилфталата, ди-н-нонилфталата, диизононилфталата в фруктовых и овощных соках – СТО М 35-2019; определению диметилфталата, диэтилфталата, дипропилфталата, ди-н-бутилфталата, дипентилфталата, дигексилфталата, дигептилфталата, ди(2-этилгексил)фталата в детских мясных консервах – СТО М 34-2018 – позволяют рекомендовать разработанные методики для внедрения в работу лабораторных подразделений Роспотребнадзора для контроля качества пищевой продукции как современные, достоверные, высокочувствительные и селективные.

### Список литературы

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Указ Д. Медведева от 1 февраля 2010 г.
2. Определение фталатов в соковой продукции методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Т.Д. Карнажицкая, А.С. Зорина // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 6. – С. 117–124.
3. Измерение массовых концентраций фталатов в соковой продукции методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии (ВЭЖХ/МС-МС): стандарт организации СТО М 35-2019. – М., 2019.
4. Методика измерений массовых концентраций фталатов в мясных консервах для детского питания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии: стандарт организации СТО М 43-2018. – М., 2018.
5. МУК 4.1.3160-14. Измерение массовых концентраций фталатов (диметилфталата, диэтилфталата, дибутилфталата, бензилбутилфталата, ди(2-этилгексилфталата) в молоке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. – М., 2014.
6. МУК 4.1.3480-17. Измерение массовых концентраций химических элементов (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть) в молоке и молочных продуктах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. – М., 2017.
7. Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции до 2030 года: распоряжение правительства № 1364-р от 29 июня 2016 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.03.2019).
8. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции от 9 декабря 2011 года. – № 880 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.03.2019).
9. ФР.1.31.2015.214303. Методика измерений массовых концентраций химических элементов (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть) в молоке и молочных продуктах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.03.2019).
10. Fankhauser-Noti A., Biedermann-Brem S., Grob K. PVC plasticisers/additives migrating from the gaskets of metal closures into oily food // Eur. Food Res. Technol. – 2006. – Vol. 223. – P. 447–453.
11. Council Directive 76/768/EEC on the approximation of the laws of the Member States relating to cosmetic products. – 27 July 1976.
12. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on the implementation of the community strategy for endocrine disrupters – a range of substances suspected of interfering with the hormone systems of humans and wildlife, COM (1999) 706; COM (2001) 262 final. – Brussels, 2001.

## Обоснование критериев гигиенического нормирования школьной световой среды как метода профилактики детской близорукости

**Е.Ф. Черникова, И.А. Потапова**

ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора,  
г. Нижний Новгород, Россия

Проведено сравнение действующего законодательства в области нормирования световой среды в России и Европе, а также оценка результатов исследования при использовании разных действующих нормативов освещенности. Замеры искусственной освещенности проведены в 34 классах трех школ Нижнего Новгорода и области. Удельный вес учебных классов с неудовлетворительными показателями освещенности рабочих поверхностей (парт) при минимально допустимом уровне 300 лк составил 29,41 %, 400 лк – 41,18 %, 500 лк – 61,76 %; пульсация более 10 % зафиксирована в 79,41 % кабинетов, более 5 % – в 97,06 %. Некорректная оценка световой среды не позволяет планировать и своевременно проводить профилактические мероприятия. Для предупреждения снижения зрения учащихся требуется пересмотр параметров рационального освещения в образовательных организациях.

**Ключевые слова:** образовательные организации, школьники, зрение, освещение, нормирование.

Здоровье детей представляет собой репродуктивный, интеллектуальный, экономический, социально-политический и культурный резерв страны и является одной из наиболее значимых ценностей современного общества – будущим нации [4, 12, 27]. В последнее десятилетие наблюдается устойчивая тенденция ухудшения здоровья детей и подростков. Необходимость разработки здоровьесберегающих мероприятий для детского населения отражена в ряде последних правительственных документов: Национальном проекте «Демография», указах Президента РФ В.В. Путина № 240 от 29 мая 2017 г. «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия детства» и № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Программные мероприятия по формированию здравоохранения, дружественного к детям, включают предложения по совершенствованию законодательства и нормативно-правовых актов, по межсекторальному взаимодействию в сфере охраны и укрепления здоровья детей, безопасности цифрового образования [9, 28].

Современные дети до 70 % активного времени проводят в организованных коллективах [2, 9, 21, 35]. Школа и общество – сообщающиеся сосуды: изменения в обществе обязательно отражаются в жизни школы, в приоритетах, требованиях к ученику, структуре и содержанию образования. Нестабильность жизни в России за последнее столетие сделала историю реформ отечественного образования бурной и противоречивой. Но одно всегда оставалось неизменным – ведущая роль школы в решении проблем охраны и укрепления здоровья детей, создании нормальных условий для их роста и развития [2, 12, 26].

Внутришкольная среда выступает значимым фактором риска здоровью учащихся. При несоблюдении существующих гигиенических нормативов и государст-

венных регламентов воздействие комплекса факторов школьной среды может превышать адаптационные возможности организма обучающихся. Это способствует раннему формированию негативных отклонений в состоянии здоровья, увеличению числа детей, имеющих школьно-обусловленные заболевания, ведет к серьезным медико-социальным последствиям [11, 14, 16, 17, 23, 27, 28, 34–36, 39, 40]. Школьно-обусловленные заболевания – это группа наиболее часто встречающихся заболеваний среди учеников общеобразовательных организаций (ОО), распространенность которых достоверно нарастает в процессе обучения и в этиопатогенезе которых велика роль факторов, присущих условиям и режимам обучения детей в ОО [20].

Одним из этих факторов, вносящих весомый вклад в характеристику учебной среды, является освещенность. Рациональное искусственное освещение (ИО) школьных аудиторий необходимо для правильной постановки и проведения учебного процесса, создания комфортных условий для выполнения сложных зрительных задач и эффективного использования электроэнергии [17, 27]. Известно, что недостаточное или некачественное освещение ухудшает восприятие визуальных сигналов, способствует развитию утомления, а при продолжительном воздействии – нарушению осанки и формированию близорукости из-за вынужденной позы, приближающей глаза к рассматриваемым объектам при чтении, письме, рисовании, необходимой для увеличения угловых размеров рассматриваемых объектов [2, 27].

Согласно современным представлениям, сетчатка глаза выступает не только в качестве рецепторной части зрительного анализатора, но и имеет нервные связи с другими структурами мозга, а глаз при воздействии на него энергии оптического диапазона участвует в регуляции и модуляции различных функций организма и психики [4]. От влияния ширины спектра светового потока зависит восстановление из витамина А светочувствительных пигментов в сетчатке. Для этого в спектре должны присутствовать длины волн 380, 480, 500 и 540 нм. Древний светочувствительный опсин – меланопсин под действием света управляет формированием нервной системы глаза, гормонами (вазопрессин, мелатонин, кортизол), а также формирует сигнал для уменьшения диаметра зрачка. Амакриновые клетки управляют ростом склеры (меняя оптическую ось глаза). Мюллеровские клетки осуществляют первичную обработку светового потока и управляют межклеточным потоком различных веществ и воды. Все это говорит о том, что параметры и характеристики света влияют на самоорганизацию клеток глаза и его структуру в целом [4]. Именно поэтому особенно высоки требования к оздоравливающему действию света в периоды активного роста детского организма, совершенствования зрительных навыков, формирования оптической рефракции. Стоит отметить, что рост глаза заканчивается в разных климатических условиях и в разных этнических группах населения лишь к 18–24 годам [13, 27].

**Цель настоящего исследования:** определить, действительно ли нормируемые параметры школьного освещения отвечают всем требованиям безопасности и способствуют профилактике школьно-обусловленной патологии глаз; выявить возможные факторы риска ухудшения зрения у учеников; предложить мероприятия по оздоровлению световой среды ОО.

**Материалы и методы.** Исследование включало следующие направления:

- анализ действующего на территории РФ и ЕС нормативного законодательства в области школьной гигиены и световой среды;
- проведение инструментальных замеров параметров искусственного освещения в учебных классах разных ступеней образования в ОО г. Нижнего Новгорода и области;

- анализ школьно-обусловленных факторов риска развития близорукости у учеников;
- анализ распространенности патологии глаза среди детского населения различных регионов России и зарубежья;
- обсуждение результатов исследования, формирование рекомендаций по гигиеническому нормированию школьной световой среды как метода профилактики болезней глаз.

Инструментальные исследования искусственной освещенности от систем общего освещения проводились в 6 контрольных точках в соответствии с ГОСТ 24940-2016. Всего проведено 792 замера. Используемое оборудование: люксметр-пульсметр-яркометр БОИ-2, люксметр-пульсметр Аргус-07.

**Результаты и их обсуждение.** Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. Количественными показателями освещения являются освещенность и яркость. К качественным показателям относятся: равномерность распределения яркостей в освещаемом помещении и на рабочих поверхностях; показатель ослепленности; коэффициент пульсации освещенности; спектральный состав излучения источников света [7].

Требования к освещению учебных классов, которыми руководствуются при проведении контрольно-надзорных мероприятий по оценке соответствия параметров школьного освещения санитарным требованиям, реализуемым в соответствии с Федеральным законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.1999 г., содержатся в СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» (с изм. и доп. от 29.06.2011 г., 25.12.2013 г., 24.11.2015 г.), СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» (с изм. от 15.03.2010 г.) и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий». Согласно данным документам, уровни искусственной освещенности в системе общего освещения на рабочих поверхностях в учебных кабинетах должны быть не менее **300 лк** (оптимально на партах и в середине доски 500 лк). Свод правил «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*» СП 52.13330.2016 регламентируют минимально допустимую освещенность рабочих мест школьников не менее **400 лк** (прил. Л п. 25). СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» для разряда зрительных работ высокой точности (к которому можно отнести и труд школьников) предусматривает минимальный уровень искусственного (в системе общего) освещения **300 лк** (прил. 9, табл. П 9.1, табл. П 9.2 п. 15). Однако в случае выполнения зрительных работ продолжительностью более половины рабочего дня применяется поправка (п. 10.2.32-а), т.е. **400 лк**. В брошюре «Современное освещение школ» [27] со ссылкой на действующие нормативные документы, в оценке ИО при системе общего освещения на учебных столах (партах) классных комнат в качестве предельно допустимого рассматривается уровень **400 лк**.

В европейском стандарте DIN EN 12464-1-2011 «Свет и освещение. Освещение рабочих мест. Часть 1. Рабочие места в комнате» требования к искусственному освещению рабочих мест в учебных классах общего профиля установлены на уровне **300 лк**, но для кабинетов вечернего обучения – **500 лк**. В российских документах не указано дифференцированных норм освещенности для учеников второй сме-

ны, хотя во многих регионах страны в осенне-зимний период процесс обучения осуществляется в отсутствии естественного освещения. Согласно статистическим данным в 2017–2018 гг. 1,9 млн детей (13 % от общей численности школьников) учились во вторую смену [19].

Наличие второй смены, короткая продолжительность светового дня в осенне-зимний период года, высокая облачность часто не позволяют организовать учебный процесс только при использовании системы естественного освещения даже в южных регионах страны. Таким образом, большую часть рабочего времени ОО используют совмещенное освещение (СО). В этом случае должен работать п. 4.4. СанПиНа 2.2.1/2.1.1.1278-03, повышающий нормируемый параметр ИО на одну ступень, т.е. **не менее 400 лк**.

В действующих на территории РФ нормативных документах, так же, как и в европейском стандарте, приведены дифференцированные требования к освещению учебных классов в соответствии со спецификой выполняемых зрительных работ. Но, на наш взгляд, некоторые из них нуждаются в более детальном описании области применения и в пересмотре действующих уровней. Это относится к кабинетам, имеющим двойную специализацию; повышенную травмоопасность; предусматривающим применение дополнительных местных источников света; используемым в обучении детей разных ступеней образования, а также для работ в темное время суток. Так, гигиенические нормативы освещения мастерских и кабинетов труда (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 п. 38) предусматривают использование дополнительного местного освещения, но не указано, для каких видов работ оно должно применяться в обязательном порядке. Современные школьные мастерские оснащены токарным, фрезерным, слесарным, радиотехническим и другим профессиональным оборудованием, имеющим высокие скорости вращения и требующим соблюдения всех норм безопасности, включая безопасное освещение, отсутствие глубоких теней и стробоскопического эффекта. Таким образом, в п. 38 СанПиНа 2.2.1/2.1.1.1278-03 следует прописать требования к расположению источников света, использованию комбинированного освещения, качественным параметрам освещения, влияющим на безопасность работ, включая пересмотр в сторону снижения уровня пульсации ИО (действующий норматив – 15 %).

Пульсация светового потока оказывает немаловажное влияние на работу зрительного анализатора, общее самочувствие, работоспособность и успеваемость учеников. Нормативом пульсации для кабинетов ОО, согласно действующим санитарным стандартам, принято значение 10–15 %, в то время как для рабочих мест, оснащенных персональными электронными вычислительными машинами (ПЭВМ), в стране существует норматив – 5 % (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», п. 6.14). Учитывая ориентированность современных образовательных стандартов на формирование у школьников навыков использования информационных и коммуникативных технологий для поиска необходимой информации, применение в учебном процессе компьютерных программ, интерактивных и смарт-досок, а также прочих современных гаджетов, часть параметров световой среды учебных классов (особенно уровень пульсации) логично было бы приблизить к критериям, разработанным для рабочих мест, оснащенных компьютером [27].

Стоит отметить, что в европейском нормативе в качестве **основного** требования к школьной световой среде прописан индекс цветопередачи ( $Ra > 80$ ), не искажающий восприятие визуальной информации. В документах, действующих на



территории РФ, этот показатель для кабинетов общего профиля носит скорее рекомендательный характер [18, 33].

С появлением новых мощных источников искусственного освещения актуальным становится вопрос о выборе максимальной безопасной границы освещенности. Кроме блескости и дискомфорта, чрезмерное и сфокусированное освещение рабочей поверхности сопровождается значительным рефлекторным сужением зрачка (до 2 мм и менее) и гибелью клеток сетчатки, содержащих светочувствительный пигмент меланопсин [8], что также является неблагоприятным фактором для здоровья глаз детей.

Результаты исследований ИО ряда школ, проведенных отечественными учеными, свидетельствуют о выявлении грубых отклонений от гигиенических норм (ГН) в ряде ОО. Однако не всегда понятно, какой именно уровень освещенности (300, 400 или 500 лк) принят за норматив. Исследователи указывают, что 65 % учебных мест находятся в условиях недостаточного естественного или искусственного освещения [27, 28]. Согласно данным официальной статистики, удельный вес ОО, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям (включая оценку освещенности), в России находится на уровне 15,9–13,4 % и имеет тенденцию к снижению [14]. Однако зрение у школьников прогрессивно падает. По-видимому, при проведении контрольно-надзорных мероприятий ОО руководствуются лишь минимальным нормативом освещенности 300 лк и не всегда учитывают качественные характеристики ИО (пульсацию, цветовую температуру и пр.), специфику кабинета (например, ситуации, когда в кабинете начальной школы проходят вечерние занятия для дошкольников и урок робототехники). Возможно, именно неоднозначные и устаревшие требования законодательной базы создают предпосылки для неправильного трактования нормативов и не обеспечивают безопасности световой среды.

Мы предположили, что удельный вес школ, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по освещенности, был бы иной, если бы учитывались все характеристики световой среды, оказывающие влияние на выполнение зрительной работы, а за количественный норматив минимально-допустимой освещенности учебных парт принималось значение 400 или 500 лк.

Нами было проведено исследование искусственной освещенности в 34 учебных классах трех школ Нижнего Новгорода и области. На первом этапе определяли соответствие результатов исследования действующим для ОО документам, т.е. СанПиНу 2.4.2.2821-10 и СанПиНу 2.2.1/2.1.1.1278-03. Были выявлены недостаточные уровни ИО в трети обследованных классов, причиной чего в 80 % случаев были перегоревшие лампы (в одном кабинете зафиксировано 50 % неработающих ламп, минимальный уровень освещенности при этом составил 188 лк). Повышенная пульсация зарегистрирована в 80 % учебных кабинетов (таблица). Максимальное превышение в 4,7 раза, среднее – в 2,2 раза. Во всех случаях источниками повышенной пульсации были люминесцентные лампы, подключенные к системе электроснабжения в 1 фазу.

Следующим этапом было сравнение уровней фактической освещенности учебных классов с уровнями 400 лк и 500 лк, а пульсации – с 5 % (рисунок).

Наши данные наглядно иллюстрируют важность корректного проведения замеров и оценки полученных результатов оценки световой среды. Неправильно проведенные инструментальные исследования, отсутствие комплексной оценки всех действующих параметров, устаревшие нормативы приводят к «ложно благополучным» результатам надзорных мероприятий, отсутствию действий по оздоровлению световой среды в ОО, что может способствовать росту школьно-обусловленной патологии.

Параметры освещенности на рабочих местах (партах) учеников общеобразовательных школ г. Нижнего Новгорода и области

Параметр освещенности	Учебные классы			
	Всего замеров	Фактическое значение (мин.-макс.)	ПДУ	Число замеров ниже или выше ПДУ (%)
Искусственная освещенность	396	188–1100	300 лк	117 (29,41 ± 7,81)
Пульсация	396	7,6–46,5	10 %	314 (79,41 ± 6,93)

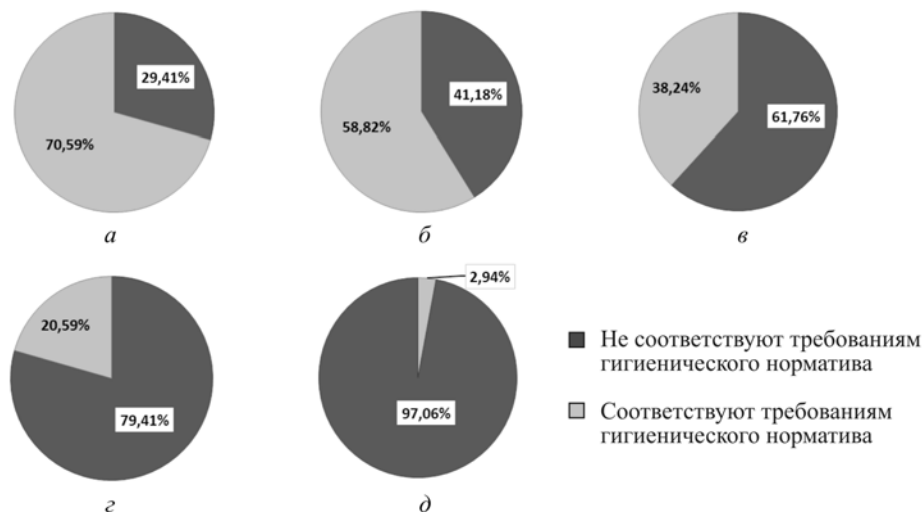


Рис. Удельный вес учебных кабинетов с неудовлетворительными показателями пульсации светового потока при использовании разных нормативных значений: а – 300 лк; б – 400 лк; в – 500 лк; г – 10 %; д – 5 %

Многими учеными световая среда в образовательном учреждении признается одним из основных факторов риска развития заболеваний у детей и подростков, и в первую очередь, миопии [1, 3, 16, 17, 24, 25, 28, 30, 32, 37, 38, 40]. С недостаточным и некачественным освещением связаны и такие неблагоприятные факторы образовательной среды и учебного процесса, способствующие развитию патологии органа зрения у учащихся, как неблагоприятный воздушно-тепловой режим классов, нерациональное распределение учебной нагрузки в соответствии с трудностью предметов и динамикой работоспособности учащихся, выраженная напряженность и интенсификация учебного процесса, неправильная осанка [3, 13, 16, 17, 27, 28, 35, 40].

Эпидемиологическое исследование по изучению распространенности «школьной» патологии у детского населения и влиянию на нее условий образовательной среды ОО, проведенное в Архангельской области, показало существенное превышение количества замеров ИО, не соответствующих требованиям санитарного законодательства, особенно в районных школах. Распространенность снижения остроты зрения, нарушений осанки и сколиоза среди сельских школьников оказалась в несколько раз выше, чем среди городских. В исследовании установлены статистически значимые корреляционные связи между удельным весом замеров мебели, не отвечающих санитарным требованиям, в компьютерных кабинетах школ

и нарушениями остроты зрения у детей 10–11 лет ( $r_s = 0,529$ ;  $p = 0,024$ ) [2]. Большое число ученых по всему миру сообщают о достоверной зависимости частоты близорукости школьников от района проживания и особенностей светового режима.

В структуре школьно-обусловленной патологии болезни глаза и его придаточного аппарата в большинстве регионов РФ занимают второе ранговое место после болезней костно-мышечной системы [2, 5, 13, 16, 17, 22]. Известны литературные данные, в соответствии с которыми 22–25 % молодых людей оканчивают школу с дефектами зрения, при этом распространенность патологии за период обучения возрастает в 2,4–2,5 раза [27]. Если раньше близорукость особенно интенсивно развивалась у учеников старших классов, то в последнее время происходит сдвиг обнаружения патологии в сторону младшего возраста [13]. Согласно данным Н.П. Сетко с соавт. [28], нарушения зрения выявлены у каждого третьего ученика – 36,9 %. По данным Г.Ю. Порецковой [17], за период обучения в младшей школе значительно увеличивается частота патологии зрения – с 9,5 до 32,4 %, у детей 11–17 лет она сохраняется на уровне 21–24 %. Известны статистические данные, в соответствии с которыми зарегистрирован рост частоты встречаемости у школьников спазма аккомодации и миопии слабой степени в 1,7–2,5 раза, а хронической патологии зрения (миопия средней и высокой степени) более чем в 7 раз [10, 17, 26]. Данные официальных статистических источников иллюстрируют более низкие уровни распространенности патологии глаза и его придатков. Однако они представляются сомнительными для интерпретации, поскольку региональные и федеральные статистические источники за аналогичный отчетный период содержат показатели заболеваемости, которые в разы отличаются друг от друга, а это десятки, сотни и тысячи недоучтенных случаев патологии [15, 22].

Анализ иностранных литературных публикаций показал, что в США уровень миопии среди подрастающего поколения достиг значений 43 % и продолжает расти, в Тайване – 75 %, в Сингапуре – 65–90 % [8]. К сравнению, в Индии (регион Западного Уттар-Прадеша) миопия выявлена у 17,36 % и всего у 2,9 % детей школьного возраста, проживающих в сельских провинциях Нигерии [36, 39]. Таким образом, прогрессирующее снижение зрения можно назвать болезнью цивилизации.

В результате проведенного исследования сделаны следующие **выводы**:

1. Интенсификация учебного процесса в школе, применение новых технологий и компьютерных средств обучения сопровождается снижением зрения у обучающихся.
2. Существующие в настоящее время требования к параметрам школьной световой среды устарели и не обеспечивают в полной мере предотвращения вредного воздействия данного фактора на здоровье учеников.
3. Оценка световой среды ОО должна включать как количественные, так и качественные компоненты, учитывать характер и продолжительность зрительной работы школьников, объем информационной нагрузки, использование современных средств обучения и травмоопасного оборудования.
4. Проектирование и замена существующих в ОО систем освещения на более эффективные должны производиться с учетом гигиенических требований к параметрам оптимальной световой среды, иметь достаточный коэффициент запаса и учитывать специфику зрительной работы.

С целью усовершенствования гигиенических нормативов по искусственной освещенности считаем необходимым:

- установить минимальный уровень ИО школьных кабинетов общего профиля и начальной школы не менее 400 лк;

- установить (по аналогии с EN) коэффициент запаса мощности источников ИО;
- установить обязательными для исполнения нормативы, отражающие качество школьного освещения: пульсацию светового потока (5 %), световую температуру используемых источников света (4000–5000 К), яркость, равномерность распределения света, отсутствие глубоких теней или блескости в поле зрения;
- прописать условия обязательного использования местных источников света;
- установить повышенные нормы освещенности в ситуациях дефицита естественного освещения и для учащихся второй смены.

Рассматривая школьную среду как оздоровительное пространство, указанные выше предложения и поправки позволят обеспечить сохранение и укрепление здоровья детей в России.

### Список литературы

1. Аветисов Э.С. Близорукость. – М.: Медицина, 1999. – Т. 2. – 288 с.
2. Бузинов Р.В., Аверина Е.А., Унгуряну Т.Н. Влияние условий образовательной среды на состояние здоровья детей дошкольного и школьного возраста на территории Архангельской области [Электронный ресурс] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3 (11). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-usloviy-obrazovatelnoy-sredy-na-sostoyanie-zdorovya-detey-doshkolnogo-i-shkolnogo-vozrastana-territorii-arhangel'skoy-oblasti> (дата обращения: 22.03.2019).
3. Гигиеническая оценка влияния средовых факторов на функциональные показатели школьников / В.Р. Кучма, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева, В.Ю. Детков, Д.М. Федотов // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 91–94.
4. Дейнего В.Н., Капцов В.А. Гигиена зрения при светодиодном освещении. Современные научные представления // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 54–58.
5. Здравоохранение в России 2017: краткий статистический сборник [Электронный ресурс]. – М.: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2017. – 172 с. – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god> (дата обращения: 22.03.2019).
6. Игнатъев В.А. Актуальные вопросы оптимизации питания детей и подростков в организованных коллективах Нижегородской области. Перспективы разработки региональной целевой программы // Сборник материалов VI Межрегиональной научно-практической конференции ПФО «Актуальные вопросы питания населения». – Н. Новгород, 2016. – С. 17–21.
7. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А. Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль. – М.: Медицина, 2003. – 555 с.
8. Капцов В.А., Дейнего В.Н. Формирование оптимальной световой среды – актуальная гигиеническая проблема // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 10. – С. 933–940.
9. Кучма В.Р. 2018–2027 годы – десятилетие детства в России: цели, задачи и ожидаемые результаты в сфере здоровьесбережения обучающихся // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2017. – № 3. – С. 4–14.
10. Кучма В.Р. Вызовы XXI века: гигиеническая безопасность детей в изменяющейся среде: актовая речь. – М.: Педиатр, 2016. – 76 с.
11. Кучма В.Р. Роль гигиенической науки в профилактике болезней и состоянии детей, обусловленных обучением и воспитанием // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – № 3. – С. 4–9.

12. Магомедов Г.О., Зацепилина Н.П., Лыгин В.В. Актуальные аспекты организации школьного питания, соответствующего возрастным физиологическим потребностям // Вестник ВГУИТ. – 2014. – № 3. – С. 93–98.
13. Мирская Н.Б., Синякина А.Д., Коломенская А.Н. Профилактика и коррекция нарушений и заболеваний органа зрения у современных школьников // Вопросы современной педиатрии. – 2014. – Т. 13. – № 3. – С. 44–50.
14. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Гос. доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 268 с.
15. Основные показатели здоровья населения и деятельности государственных медицинских организаций Нижегородской области за 2016 год / под ред. А.А. Коновалов, Л.Е. Варенова. – Н. Новгород, 2017. – 226 с.
16. Порецкова Г.Ю., Печкуров Д.В., Рапопорт И.К. К вопросу о систематизации школьно-обусловленной патологии // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 5 (302). – С. 30–34.
17. Порецкова Г.Ю. Эпидемиологический анализ заболеваемости подростков городского округа Самара // Известия Самарского научного центра РАН, 2014. – Т. 16, № 5 (2). – С. 934–939.
18. Р 2.2.2006 – 05, Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство. – М.: Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора № 3. – 2005. – 133 с.
19. Россия в цифрах 2018: краткий статистический сборник. – М.: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2018. – 525 с.
20. Руководство по диагностике и профилактике школьно обусловленных заболеваний, оздоровлению детей в образовательных учреждениях / под ред. чл.-корр. РАМН, проф. В.Р. Кучмы, д.м.н. П.И. Храмцова. – М.: НИЦЗД. – 2012. – 181 с.
21. Соколова С.Б. Распространенность поведенческих факторов риска, определяющих здоровье, среди обучающихся 7-8 и 10-11 классов г. Москвы // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 8 (305). – С. 4–10.
22. Статистический сборник 2017 год [Электронный ресурс]. – М.: Министерство здравоохранения РФ, Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения, ФГБУ «Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения», 2018. – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god> (дата обращения: 21.03.19).
23. Сухарева Л.М. Актуальные проблемы гигиены и охраны здоровья детей и подростков в развитии научной платформы «Профилактическая среда» // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – № 3. – С. 10–12.
24. Текшева Л.М. Сравнительная гигиеническая оценка условий освещения люминесцентными лампами и светодиодными источниками света в школах // Светотехника. – 2012. – № 5. – С. 16–22.
25. Теппер Е.А., Таранушенко Т.Е., Гришкевич Н.Ю. Особенности формирования «школьной» патологии в течение десяти лет обучения // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2013. – Т. 9, № 1. – С. 101–106.
26. Третьякова Н.В. К вопросу о выявлении факторов риска для здоровья детей и подростков в общеобразовательных учреждениях // Ученые записки. – 2012. – № 3 (85). – С. 172–177.

27. Федюкина Г.В. Современное освещение школ [Электронный ресурс] / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Знак, 2011. – URL: [https://www.undp.ru/index.php? iso = RU&lid = 2&cmd = publikations1&id = 139](https://www.undp.ru/index.php?iso=RU&lid=2&cmd=publikations1&id=139) (дата обращения: 05.10.2018).
28. Физиолого-гигиенические аспекты формирования миопии у учащихся / Н.П. Сетко, И.А. Ясин, Е.В. Булычева, А.Е. Апрелев // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2018. – № 7 (304). – С. 18–22.
29. Association between parents' attitudes and behaviors toward children's visual care and myopia risk in school-aged children / S. Zhou, L. Yang, B. Lu, H. Wang, T. Xu, D. Du, S. Wu, X. Li [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2017. – Vol. 96, № 5. – P. 70–82.
30. Effect of outdoor activity on myopia onset and progression in school-aged children in northeast china: the sujiatun eye care study / Ju.X. Jin, W.J. Hua, X. Jiang, X.Y. Wu // *BMC Ophthalmology*. – 2015. – Vol. 15 (1). – P. 73.
31. Incidence and progression of myopia and associated factors in urban school children in Delhi: The North India Myopia Study / R. Saxena, P. Vashist, R. Tandon, R.M. Pandey, A. Bhardawaj, V. Gupta, V. Menon // *PLoS One*. – 2017. – Vol. 12. – № 12. DOI: 10.1371/journal.pone.0189774
32. Lee D.C., Lee S.Y., Kim Yu.C. An epidemiological study of the risk factors associated with myopia in young adult men in Korea [Электронный ресурс] // *Scientific Reports*. – 2018. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18926-2> (дата обращения: 21.03.19).
33. Light and lighting – Lighting of work places // *Indoor work places; German version*. – 2011. – Vol. 1. – EN 12464-1: 2011.
34. Myopia in schoolchildren in a rural community in the State of Mexico, Mexico / O. Garcia-Lievanos, L. Sanchez-Gonzalez, N. Espinosa-Cruz, L. Hernandez-Flores, L. Salmeron-Leal, H. Torres-Rodriguez // *J. Dove press*. – 2016. – Vol. 8. – P. 53–56. DOI: 10.2147/OPTO.S88353
35. Negiloni K., Ramani K.K., Sudhir R.R. Do school classrooms meet the visual requirements of children and recommended vision standards? // *PLoS One*. – 2017. – Vol. 12 (4). DOI: 10.1371/journal.pone.0174983
36. Okoye O., Umeh R.E., Ezepue F.U. Prevalence of eye diseases among school children in a rural south-eastern Nigerian community // *Rural Remote Health*. – 2013. – № 13 (3). – P. 2357.
37. Pan C.V., Ramamythy D., Saw S.-M. Worldwide prevalence and risk factors for myopia // *Ophthalmol. Physiol. Opt.* – 2012. – № 32. – P. 3–16.
38. Parental attitudes to myopia: a key agent of change for myopia control? / S. McCrann, I. Flitcroft, K. Lalor, J. Butler, A. Bush, J. Loughman // *Ophthalmic and physiological optics*. – 2015. – Vol. 38. – № 3 – P. 298–308.
39. Prevalence of ocular morbidity in school going children in West Uttar Pradesh / V. Singh, K.P.S. Malik, V.K. Malik, K. Jain // *Indian J Ophthalmol.* – 2017. – № 65 (6). – P. 500–508. DOI: 10.4103/ijo.IJO\_676\_15
40. Schneider M. Do school facilities affect academic outcomes? [Электронный ресурс] // ERIC. – 2002. – URL: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED470979.pdf> (дата обращения: 19.10.2018).
41. Sun J., Zhou J. High prevalence of myopia and high myopia in 5060 Chinese university students in Shanghai // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2012. – № 53 (12). – P. 7504–7509.

## Раздел IV

---

### **Анализ рисков здоровью в сфере питания**





## Оценка влияния индексов питания на здоровье населения на основании выборочных данных анкетного опроса

**А.В. Алексеева**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Определены зависимости между поступлением в организм питательных веществ и вероятностью возникновения заболеваний на основании данных анкетного опроса. Выявленные корреляции имели вид логистической регрессионной модели. Полученные результаты подтвердили наличие связи между избыточным потреблением макронутриентов и минеральных веществ и вероятностью развития заболеваний пищеварительной и эндокринной систем, а также обнаружили влияние на заболеваемость органов дыхания и нервной системы.

**Ключевые слова:** поступление питательных веществ, вероятность развития заболевания, логистическая регрессионная модель, данные анкетного опроса.

Согласно многим исследованиям [2, 11, 7, 16, 14, 4, 8, 9, 10], одной из основных причин заболеваний является несбалансированное питание. Пищевой статус человека среди прочего определяют такие показатели, как суточное и недельное потребление белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ [12].

Для проведения исследования, посвященного проблемам воздействия факторов питания на здоровье населения, была разработана анкета «Исследование влияния факторов питания на здоровье населения». Ответы респондентов позволяют оценить суточное и недельное потребление различных видов продукции с учетом типа приготовления. Анкета содержит следующие графы: название продукта, суточное потребление (г/мл/шт.), количество дней в неделю, доля типов приготовления. Варианты ответов предложены. В анкету вошли такие основные виды продуктов, как: мясо и мясные полуфабрикаты; птица, птицеводческие продукты и полуфабрикаты из птицы; яйцо; молоко; рыба и полуфабрикаты из рыбы; овощи; фрукты; безалкогольные напитки; молочные и кисломолочные продукты; масложировые продукты; хлебобулочные изделия; мукомольно-крупяные изделия; сахар; кондитерские изделия. В отдельные классы была выделена продукция из мяса, птицы и рыбы, готовая к употреблению. Кроме того, анкета дает возможность проследить суточное количество приемов пищи и сценарий распределения объема принимаемой пищи в течение дня. В опросе принимали участие 217 человек, жителей г. Шелехова и Шелеховского района, в том числе 159 детей (от 4 до 11 лет) и 58 женщин в возрасте от 24 до 48 лет. Ввиду того, что ответы респондентов на вопросы анкеты представляют собой выбор одного из предложенных вариантов, то есть только примерно отображают действительные пищевые привычки, исходные данные не являются исчерпывающе точными. Поэтому нельзя исключить возможные погрешности.

На основании данных о среднем содержании белков, жиров и углеводов в указанных видах продукции [15] для каждого опрашиваемого было рассчитано суточное и недельное поступление этих веществ в организм:

$$B_{\text{сут}} = \frac{Sb}{100}, \quad (1)$$

$$B_{\text{нед}} = B_{\text{сут}} n, \quad (2)$$

где  $B_{\text{сут}}$  – количество белка, потребляемое в сутки (г);

$S$  – количество продукта определенного типа, потребляемое в сутки (г);

$b$  – среднее содержание белка в 100 граммах продукции определенного типа (г);

$B_{\text{нед}}$  – количество белка, потребляемое в неделю (г);

$n$  – количество дней в неделю, когда употребляется данный тип продукции.

Тот же принцип был использован при расчете поступления жиров и углеводов. Аналогичным образом было определено поступление микро- и макроэлементов. Стоит отметить, что все вычисления производились в соответствии с типом приготовления, то есть были учтены потери макронутриентов при термической обработке определенных видов продукции:

$$B_{\text{сут\_потери}} = B_{\text{сут}} (D_{\text{тип1}} (1 - B_{\text{тип1\_потери}}) + D_{\text{тип2}} (1 - B_{\text{тип2\_потери}})), \quad (3)$$

где  $B_{\text{сут\_потери}}$  – суточное количество поступившего с пищей белка с учетом типа ее приготовления;

$D_{\text{тип1}}$  – доля продукции в рамках одного вида, приготовляемой первым способом (варка/тушение; употребление в сыром виде);

$B_{\text{тип1\_потери}}$  – доля белка, теряемого при первом типе приготовления;

$D_{\text{тип2}}$  – доля продукции в рамках того же вида, приготовляемой вторым способом (жарка; кипячение (для молока));

$B_{\text{тип2\_потери}}$  – доля белка, теряемого при втором типе приготовления.

Показатели содержания минеральных веществ также различались в зависимости от способа приготовления:

$$M_{\text{сут}} = S(D_{\text{тип1}} M_{\text{тип1}} + D_{\text{тип2}} M_{\text{тип2}}) / 100, \quad (4)$$

где  $M_{\text{сут}}$  – суточное количество поступившего с пищей вещества с учетом типа ее приготовления;

$M_{\text{тип1}}$  – количество данного вещества, содержащееся в 100 граммах продукции, приготовленной первым способом;

$M_{\text{тип2}}$  – количество данного вещества, содержащееся в 100 граммах продукции, приготовленной вторым способом;

Согласно данным о физиологической потребности в питательных веществах [12], полученные абсолютные показатели были пересчитаны относительно нормы:

$$B_{\text{сут\_норма}} = B_{\text{сут\_потери}} / B_n, \quad (5)$$

$$M_{\text{сут\_норма}} = M_{\text{сут}} / M_n, \quad (6)$$

где  $B_{\text{сут\_норма}}$  – нормированный показатель суточного потребления белка;

$B_n$  – суточная норма потребления белка;

$M_{\text{сут\_норма}}$  – нормированный показатель суточного потребления минерального вещества;

$M_n$  – суточная норма потребления минерального вещества.

Причем, если поступление макронутриента превышало его допустимое потребление, то показатель пересчитывался относительно верхней границы нормы, а в случае дефицита вещества – относительно нижней. Помимо нормирования для каждого анкетированного содержание белков, жиров и углеводов было приведено относительно массы:

$$B_{\text{сут\_масса}} = B_{\text{сут\_потери}} / m, \quad (7)$$

где  $B_{\text{сут\_масса}}$  – показатель суточного потребления белка, приведенный относительно массы;

$m$  – масса (вес) респондента.

Еще одно рассчитываемое значение – количество килокалорий, получаемое в сутки/в неделю каждым респондентом. Вычисление производилось на основании ответов о суточном потреблении пищи, содержании в ней основных питательных веществ и количестве энергии, поступающей с ними:

$$K_{\text{сут}} = B_{\text{сут\_потери}} K_{\text{белки}} + G_{\text{сут\_потери}} K_{\text{жиры}} + U_{\text{сут\_потери}} K_{\text{углеводы}}, \quad (8)$$

где  $K_{\text{сут}}$  – количество килокалорий, получаемое в сутки;

$K_{\text{белки}}$  – количество энергии, поступающее с 1 г белка;

$G_{\text{сут\_потери}}$  – суточное количество поступивших с пищей жиров с учетом типа ее приготовления;

$K_{\text{жиры}}$  – количество энергии, поступающее с 1 г жиров;

$U_{\text{сут\_потери}}$  – суточное количество поступивших с пищей углеводов с учетом типа ее приготовления;

$K_{\text{углеводы}}$  – количество энергии, поступающее с 1 г углеводов.

На рис. 1 представлено недельное потребление опрошенными килокалорий и макронутриентов.

Из рис. 1 можно видеть, что в среднем по белкам, жирам и килокалориям норма превышена до 1,5 раза. Однако в отдельных случаях превышение достигает 3 раз и более. Потребление углеводов находится в норме.

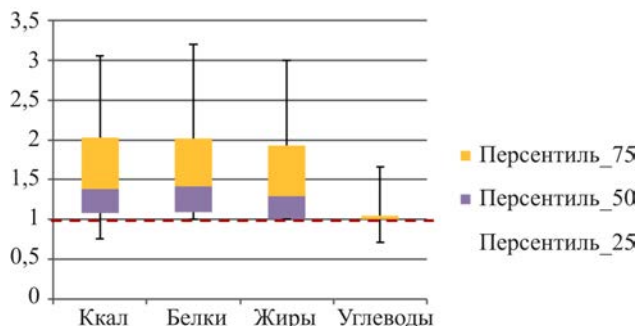


Рис. 1. Недельное поступление килокалорий, белков, жиров и углеводов, отнесенное к нормам потребления

Полученные значения были использованы для построения моделей зависимости между содержанием в организме пищевых веществ и заболеваемостью, а также влияния поступления микро- и макронутриентов на лабораторные показатели. В общем виде логистическая регрессионная модель выглядит следующим образом:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 x)}}, \quad (9)$$

где  $p$  – вероятность развития заболевания;  
 $x$  – степень превышения нормы;  
 $b_0, b_1$  – параметры математической модели.

Установленные корреляции подтверждают наличие отрицательного воздействия избыточного поступления макронутриентов на обмен веществ, пищеварительную и эндокринную системы. Например, при небольшом превышении недельной нормы углеводов вероятность развития некоторых форм ожирения повышается до 23 %, а при превышении нормы в 2 раза – уже до 89 % (рис. 2). Однако в отношении жиров при двукратном превышении недельной нормы вероятность развития ожирения составляет 9 %, еще меньше (до 6 %) – при избытке белка. При чрезмерном потреблении жиров (в 3 раза выше нормы) также возрастает вероятность развития гастродуоденита (на 10 % по отношению к норме).

Кроме того, была выявлена связь между избыточным поступлением в организм белков, жиров и углеводов и увеличением вероятности развития хронического фарингита. При превышении недельной нормы белка более чем в 4 раза вероятность развития фарингита возрастает до 55 %, при такой же степени избытка жиров – до 37 %, а превышение нормы поступления углеводов только в 2 раза уже повышает вероятность развития фарингита до 50 %. Последняя зависимость отображена на рис. 3.

Ряд исследований [1, 6] подтверждает возможность подобной зависимости, обуславливая это нарушениями иммунных механизмов вследствие неправильного питания, приводящего к избыточной массе тела. А ослабленный иммунитет наряду с эндокринными патологиями и патологиями желудочно-кишечного тракта является одним из ведущих факторов, способствующих развитию фарингита [13].

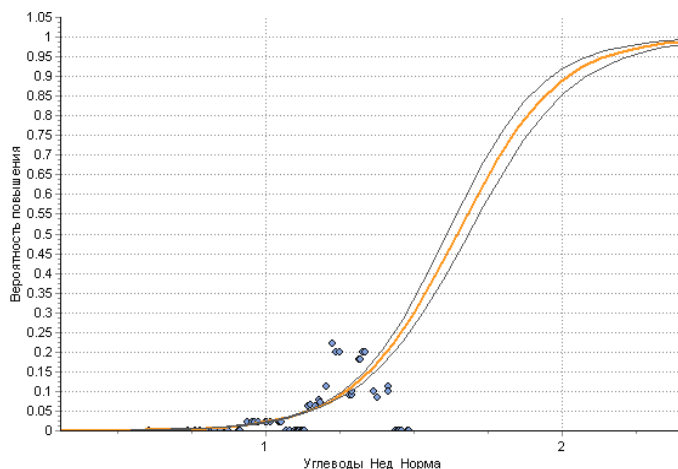


Рис. 2. Зависимость вероятности развития ожирения от превышения недельной нормы углеводов

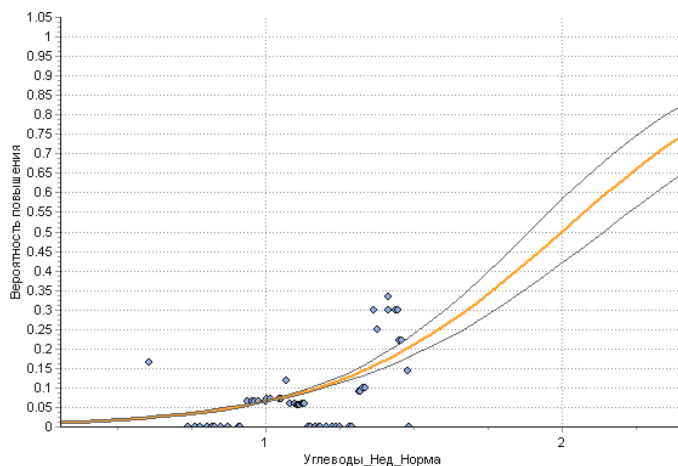


Рис. 3. Зависимость вероятности развития хронического фарингита от превышения недельной нормы углеводов

На рис. 4 можно видеть суточное поступление минеральных веществ.

Согласно рис. 4, отчетливо прослеживается недостаток таких веществ, как алюминий, йод, кобальт и никель. Потребление ванадия, молибдена и хрома среди респондентов в среднем соответствует суточной норме. Наибольшее превышение допустимого уровня отмечается в отношении селена – в среднем в 7,5 раза, а в отдельных случаях – свыше 13 раз. В 5,5 раза превышена норма потребления натрия, примерно в 4 раза – калия, магния и марганца.

В отношении минеральных веществ наиболее сильная корреляция прослеживается с расстройствами вегетативной нервной системы. Даже при нормальном суточном поступлении таких веществ, как железо, калий, магний, марганец, натрий и цинк, вероятность возникновения болезни составляет порядка 20 %. В случае

превышения нормы в 4 раза – около 40 %. Исключение составляет железо, избыточное содержание которого влечет за собой риск в 75 %. Если норма указанных веществ превышена более чем в 4 раза, вероятность расстройств вегетативной нервной системы имеет тенденцию к росту до 95 %. В качестве примера на рис. 5 можно видеть влияние превышения суточного поступления марганца на вероятность возникновения расстройств вегетативной нервной системы.

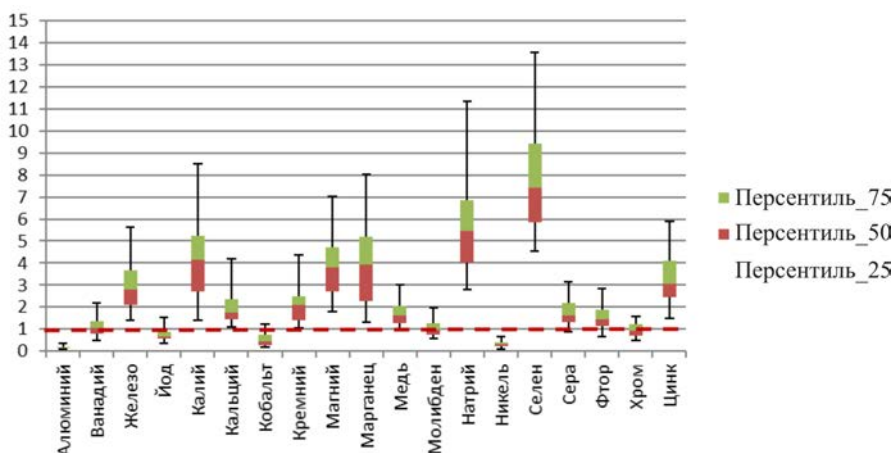


Рис. 4. Суточное поступление макро- и микроэлементов, отнесенное к нормам потребления

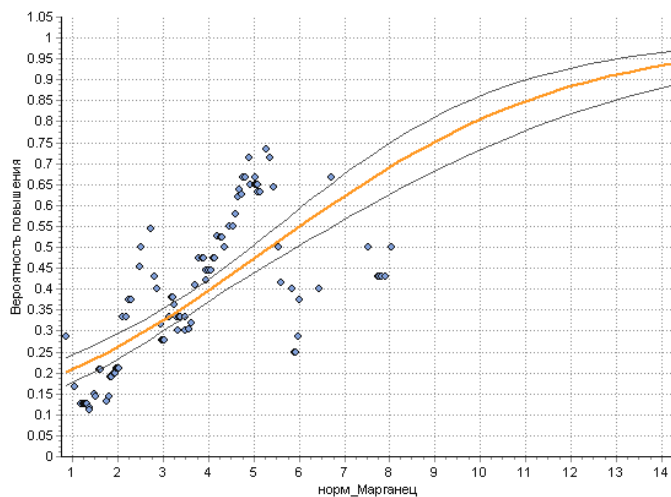


Рис. 5. Зависимость вероятности развития расстройств вегетативной нервной системы от превышения суточной нормы марганца

Также наблюдается зависимость между содержанием в организме железа, кальция, марганца и хроническим фарингитом. Причем наиболее пагубное влияние оказывает избыток кальция: превышение нормы в 4 раза увеличивает вероятность заболевания на 56 % (рис. 6).

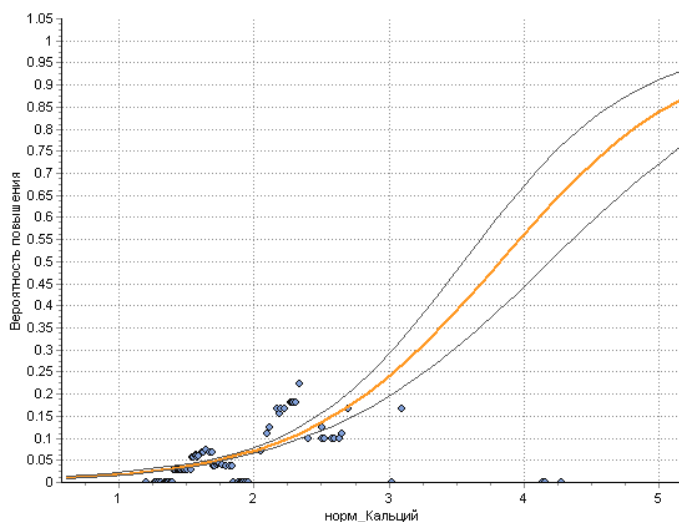


Рис. 6. Зависимость вероятности развития хронического фарингита от превышения суточной нормы кальция

Кроме того, интересно отметить, что даже при допустимом суточном уровне хрома в организме вероятность поражений головного мозга составляет 9 %, при двукратном превышении нормы вероятность достигает 36 %. Данная зависимость представлена на рис. 7.

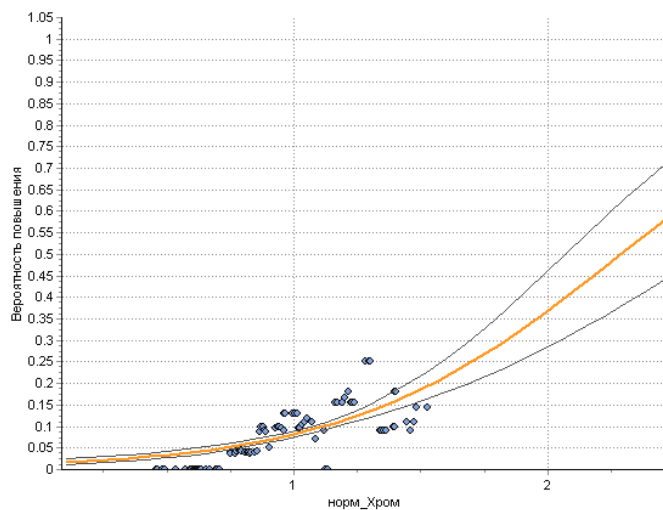


Рис. 7. Зависимость вероятности поражения головного мозга от превышения суточной нормы хрома

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об избыточном потреблении опрошенными белков, жиров и многих минеральных веществ. В частности, недельное поступление белков и жиров превышает допустимую норму в полтора раза, что повышает вероятность развития ожирения и гастродуоденита, а также

хронического фарингита. Причем наибольшее влияние на рост риска заболеваемости оказывает избыток углеводов в организме. Однако в исследуемой группе, за исключением отдельных случаев, потребление углеводов не превышало недельной нормы. Потребление большинства из взятых к рассмотрению минеральных веществ превосходило суточную потребность. Наиболее существенное превышение отмечается для селена и натрия (более чем в 5 раз). Избыток последнего, наряду с железом, калием, магнием, марганцем и цинком, приводит к повышению риска возникновения расстройств вегетативной нервной системы. В отношении селена существенных корреляций установлено не было. Как и в случае с макронутриентами, относительно минеральных веществ была обнаружена связь с вероятностью развития хронического фарингита. Причем наибольшая вероятность наблюдается при избытке кальция. Но в большинстве случаев его потребление превышало норму не более чем в полтора раза. В соответствии со всем вышесказанным можно заключить, что чрезмерное потребление белков, жиров и многих минеральных веществ влечет за собой вероятность развития не только привычных алиментарно-зависимых заболеваний, касающихся пищеварительной и эндокринной систем, но и болезней, связанных с органами дыхания и нервной системой [3].

### Список литературы

1. Гусова З.Р., Дзантиева Е.О., Хрипун И.А. Иммунологические аспекты ожирения // Альманах клинической медицины. – 2015. – Спецвып. 1. – С. 30–35.
2. Жданова-Заплесвичко И.Г. Нерациональное питание как фактор риска здоровью населения Иркутской области // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 23–32.
3. Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) [Электронный ресурс]. – URL: <http://mkb-10.com> (дата обращения: 27.03.2019).
4. Мельникова М.М. Несбалансированное питание как фактор риска развития алиментарно-зависимых заболеваний // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2014. – № 1 (17). – С. 197–202.
5. МР 2.3.1.2432–08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.02.2019).
6. Ожирение ускоряет развитие рака и повышает эффективность его лечения [Электронный ресурс]. – URL: <https://nauka.vesti.ru/article/1106168> (дата обращения: 05.04.2019).
7. Оценка питательного статуса пациентов и расчет показателей для коррекции питательных нарушений с использованием компьютерной программы «Энтерал» / Н.В. Завада, О.С. Богушевич, С.Е. Гутников [и др.] // Новости хирургии. – 2010. – С. 113–118.
8. Оценка пищевого статуса жителей Самары и Самарской области / О.В. Сазонова, Е.М. Якунова, А.В. Галицкая [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 5 (2). – С. 940–942.
9. Питание и здоровье в Европе: новая основа для действий // Региональные публикации ВОЗ. – 2005. – 505 с.
10. Рацион питания в РФ соответствует стандартам бедных стран [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.yktimes.ru/%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8/ratsion-pitaniya-v-rf-sootvetstvuet-standartam-bednyih-stran/> (дата обращения: 06.04.2019).



11. Современные особенности питания пациентов с бронхиальной астмой с поздним началом / М.С. Горемыкина, В.И. Купаев, О.В. Сазонова [и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 22–26.

12. Способ оценки индивидуального потребления пищи методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания: метод, рекомендации. – М., 2016.

13. Фарингит – описание, виды, причины, симптомы и лечение фарингита [Электронный ресурс]. – URL: <https://medicina.dobro-est.com/faringit-opisanie-vidyi-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-faringita.html> (дата обращения: 28.03.2019).

14. Характеристика питания и пищевого статуса рабочих различных промышленных предприятий Свердловской области / Т.В. Мажаева, С.Э. Дубенко, А.В. Погожаева [и др.] // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 1. – С. 72–78.

15. Calorizator.ru – Анализируй то, что ты ешь! [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.calorizator.ru/> (дата обращения: 21.01.2019).

16. Joshua I. Rosenbloom, Dorit Nitzan Kaluski, Elliot M. Berry. A Global Nutritional Index // Food and Nutrition Bulletin. – 2008. – Vol. 29, no. 4. – P. 266–277.

## Информационные потребности населения России в сфере здорового питания

**А.О. Барг, Н.А. Лебедева–Несевря**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

Произведен анализ данных о поисковых запросах по ключевым словам «правильное питание» и «здоровое питание» в системах «Яндекс» и Mail.ru в динамике за 2017–2018 гг. с целью представить информационные потребности населения России в области здорового питания. Описан и систематизирован тезаурус выбранной предметной области. Обнаружено, что потребность сформирована недостаточно (для сравнения: число показов по словосочетанию «правильное питание» по предварительному прогнозу сервиса «Яндекс», составит 424 481 в месяц, а по слову «фильм» – 179 465 604). Требуется дальнейшая проработка государственной политики в сфере пропаганды здорового питания населения с учетом современных тенденций развития сети Интернет.

**Ключевые слова:** здоровое питание, практики здорового питания, информационная потребность, поисковые системы, Интернет-статистика.

В октябре 2010 г. распоряжением Правительства Российской Федерации были утверждены «Основы государственной политики в области здорового питания населения на период до 2020 года», закрепляющие в качестве одного из механизмов реализации политики «усиление пропаганды здорового питания населения, в том числе с использованием средств массовой информации» [8]. Федеральным

проектом «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек» (2019–2014 гг.) предусмотрена задача мотивирования граждан к ведению здорового образа жизни посредством проведения информационно-коммуникационной кампании [9]. Актуальность данных задач связана с недостаточной распространенностью практик здорового питания среди населения – согласно всероссийскому опросу фонда «Общественное мнение» в 2014 г. почти половина россиян (46 %) не считало свое питание здоровым (среди людей среднего возраста с высшим образованием питающихся «нездорово» было 53 %) [5] вследствие: а) отсутствия сформированной социальной установки на ведение здорового образа жизни и «правильное» питание [11]; б) отсутствия объективных условий для реализации здорового питания («нездоровый» ассортимент магазинов, входящих во всероссийские торговые сети, давление на потребителя рекламы и других маркетинговых ходов, недостаточное число специализированных магазинов и пр.) [4].

Эффективность мероприятий по мотивированию граждан к здоровому образу жизни, рациональному питанию определяется через: а) охват населения информационными мероприятиями; б) степень принятия информации в качестве руководства к действию (сложившаяся социальная установка, позитивный поведенческий стереотип); в) частоту реализации здоровьесохранных поведенческих практик в повседневной жизни; г) динамику показателей здоровья.

Согласно докладу Роспотребнадзора «Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания», на протяжении последних лет в нашей стране был реализован целый комплекс мероприятий, направленных на популяризацию культуры здорового питания [1]. Действенность данных мероприятий выражается, в первую очередь, через сформированную у населения потребность в информации о принципах и способах здорового и безопасного питания.

**Цель исследования** – охарактеризовать сформированность информационной потребности населения России в сфере здорового и безопасного питания.

**Материалы и методы.** Информационной базой исследования выступили данные о поисковых запросах по ключевым словам «правильное питание» и «здоровое питание» в системах «Яндекс. Wordstat.yandex.ru» и Mail.ru. Webmaster.mail.ru/querystat. Системы дают возможность проследить статистику поисковых запросов за предшествующий месяц. Также, Wordstat.yandex.ru показывает динамику показателей за два года. Webmaster.mail.ru/querystat позволяет видеть статистику по пользователям в разрезе их пола и возраста. Эти две службы выбраны в силу ряда причин. Хотя «Яндекс» является второй по популярности поисковой системой в России (на первом месте Google (рис. 1)), общий анализ статистики поисковых запросов по ключевым словам в Wordstat.yandex.ru в большей степени отвечает цели настоящего исследования, так как подобная система Google AdWords позволяет осуществлять такую деятельность только в рамках маркетингового продвижения собственной кампании и выдает лишь общие прогнозные результаты (например, поисковой запрос «правильное питание» предполагает среднее число запросов в месяц от 10 000 до 100 000 раз). Если добавить анализируемые ключевые слова в список для своей кампании, то предоставляется информация о возможном количестве кликов и показов рекламируемого интернет-ресурса при максимальной цене за один клик.

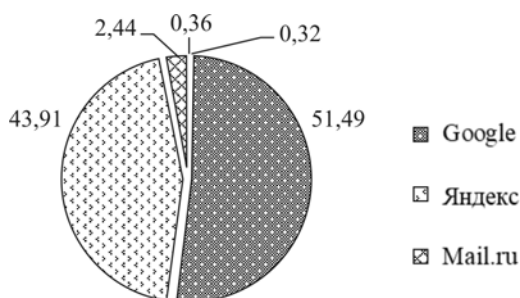


Рис. 1. Популярность поисковых систем на 2018 г.<sup>1</sup>

Как видно из рис. 1, пользователи Интернета практически в равной степени задействуют обе системы, поэтому в силу названных причин, остановив свой выбор на «Яндексе», мы получим релевантные данным Google сведения и репрезентируем население России, пользующееся Интернетом (в различных источниках на 2018–2019 гг. от 70 до 80 % жителей страны 16 лет и старше являются активными пользователями [3, 10, 11]).

Вторая система (Mail.ru. Webmaster.mail.ru/querystat), включенная в анализ, занимает третью позицию в рейтинге поисковых сервисов (см. рис. 1) и необходима, чтобы определить сформированность информационной потребности населения России в сфере здорового питания в разрезе пола и возраста, чего не позволяет сделать «Яндекс».

Другие сервисы имеют долю поискового трафика в Интернете менее одного процента, и их статистика не может значительно повлиять на выявленные в ходе настоящего исследования тенденции и значения показателей, поэтому не анализируется.

**Результаты и их обсуждение.** По результатам анализа данных Wordstat.yandex.ru число показов по словосочетанию «правильное питание», по предварительному прогнозу сервиса, в месяц составит 424 481, запрос «здоровое питание» будет введен 182 751 раз.

Словарные наборы, в состав которых входит часть исходного ключевого слова «правильное питание», можно условно разделить на четыре группы: 1. Запросы, связанные с желанием похудеть («правильное питание + для похудения», «правильное питание + для снижения веса», «правильное питание + для похудения + для женщин», «рецепты правильного питания + для похудения», «правильное питание + для похудения + в домашних условиях»). 2. Выбор меню правильного питания («правильное питание меню», «правильное питание меню + на день», «правильное питание меню + на каждый день», «правильное питание меню + на неделю», «правильное питание + для женщин меню», «правильное питание меню рецепты»). 3. Поиск рецептов блюд, соответствующих правильному питанию («рецепты правильного питания», «овсяноблин рецепт + для правильного питания», «рецепты правильного питания + на каждый», «правильное питание рецепты + с фото»). 4. Знакомство с принципами

<sup>1</sup> Представлены данные сервиса «Глобальная статистика SEO-AUDITOR». Рейтинг популярности поисковых систем оценивался как доля поискового трафика, генерируемая данной поисковой системой в Рунете [Электронный ресурс]. – URL: <http://gs.seo-auditor.com.ru/sep/2018/pie> (дата обращения: 10.03.2014).

правильного питания («*суть правильного питания*», «*правильное питание + для женщин*», «*продукты правильного питания*», «*правильное домашнее питание*», «*условия правильного питания*», «*разговор + о правильном питании*», «*правильное здоровое питание*», «*какое правильное питание*», «*рацион правильного питания*»). Доля первой группы в общем числе словарных наборов составляет почти 32 %, второй – 41 %, третьей – 10 %, четвертой – 17 %. Отметим, что ассоциативные запросы, т.е. те слова, которые чаще всего вводили пользователи «Яндекса» до или после исходного запроса во время одной сессии, в основном связаны с проблемами лишнего веса («*живот убрать*», «*диета похудение*», «*лишний вес*», «*сжигать жир*», «*похудение питание*» и т.п.). Из 17 ассоциативных запросов, выведенных в отчете Wordstat.yandex.ru, – 11 связаны именно с темой снижения веса.

История показов по фразе «правильное питание» за 2017–2018 гг. демонстрирует небольшое повышение интереса к теме в 2018 г. (рис. 2).

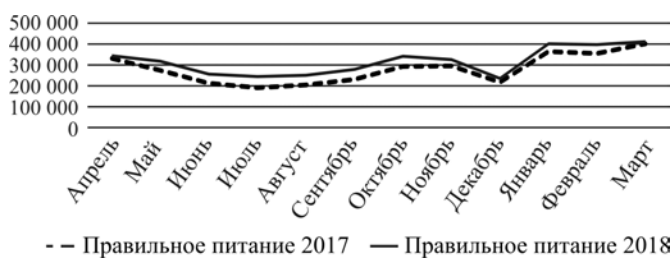


Рис. 2. История показов по фразе «Правильное питание» за 2017–2018 гг.

Динамика показателя хорошо отражает сезонность темы. Правильность питания меньше всего волнует наших соотечественников в предновогодний период (в декабре 2017 г. число запросов «правильное питание» составило 217 121 раз, в аналогичный период 2018 г. – 235 635 раз). С декабря по январь виден резкий подъем интереса к исследуемой сфере, достигающий пика весной (в марте 2017 г. число запросов «правильное питание» составило 401 496 раз, в аналогичный период 2018 г. – 411 856 раз). Если учесть, что наблюдается значительная потребность в информации, связанной со снижением веса, то можно предположить, что женщины начинают подготовку к летнему сезону. Система Mail.ru в качестве целевой аудитории по запросу «правильное питание» определяет женщин 35–49 лет и 50–65 лет. Похожая динамика видна и на рис. 3, представляющем историю показов по словосочетанию «здоровое питание» за 2017–2018 гг., а Mail.ru предлагает такую же целевую аудиторию (женщины 35–49 лет и 50–65 лет).

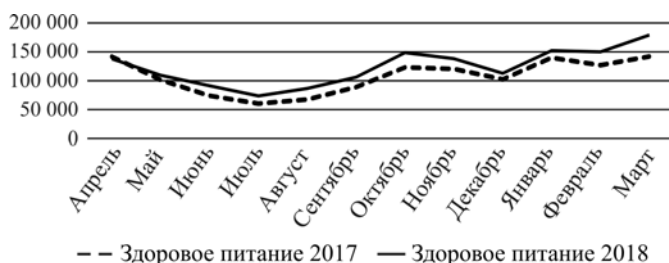


Рис. 3. История показов по фразе «Здоровое питание» за 2017–2018 гг.

Октябрьский рост показателей в сфере правильного и здорового питания объясняется тем, что 16 октября отмечается Всемирный день здорового питания. Это влечет за собой проведение мероприятий в учебных учреждениях и различных организациях, сфера деятельности которых так или иначе связана со здоровьем населения (в октябре 2017 г. число запросов «здоровое питание» составило 293 184 раза, в аналогичный период 2018 г. – 342 033 раза). Надо отметить, что 24 % словарных наборов, в состав которых входит часть исходного ключевого слова «здоровое питание», объединяется в группу «Поиск информационных материалов к мероприятию или событию» («тема здоровое питание», «день здорового питания», «рисунок здоровое питание», «здоровое питание презентация», «здоровое питание картинки», «проект здоровое питание», «день правильного здорового питания», «плакат здоровое питание», «пословицы +о здоровом питании»). Вторая по объему группа словарных наборов связана, как и в случае правильного питания, с интересом к вариантам меню здорового питания (23 %). Третья по величине группа включает тему здорового образа жизни и долголетия (21 %) («здоровое питание жизнь», «здоровый образ жизни питание», «здоровое питание долголетие», «здоровое питание активное долголетие», «правильное питание +для здоровой жизни», «правильное питание +для здорового образа жизни»). В четвертую группу вошли общие словарные наборы типа «правильное здоровое питание», «здоровое питание активное», «правила здорового питания», «здоровое питание +для детей», «про здоровое питание», «школа здорового питания» (22 %). Стоит добавить, что в статистическом отчете «Яндекса» вместе с ключевыми словами «здоровое питание» появляются запросы, связанные с покупкой продуктов здорового питания (группа составила 9 % от общего числа словарных наборов, в состав которых входит часть исходного ключевого слова «здоровое питание»). Что касается ассоциативных запросов, то система выдает их в количестве семи штук, в которые попадают «правильное питание», «здоровая еда», «здоровый образ жизни», «диета питание», «здоровые продукты», «правильная диета», «диетическое питание».

**Выводы.** По данным Росстата, численность постоянного населения Российской Федерации на 1 января 2018 г. составляет 146 880 000 человек. В возрасте от 15 лет и старше – 121 299 000 [2]. Около 90 000 000 человек являются интернет-пользователями (75,4 % взрослого (16+) населения страны [9]). Если позволить себе значительную степень редукции, то можно утверждать, что информационная потребность в сфере здорового питания сформирована недостаточно. Лишь десятки доли процентов от общей аудитории российских интернет-пользователей задаются данным вопросом, употребляя в своем поиске ключевые слова «правильное питание» (напомним, что прогноз Яндекса – 424 481 показ в месяц), «здоровое питание» (прогноз – 182 751 показ). Например, по слову «фильм» Яндекс прогнозирует 179 465 604 показа в месяц.

Общий рост значений исследуемых показателей в сравнительном анализе за 2017–2018 гг. интерпретируется двояко. С одной стороны, рост указывает на эффективность мероприятий в рамках государственной политики в сфере распространения практик здорового питания среди населения, с другой – объясняется ежегодным увеличением аудитории интернет-пользователей (прирост в 4 % за 2018 г. [7]).

Направленность существующего поиска по означенной теме имеет некоторый перекосяк в сторону озадаченности пользователей снижением веса, связана с сезонами и календарными датами.

Таким образом, следует не останавливаться и продолжать активную политику пропаганды здорового питания населения, которая способствует возникновению и закреплению в массовом сознании четкой социальной установки на осуществление здоровьесохрannого поведения и повышает уровень культуры питания.

### Список литературы

1. Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания: доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 89 с.
2. Демография // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#) (дата обращения: 10.04.2018).
3. Интернет в России: динамика проникновения. Зима 2017–2018 гг. (слитые данные еженедельных опросов «ФОМнибус» граждан РФ 18 лет и старше за декабрь 2017 г. – февраль 2018 г.) [Электронный ресурс] // Официальный сайт Фонда «Общественное мнение». – URL: <https://fom.ru/SMI-i-internet/13999> (дата обращения: 10.04.2018).
4. Минина В.Н., Иванова М.С., Ганскау Е.Ю. Здоровое питание в контексте повседневной жизни россиян // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 182–202.
5. О здоровом питании. Что такое правильное питание? И сколько россиян его придерживаются [Электронный ресурс] // Сайт Фонда «Общественное мнение». – URL: <https://fom.ru/Obraz-zhizni/11558> (дата обращения: 08.04.2018).
6. О пропаганде здорового образа жизни и преодолении кризисных явлений в общественном здоровье / А.П. Цыбусов, О.В. Атмайкина, Л.И. Уткина, С.Е. Хоронко // Медицинский альманах. – 2018. – № 2 (53). – С. 9–12.
7. Общая аудитория интернета (данные проекта WEB-Index за март – август 2018) [Электронный ресурс] // Официальный сайт проекта WEB-Index. – URL: <https://webindex.mediascope.net/general-audience> (дата обращения: 10.04.2018).
8. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года / утв. распоряжением Правительства РФ от 25 октября 2010 г. № 1873-р. – М., 2010.
9. Паспорт федерального проекта «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек» [Электронный ресурс] // Официальный сайт Минтруда России. – URL: <https://rosmintrud.ru/ministry/programms/demography/4> (дата обращения: 08.04.2018).
10. Проникновение Интернета в России (данные Омнибус ГФК-Русь, вся Россия, население 16+ 15.01.2019) [Электронный ресурс] // Официальный сайт российского филиала исследовательского концерна GfK (Gesellschaft fur Konsumforschung) Group. – URL: <https://www.gfk.com/ru/insaity/press-release/issledovanie-gfk-proniknovenie-interneta-v-rossii-1> (дата обращения: 10.04.2018).
11. Просторы интернета: для работы или развлечений? (рез-ты инициативного Всероссийского опроса ВЦИОМ 17 сентября 2018 г.) [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВЦИОМ. – URL: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=9322> (дата обращения: 10.04.2018).

## Оценка алиментарной экспозиции полиароматическими углеводородами населения Республики Беларусь с применением детерминистического подхода

**Н.А. Долгина, Е.В. Федоренко,  
С.И. Сычик, А.М. Бондарук**

РУП «Научно-практический центр гигиены»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Изучение долгосрочного воздействия канцерогенных соединений, таких как полиароматических углеводородов (ПАУ), на население является актуальной задачей обеспечения безопасности пищевой продукции вследствие высокой вероятности их поступления с рационом. Оценка алиментарной экспозиции ПАУ населения осуществлялась при «хроническом» (ежедневном) и «остром» (периодическом) потреблении с использованием общепринятых подходов на основании фактического потребления с применением детерминистического подхода. Средние уровни контаминации БП и сумма 4ПАУ по медиане составили от 0,0065 и 0,26 мкг/кг в продуктах какао-переработки до 0,20 и 3,72 мкг/кг в масложировой продукции соответственно. Острое суточное поступление БП и 4ПАУ с рационами было в 1,09–3,51 раза выше по сравнению с хроническим. Основными источниками ПАУ являются хлебобулочные изделия, масложировая продукция, копченые мясные продукты из-за высоких уровней содержания контаминантов в них.

**Ключевые слова:** пищевая продукция, полиароматические углеводороды, контаминация, потребление, алиментарная экспозиция, оценка риска.

Полициклические углеводороды (ПАУ) – это токсичные органические соединения, состоящие из двух или более конденсированных ароматических колец, образующиеся при неполном сгорании органических материалов. Эпидемиологические исследования выявили взаимосвязь между воздействием смесей ПАУ и неблагоприятными исходами беременности, нейрорасстройствами и снижением фертильности [3]. Кроме того, лабораторные исследования на животных показали, что некоторые ПАУ являются высококанцерогенными, вносят вклад в развитие рака молочной железы, легких и дистального отдела кишечника у людей [4]. Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) классифицировало 16 из них как приоритетные загрязнители в связи с их потенциально токсическими, мутагенными и канцерогенными свойствами. Согласно классификации Международного агентства по изучению рака, бенз(а)пирен (БП) относится к 1-й группе канцерогенных веществ для человека, а бенз(а)антрацен (БаА), хризен (ХР) и бенз(б)флуорантен (БбФ) – к 2В группе – вероятно канцерогенных веществ [6].

Население подвергается воздействию ПАУ несколькими путями: ингаляционно, трансдермально, перорально с водой и пищевыми продуктами. Для большинства людей, не подвергающихся профессиональной экспозиции, потребление пищевых продуктов является основным путем поступления. Уровень ПАУ в пищевых продуктах варьируется в зависимости от вида пищевых продуктов и способов их приготовления. Потребление свинины и рыбы ассоциировано с более высокими

значениями алиментарной нагрузки ПАУ по сравнению с другими видами пищевых продуктов. Кроме того, приготовленные пищевые продукты содержат большее количество ПАУ, чем сырые. Высокотемпературные методы приготовления пищевых продуктов (например, грилирование, барбекю, копчение) могут привести к образованию большего количества ПАУ из-за пиролиза органических компонентов, включая жиры, при высоких температурах [6, 8].

Методология оценки рисков рядом международных организаций рассматривается как ведущий инструмент обеспечения безопасности пищевой продукции. Оценка уровня экспозиции является одним из этапов оценки риска, который характеризует алиментарную нагрузку среди различных групп экспонированного населения [7]. В настоящее время данные о количестве ПАУ, поступающих с рационами населения Республики Беларусь, отсутствуют. Поэтому проведение оценки алиментарной нагрузки ПАУ является актуальным.

**Целью данной работы** является гигиеническая оценка алиментарной экспозиции ПАУ.

**Материалы и методы.** Определение ПАУ проводилось согласно ГОСТ 31745-2012 «Продукты пищевые. Определение содержания ПАУ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии». Сформирована база данных загрязнения пищевой продукции ПАУ, в которую включены значения уровней контаминации бенз(а)антраценом (БаА), бенз(б)флуорантеном (БбФ), хризеном (ХР), бенз(а)пиреном (БП) и из литературных источников [2].

Статистическая обработка полученных данных проведена с помощью пакета Statistica 12.0. Для характеристики уровня контаминации ПАУ пищевой продукции использованы медиана (*Me*), интерквартильный размах (25 % ÷ 75 %) и 95-й процентиль (95*P*). Достоверность различий между верхней границей (ВГ) и нижней границей (НГ) по отношению к среднему уровню (СУ) контаминации пищевой продукции по медиане определялась при уровне значимости  $p < 0,05$  по *U*-критерию Манна – Уитни.

Гигиеническая характеристика уровней контаминации масложировой продукции, копченых мясных и рыбных продуктов, шоколада, шоколадных конфет, копченого сыра, какао БП, 4ПАУ с учетом низконтаминированных проб выполнена на основании Инструкции по применению № 004-1618 «Метод гигиенической оценки содержания полиароматических углеводородов в пищевой продукции», утвержденной заместителем министра здравоохранения – главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 22.06.2018 г. Данные об уровнях загрязнения хлебобулочных изделий, пирожных, тортов, яиц, кофе, чая, алкогольной продукции вышеназванными соединениями получены из литературных источников [2].

Оценка фактического питания населения проведена с использованием адаптированного метода анализа частоты потребления пищевых продуктов. Проведено анкетирование 583 респондентов старше 18 лет, из них 300 – женщин, 283 – мужчин, что позволило оценить как индивидуальное потребление пищевых продуктов, так и распределение данных в обследованной выборке. Оценку количества потребляемых продуктов рассчитывали как производное категории частоты потребления, величины порции и указанного анкетиремым количества порций пищи с использованием «Альбома порций продуктов и блюд» [2].

Оценка алиментарной нагрузки основывалась на данных о содержании БП, 4ПАУ в пищевой продукции и «остром», «хроническом» потреблении соответст-



вующих категорий продуктов. Оценивалось поступление ПАУ с каждым видом пищевой продукции, затем значения суммировались (детерминистический подход). Под «хроническим» потреблением понимается ежедневное потребление видов пищевых продуктов, под «острым» – периодическое потребление видов пищевой продукции, вносящих наибольший вклад в поступление обсуждаемых веществ в организм. Используемая в нашем исследовании структура питания среди взрослых основывалась на фактическом потреблении пищевых продуктов. Для расчета экспозиции БП, 4ПАУ использовано стандартное значение массы тела 70 кг.

Важным этапом оценки экспозиции является формирование сценариев воздействия (в том числе аgravированных). Модели оценки алиментарной экспозиции для каждого вида продукции учитывали *Me* и *95P* содержания контаминантов в изучаемых группах пищевых продуктов и уровня их потребления.

**Результаты и их обсуждение.** С учетом описанных подходов обоснованы сценарии алиментарного поступления ПАУ, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Модели алиментарного поступления ПАУ с рационами

Сценарий	Модель (сценарий) экспозиции	
	Содержание ПАУ в отдельных видах пищевой продукции	Потребление
1	Среднее (медиана) содержания БП, 4ПАУ в пищевых продуктах	Хроническое, средний уровень (медиана) потребления всеми потребителями в целом
2	Среднее (медиана) содержания БП, 4ПАУ в пищевых продуктах	Острое, средний уровень (медиана) потребления только потребителями (респондентами, которые потребляли изучаемый вид пищевой продукции не менее одного раза за время, указанное в анкете)
3	Среднее (медиана) содержания БП, 4ПАУ в пищевых продуктах	Хроническое высокое потребление (на уровне <i>95P</i> ) для пищевых продуктов, вносящих наибольший вклад, хроническое потребление пищевых продуктов на уровне средних значений (медианы потребления) для всех потребителей в целом
4	Высокое ( <i>95P</i> ) содержания БП, 4ПАУ в продуктах, вносящих наибольший вклад в поступление, и среднее ( <i>Me</i> ) содержания БП, 4ПАУ во всех остальных пищевых продуктах	Хроническое потребление пищевых продуктов на уровне средних значений (медианы потребления), вносящих наибольший вклад и для всех потребителей в целом
5	Высокое ( <i>95P</i> ) содержания БП, 4ПАУ в продуктах, вносящих наибольший вклад в поступление, и среднее ( <i>Me</i> ) содержания БП, 4ПАУ во всех остальных пищевых продуктах	Хроническое потребление пищевых продуктов на уровне высоких значений ( <i>95P</i> ), вносящих наибольший вклад и для всех потребителей в целом

Первый сценарий характеризует наиболее реалистичную модель поступления обсуждаемых веществ, второй – позволяет идентифицировать три группы пищевых продуктов, вносящих наибольший вклад в алиментарную нагрузку, третий – характеризует поступление БП, 4ПАУ для «высоких» потребителей (лиц, употребляющих пищевые продукты в больших количествах), четвертый – определяет алиментарную нагрузку при высоких уровнях контаминации; пятая модель, аgravированная, характерна для весьма незначительного числа населения, придерживающегося определенного характера питания.

Моделирование незначимых результатов, которые оцениваются как «ниже ПО» или «не обнаружено», с использованием замещающих значений вместо уровней контаминации ниже ПКО, согласно [1, 5, 7], позволило для отдельных пищевых продуктов определить диапазоны значений загрязнения БП, 4ПАУ.

Проведенные нами исследования показали, что диапазоны уровней загрязнения продуктов какао-переработки, копченой мясной и рыбной продукции, копченых сыров ХР составили от 0,03 мкг/кг до 0,1 мкг/кг, соответственно. Статистическая значимость различий между верхней и нижней границами по отношению к среднему уровню контаминации ХР установлена в продуктах какао-переработки ( $U = 312$ ,  $p < 0,05$ ), в копченой мясной ( $U = 112$ ,  $p < 0,05$ ) и рыбной продукции ( $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ). Уровень загрязнения продуктов какао-переработки, копченой рыбной продукции и сыров БбФ варьировался от 0,03 до 0,1 мкг/кг соответственно. Статистическая значимость различий между верхней и нижней границами по отношению к среднему уровню контаминации БбФ установлена в продуктах какао-переработки ( $U = 312$ ,  $p < 0,05$ ), в копченом сыре ( $U = 18$ ,  $p < 0,05$ ) и рыбной продукции ( $U = 112$ ,  $p < 0,05$ ). Значения уровней контаминации БП какао-продуктов и копченых сыров составили от 0,003 до 0,01 мкг/кг ( $U = 733$ ,  $p < 0,05$ ) и от 0,009 до 0,013 мкг/кг соответственно.

Содержание суммы 4ПАУ по медиане и 95-му перцентилю в изученных пищевых продуктах варьировалось от 0,70 до 0,81 мкг/кг и от 7,80 до 7,87 мкг/кг соответственно. Диапазон загрязнения ХР составил от 0,03 до 0,10 мкг/кг ( $U = 338$ ,  $p < 0,05$ ), а средние уровни контаминации БаА, ХР, БбФ, БП и сумма 4ПАУ (по медиане) – 0,30; 0,10; 0,17; 0,02 и 0,75 мкг/кг соответственно. 95P достигал 7,84 мкг/кг при загрязнении суммой 4ПАУ.

Гигиеническая оценка уровней контаминации показала отсутствие превышения максимальных допустимых уровней БП, 4ПАУ, установленных в Республике Беларусь, Евразийском экономическом союзе и Европейском союзе, во всех исследованных образцах пищевых продуктов.

Структура потребления пищевых продуктов взрослыми, оцененная на основании изучения фактического питания с использованием частотного метода, приведена в табл. 2.

Таблица 2

Структура фактического потребления пищевых продуктов, являющихся потенциальным источником ПАУ (г/сут)

Вид пищевой продукции	Все потребители в целом		Только потребители	
	Me (25 % ÷ 75 %)	95P	Me (25 % ÷ 75 %)	95P
Хлебобулочные изделия	129,63 (71,82÷246,85)	423,23	130,17 (72,0÷246,85)	423,23
Масложировая продукция	15,73 (6,07÷30,35)	63,14	17,49 (7,57÷30,86)	63,14
Копченые мясopодукты	77,48 (0,80÷64,26)	399,40	81,19 (1,87÷64,26)	405,11
Копченые рыбные продукты	13,20 (0÷11,70)	72,83	16,10 (1,50÷23,40)	78,42
Шоколад, шоколадные конфеты	4,28 (1,40÷14,04)	36,0	6,43 (1,80÷17,14)	36,0
Пирожные, торты	4,0 (0÷9,36)	28,56	4,0 (4,0÷9,36)	42,84
Копченый сыр	7,14 (2,34÷28,56)	71,40	14,28 (3,51÷28,56)	71,40
Яйца	15,80 (5,27÷32,13)	96,39	16,07 (5,27÷32,13)	96,39
Какао	0 (0÷0,35)	2,50	0,82 (0,35÷2,50)	5,0
Кофе, чай	10,50 (10,50÷24,50)	35,0	10,50 (10,50÷24,50)	35,0
Алкогольная продукция	7,50 (0÷35,0)	178,50	30,66 (8,78÷69,75)	214,20

Наибольшее среднесуточное потребление пищевых продуктов, содержащих ПАУ, образующихся в процессе производства, для потребителей в целом установлено для копченых мясных продуктов (77,48 г/сут), масложировой продукции (15,73 г/сут), копченой рыбной продукции (13,20 г/сут), копченого сыра (7,14 г/сут). Максимальные уровни потребления (95P) были существенно выше и достигали для копченых мясопродуктов 399,40 г/сут, копченых рыбных продуктов – 72,83 г/сут, масложировой продукции – 63,14 г/сут, копченого сыра – 71,40 г/сут.

Наибольшие средние уровни потребления пищевой продукции населением в целом, которая загрязняется ПАУ вследствие обжаривания и поверхностной контаминации, установлены для хлебобулочных изделий (129,63 г/сут), яиц (15,80 г/сут), кофе и чая (10,50 г/сут).

Для целей оценки «острой» алиментарной экспозиции ПАУ изучено потребление пищевой продукции только ее потребителями. По результатам проведенного анализа установлено, что средние уровни потребления пищевой продукции, характеризующейся высокими уровнями контаминации, составили для хлебобулочных изделий 130,17 г/сут, копченых мясных продуктов – 81,19 г/сут, масложировой продукции – 17,49 г/сут, копченых рыбных продуктов 16,10 г/сут, копченого сыра – 14,28 г/сут.

Результаты оценки экспозиции свидетельствуют, что в соответствии с второй моделью при медианных уровнях потребления пищевых продуктов только потребителями и содержания контаминанта в них диапазоны среднесуточного поступления суммы 4ПАУ и БП с рационом варьировались от 8,836 до 8,851 нг/кг массы тела в сутки и от 0,740 до 0,741 нг/кг массы тела в сутки соответственно. Наибольший вклад в алиментарную экспозицию пищевой продукции БП, 4ПАУ внесли хлебобулочные изделия, масложировая продукция и копченые мясопродукты (табл. 3).

Таблица 3

Алиментарная экспозиция, ассоциированная с поступлением БП, 4ПАУ с отдельными пищевыми продуктами, только у их потребителей (нг/кг массы тела в сутки)

Вид пищевой продукции	Наименование контаминанта					
	БП			4ПАУ		
	НГ	СУ	ВГ	НГ	СУ	ВГ
Хлебобулочные изделия	0,110			1,038		
Шоколад, шоколадные конфеты	0,0003	0,001	0,0009	0,017	0,022	0,030
Кондитерские изделия	0,002			0,010		
Масложировая продукция	0,050			0,892		
Копченая мясная продукция	0,023			0,644		
Копченая рыбная продукция	0,012			0,133		
Сыр копченый	0,002			0,080		
Яйца	0,011			0,011		
Какао	0,00004	0,0001	0,00012	0,002	0,003	0,004
Кофе, чай	0,001			0,009		
Алкогольная продукция	0,0002			0,001		
Среднесуточное поступление с рационом	0,740	0,741	8,836	8,841	8,851	

Результаты расчета алиментарной экспозиции вышеназванными веществами для всего населения в целом представлены в табл. 4.

Таблица 4

Поступление ПАУ с пищевыми продуктами у всего населения в целом, рассчитанное при использовании различных сценариев алиментарной нагрузки (нг/кг массы тела в сутки)

Способ оценки экспозиции	Модель 1			Модель 3			Модель 4			Модель 4		
	НГ	СУ	ВГ	НГ	СУ	ВГ	НГ	СУ	ВГ	НГ	СУ	ВГ
БП	0,211		0,212	1,845			0,686		0,687	8,232		
4ПАУ	7,976	8,040	8,096	26,132	26,153	26,166	10,316	10,380	10,436	70,611	70,635	70,653

Полученные данные свидетельствуют, что при средней экспозиции (модели 1 и 3) диапазоны поступления ПАУ с пищевыми продуктами варьировались для БП от 0,211 до 1,845 нг/кг массы тела в сутки, а для 4ПАУ – от 7,976 до 26,166 нг/кг массы тела в сутки. Стоит отметить, что третий сценарий характерен для населения, потребляющего отдельные виды пищевой продукции, изготовленной с применением технологических процессов, оказывающих воздействием на увеличение уровней контаминации обсуждаемыми соединениями (традиционные методы копчения, сушка при высоких температурах в течение длительного времени). Таким образом, наиболее реалистичные данные получены при использовании первого сценария, который учитывает реальную структуру потребления пищевых продуктов и фактическое содержание в них ПАУ.

Таким образом, гигиеническая оценка полученных результатов не выявила превышения максимально допустимых уровней БП, 4ПАУ во всех образцах исследованной пищевой продукции. Диапазон значений поступления БП с рационами при средней экспозиции составил от 0,211 до 0,212 нг/кг массы тела в сутки, 4ПАУ – от 7,976 до 8,096 нг/кг массы тела в сутки. Применение детерминистического подхода позволило оценить не только распределение экспозиции, но и поступление ПАУ с каждым видом пищевой продукции. Наибольший вклад в алиментарную экспозицию при среднем уровне контаминации и «остром» среднем уровне (медиане) потребления пищевых продуктов только их потребителями внесли хлебобулочные изделия, масложировая продукция и копченые мясопродукты. Учитывая высокую гигиеническую значимость ПАУ, обладающих канцерогенными свойствами, необходимо проведение оценки риска здоровью, ассоциированного с наличием указанных соединений в пищевой продукции, и разработка мер по снижению их уровня в рационе.

### Список литературы

1. Метод гигиенической оценки содержания полиароматических углеводородов в пищевой продукции: инструкция по применению № 004-1618 / утв. зам. министра, гл. гос. сан. врачом 22.06.2018 г. – Минск, 2018. – 14 с.
2. Федоренко, Е.В., Долгина, Н.А. Адаптация метода частоты потребления пищевых продуктов для оценки алиментарной экспозиции нитрозамины и полиароматическими углеводородами // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь. Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. – Минск: РНМБ, 2018. – С. 82–85.

3. Halogenated and parent polycyclic aromatic hydrocarbons in vegetables: levels, dietary intakes, and health risk assessments / L. Wang [et al.] // *Sci. Total Environ.* – 2018. – № 616. – P. 288–295.
4. Health risk from dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in a typical high cancer incidence area in southwest China / Y. Zhu [et al.] // *Science of the Total Environment.* – 2019. – № 649. – P. 731–738.
5. Management of left-censored data in dietary exposure assessment of chemical substances [Электронный ресурс] / *The EFSA Journal.* – 2010. – № 8 (3). – 1557 с. – URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2010.1557> (дата обращения: 10.03.2019).
6. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain [Электронный ресурс] / J. Alexander [et al.] // *The EFSA Journal.* – 2008. – № 724. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2008.724/epdf> (дата обращения: 10.03.2019).
7. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food (Environmental health criteria; 240) [Электронный ресурс] / World Health Organization. – 2009. – № 2. – URL: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44065/WHO\\_EHC\\_240\\_5\\_eng\\_Chapter2.pdf;jsessionid=9C6D208950AC7FF1C9E04A111F990EF2?sequence=5](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44065/WHO_EHC_240_5_eng_Chapter2.pdf;jsessionid=9C6D208950AC7FF1C9E04A111F990EF2?sequence=5) (дата обращения: 23.03.2018).
8. Wenzl T., Zelinkova Z. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food and Feed // *Encyclopedia of Food Chemistry.* – 2019. – P. 455–469.

## **Особенности контаминации продуктов детского питания генетически-модифицированными организмами**

**О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, А.В. Кривцов<sup>1</sup>, А.А. Мазунина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,

г. Пермь, Россия

Исследовано 30 образцов плодоовощных и мясных консервов для детского питания на содержание биологических (ГМО) контаминантов. Наличие ГМО в продуктах детского питания подтверждалось методом аллельспецифичной ПЦР с детекцией продуктов реакции на приборе CFX96 Real Time System (BioRAD) в режиме реального времени с использованием тест-систем производства ООО «Синтол», где в качестве праймеров использованы короткие участки маркерных генов, применяемых в биотехнологии производства ГМО. Установлено, что в исследуемых образцах детских консервов идентифицированы 9 N-нитрозаминов в диа-

пазоне концентраций 0,0003–0,015 мг/кг. Содержание данных соединений в мясных консервах для детей в настоящее время не регламентировано. Результаты проведения пострегистрационного мониторинга образцов детского питания (овощных и мясных консервов) на содержание ГМ-сырья продуктов питания выявил наличие нерегламентированных нормативной документацией маркеров ГМО в 83,3 % анализируемых проб. Большинство образцов детского питания содержали хотя бы один из анализируемых генов ГМО – qHptFP308, bar, gus\_9-P, nptii, P-TA29, T-E9, T-g7, P-ract, pat\_10-P. Идентифицированы все анализируемые репортерные гены bar, gus\_9-P, pat\_10-P, nptii, qHptFP308, в том числе ген глюкуронидазы, промоторные ген табака и ген актина риса, а также гены терминаторов T-E9, T-g7. Наибольшей частотой присутствия в детских консервированных продуктах отличались ГМО на основе гена P-ract. Таким образом, по результатам выполненных исследований идентифицированы и рекомендованы в качестве маркерных генов для контроля безопасности детской пищевой продукции по критерию содержания ГМО следующие кандидатные гены: bar, gus\_9-P, pat\_10-P, nptii, P-ract, P-TA29, T-E9, T-g7, характеризующие произведенные генетические модификации.

**Ключевые слова:** ГМО, промоторы, терминаторы, репортеры, детское питание.

Одной из глобальных проблем современности является безопасность качества пищевых продуктов, особенно для детского питания.

В структуре детского питания мясо и мясные продукты занимают важное место, так как их энергетическую основу составляют животные белки, содержащиеся в наиболее благоприятном соотношении полный набор жизненно необходимых для детей аминокислот [1, 2, 7].

Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», для пищевых продуктов, полученных с применением ГМО, обязательна информация: «генетически модифицированная продукция» или «продукция, полученная из генно-инженерно-модифицированных организмов», или «продукция содержит компоненты генно-инженерно-модифицированных организмов» (содержание в пищевых продуктах 0,9 % и менее компонентов, полученных с применением ГМО), в противном случае пищевая продукция считается фальсифицированной.

Одной из недостаточно изученных проблем сохранения здоровья детей и подростков является безопасность продуктов детского питания, контаминированных генно-модифицированными организмами.

Для обеспечения биологической безопасности пищевых продуктов для населения необходима идентификация не заявленных генетически модифицированных источников пищи, а также комбинаций ГМО. Одной из важнейших задач в рамках решения проблемы обеспечения качества и безопасности продуктов питания является разработка оптимальной диагностической комбинации генетических маркеров (тест-систем) для каждого вида пищевой продукции [8].

В связи с присутствием в продуктах генно-модифицированных организмов (ГМО) и высокой степенью вероятности их фальсификации [4, 11] **целью данного исследования** явилось изучение биологической контаминации консервированных смесей для детского питания различных производителей.

**Материалы и методы.** Выполнены скрининговые исследования 30 образцов детских мясных и овощных консервов, которые были изъяты из торговой сети методом случайной выборки. Образцы детских мясных и овощных консервов исследованы на наличие генетически-модифицированных организмов. Оценивались мясные консервы для детского питания как российских производителей, так и аналогичные продукты, приобретенные в торговой сети Вьетнама.

Идентификация ГМО в детских консервированных смесях проведена в отобранных 30 образцах мясных и овощных детских консервах, изъятых из торговой сети в России, Вьетнаме. Они включали мясные, овощные, злаковые, ливерные компоненты: говядина, цыпленок, индейка, ливер, пшеница, овес, тыква, греча, рис и др.

Наличие ГМО в продуктах детского питания подтверждалось методом аллельспецифичной ПЦР с детекцией продуктов реакции на приборе CFX96 Real Time System (BioRAD) в режиме реального времени с использованием тест-систем производства ООО «Синтол» (г. Москва), где в качестве праймеров использованы короткие участки маркерных генов, используемых в биотехнологии производства ГМО.

Согласно методике определения ГМО, параллельно проводилась постановка контролей: положительного (заведомо содержащая ГМ-сырье проба, линия сои MON89788) и отрицательного (заведомо не содержащая ГМ-сырье проба).

Для скрининга маркеров генетической модификации пищевой продукции проводилась качественная ПЦР реалтайм [3, 6, 9, 12], которая включала в себя<sup>1</sup>:

- ◆ выявление промоторов, используемых при трансфекции растений: p35SCaMV, Act1, Ubi1, hsp70, промотора TA29 табака, Ubi1 – как правило, эти промоторы являются универсальными при использовании создателями ГМО;

- ◆ выявление терминаторов: nos3, T-E9, T-g7, T-OCS;

- ◆ выявление репортерных генов: nptII, hpt, bar, dhfr, epsps, cp4.

Экстракцию ДНК из образцов проводили с использованием комплекта реагентов «ДНК-сорб-С» (ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора, г. Москва), предназначенного для выделения ДНК из клинического материала, продуктов питания и кормов для животных.

Согласно методике определения ГМО, параллельно осуществлялась постановка контролей: положительного (заведомо содержащая ГМ-сырье проба, линия сои MON89788) и отрицательного (заведомо не содержащая ГМ-сырье проба) [4].

**Результаты и их обсуждение.** Проведен лабораторный контроль (качественное и количественное определение содержания ГМИ в соответствии с ГОСТ и МУК) возможной фальсификации продуктов детского питания с учетом незаявленных компонентов, относящихся к генно-модифицированным организмам.

Проведенный нами анализ образцов мясных детских консервов и овощных детских смесей по идентификации генов ГМО: промоторов (p35SCaMV, P-SSuAra, Ubi1, ract1, hsp70, промотора TA29 табака), терминаторов (nos3, T-E9, T-g7, T-OCS), репортерных генов (nptII, qHptFP308, bar, pat\_10-P), биопестицидов *Bacillus Thuringensis* (Bt) или Cry-токсинов (Cry1Ab/Ac), репортерного гена β-глюкуронидазы (GUS-ген) – выявил их отсутствие в 5 анализируемых детских консервах (телятина, цыпленок) на фоне положительного и отрицательного контролей. Однако большинство анализируемых образцов детского питания – 83,3 % содержали хотя бы один ген ГМО – qHptFP308, bar, gus\_9-P, nptII, P-TA29, T-E9, T-g7, P-ract, pat\_10-P. Из них два промотора – ген табака и ген актина риса; два терминатора T-E9, T-g7, а также все анализируемые репортерные гены, в том числе ген глюкуронида-

<sup>1</sup> Информационно-методическое письмо «Маркерные гены пищевых продуктов, свидетельствующие о произведенных генетических модификациях», №11132 от 14.12.2017 Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю. – Пермь, 2017; ТР ТС «О безопасности пищевой продукции» 021/2011. Приложение 3. Гигиенические требования безопасности к пищевой продукции [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2017).

зы. Наибольшей частотой присутствия в детских консервированных продуктах характеризовались ГМО на основе гена *P-ract*. Причем так называемый ген «золотого риса» содержался в 17 образцах, то есть его присутствие выявлено в 56,7 % анализируемых образцов детского питания. Продукты питания были как животного, так и растительного происхождения, в том числе продукты, содержащие рис (*Hipp*, многозерновые каши). Из 5 продуктов, приобретенных во Вьетнаме, в 3 был обнаружен исключительно ген «золотого риса». В 9 образцах (30 % проб) выявлено присутствие репортерного гигромицинрезистентного гена qHptFP308.

В двух положительных пробах на ГМО, выявленных в продуктах детского питания, идентифицированы промоторы гена табака P-TA29 и гена фосфинотрицинацил ацетил трансферазы, обеспечивающего устойчивость растений к гербицидам pat\_10-P; по одной положительной пробе в образцах детского питания было представлено генетическими маркерами плазмид T-E9 и T-g7.

В 23,3 % проб выявлено присутствие репортерного гена β-глюкуронидазы. Ген GUS был обнаружен в 7 образцах детского питания молочного происхождения, что указывает на фальсификацию данных продуктов растительным белком модифицированным геном из *Escherichia coli*, кодирующим β-глюкуронидазу.

Все находки положительных образцов свидетельствуют о широком использовании ГМО в изготовлении продуктов детского питания (детские консервы). Растительный белок такого происхождения был использован для фальсификации продуктов животного происхождения, так как не был обозначен на этикетке как компонент готового продукта.

Использование ГМО придает особые свойства растительным организмам, используемых в качестве кормовых культур, которые характеризуют, прежде всего, их устойчивость по отношению к биологическим, физическим и химическим факторам. Что снижает необходимость использования химических удобрений, в частности нитратов.

Рекомендуется контроль качества пищевой продукции, используемой для детского питания, на наличие ГМО и в качестве наиболее патогномичных генетических маркеров использовать: qHptFP308, bar, gus\_9-P, nptii, P-TA29, T-E9, T-g7, P-ract, pat\_10-P.

- ◆ гены промотора (P-TA29, P-ract);
- ◆ гены терминаторов (T-g7, T-E9);
- ◆ репортерные гены (bar, gus\_9-P, pat\_10-P, nptii, qHptFP308).

**Выводы.** В процессе исследований образцов мясных и овощных консервов для детского питания РФ и Республики Вьетнам выявлены химические загрязнители N-нитрозамины: N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин, N-метилэтилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин, N-дибутилнитрозоамин, N-пиперидиннитрозоамин, N-пирролидиннитрозоамин, N-морфолиннитрозоамин и N-дифенилнитрозоамин.

В образцах детских мясных консервов производителей РФ установлены превышения допустимого уровня по сумме N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин и N-нитрозодиэтиламин) до 10 раз.

Пострегистрационный мониторинг на содержание ГМ-сырья продуктов детского питания выявил наличие нерегламентированных нормативной документацией маркеров ГМО в 83,3 % анализируемых образцов детского питания (овощных и мясных консервов). В образцах детской пищевой продукции идентифицированы



кандидатные гены генно-модифицированных организмов: промоторов P-TA29, P-ract, терминаторов (T-g7, T-E9), репортеров bar, gus\_9-P, pat\_10-P, nptii, qHptFP308.

Генетический анализ качества продуктов питания российского, немецкого и английского производства на присутствие генетически модифицированных компонентов позволил рекомендовать к использованию службой в качестве маркерных генов для контроля и обеспечения безопасности пищевых продуктов по критерию содержания ГМО следующие гены, свидетельствующие о произведенных генетических модификациях: bar, gus\_9-P, nptii, pat\_10-P, P-TA29, T-E9, T-g7, P-TA29, P-ract.

Идентификация ГМО в 83 % образцов свидетельствует о широком их использовании в изготовлении продуктов детского питания (детские консервы). Модифицированный белок растительного происхождения был использован для фальсификации мясных продуктов, так как не был обозначен на этикетке как компонент готового продукта.

Результаты изучения контаминации консервированных смесей для детского питания генетически-модифицированными организмами рекомендуются к использованию для задач совершенствования государственного санитарно-эпидемиологического надзора и принятия управленческих решений службой по защите прав потребителей.

### Список литературы

1. Бельмер С.В., Гасилина Т.В. Некоторые аспекты проблемы гигиенической безопасности детского питания // Вопросы детской диетологии. – 2008 – Т. 6, № 2. – С. 27–31.
2. Витол И.С. Экологические проблемы производства и потребления пищевых продуктов: учебное пособие. – М.: МГУПП. – 2000. – 93 с.
3. Габович Р.Д. Припутина Л.С. Гигиенические основы охраны продуктов питания о вредных химических веществ. – Киев: Здоровья, 1987. – 247 с.
4. Гигиеническая оценка нитратов в пищевых продуктах / Г.П. Зарубин, М.Т. Дмитриев, Е.И. Приходько, В.А. Мишихина // Гигиена и санитария. – 1990. – С. 26–30.
5. Забашта Н.Н., Кульпина Н.В., Ригер А.Н. Нитраты-нитриты – агроэкологический аспект получения мясного сырья, предназначенного для выработки продуктов детского питания на мясной основе // Сб. науч. тр. Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. – 2015. – № 4. – С. 70–80.
6. Зулфигаров О.С., Юрченко В.В. Канцерогенные N-нитрозамины, токсические свойства, образование, определение // Промислова токсикология. – 2005. – № 1. – С. 16–24.
7. Кислицына Л.В. Гигиеническая оценка содержания контаминантов в продуктах питания по данным социально-гигиенического мониторинга // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2013. – Т. 52, № 2–3. – С. 49–53.
8. Тутельян В.А., Конь И.Я. Детское питание: руководство для врачей. – М.: МИА, 2009. – 968 с.
9. Шичкова Н.А., Михеева Е.М. Обеспечение безопасности пищевой продукции на основе принципов НААСР // Пищ. промышленность. – 2004. – № 2. – С. 80–81.
10. Landrigan P.J. Children's Environmental Health: A Brief History // Acad. Pediatr. – 2016. – Vol. 16, № 1. – P. 1–9.
11. Lead, mercury, and cadmium exposure and attention deficit hyperactivity disorder in children / S. Kim, M. Arora, C. Fernandez, J. Landero, J. Caruso, A. Chen // Environ. Res. – 2013. – № 126. – P. 105–110.
12. Neurotoxicants, Micronutrients, and Social Environments: Individual and Combined Effects on Children's Development / L. Hubbs-Tait, J.R. Nation, N.F. Krebs, D.C. Bellingr // Psychol. Sci. Public. Interest. – 2005. – № 6 (3). – P. 57–121.

## Определение статистических зависимостей между потреблением основных продуктов питания и ожидаемой продолжительностью жизни

**М.Р. Камалтдинов**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Рассматриваются вопросы определения зависимостей между потреблением основных продуктов питания и ожидаемой продолжительностью жизни (ОПЖ) на основе доступных данных государственной статистики. Основной гипотезой в работе является предположение о параболическом виде зависимости между ОПЖ и потреблением продуктов питания. Полученные результаты показали, что только три модели соответствуют критерию статистической значимости ( $p < 0,05$ ) и согласуются с медико-биологическими представлениями о влиянии продуктов питания на здоровье (фрукты и ягоды, овощи и продовольственные бахчевые культуры, молоко и молокопродукты). Дальнейшие исследования в данном направлении предполагают выявление региональных особенностей потребления продуктов питания и их влияние на ОПЖ.

**Ключевые слова:** потребление продуктов питания, ожидаемая продолжительность жизни, регрессионные модели, данные государственной статистики.

Литературные данные о влиянии недостатка или избытка потребления конкретных продуктов питания на здоровье разрознены и не упорядочены, в то время как нормативы по потреблению питательных веществ и микроэлементов для различных половозрастных групп населения установлены и закреплены в методических документах по рациональному питанию [3]. Приоритетный для анализа перечень продуктов питания закреплён в государственных статистических формах. Ежегодно Федеральной службой государственной статистики формируются данные по потреблению таких видов продуктов питания, как яйца и яйцепродукты, хлебные продукты, фрукты и ягоды, сахар, овощи и продовольственные бахчевые культуры, мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты, масло растительное, картофель, на душу населения (кг в год) по регионам Российской Федерации.

Нерегулярное и несбалансированное питание, а также потребление фастфуда, жирной и калорийной пищи являются факторами риска заболеваний сердечно-сосудистой системы и других органов и систем организма человека [4–6], что в конечном итоге может приводить к повышению риска смерти на индивидуальном уровне и к снижению ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ) на уровне популяции.

Методы математической статистики для исследования влияния потребления продуктов питания на ОПЖ применялись и ранее [3, 5], однако авторы не проводят медико-биологических экспертиз при отборе предикторов и верификации знаков соответствующих слагаемых, входящих в уравнение регрессий.

**Цель представленной работы** – определение зависимостей между потреблением основных продуктов питания и ожидаемой продолжительностью жизни на основе доступных данных государственной статистики.

**Материалы и методы.** Исходными данными для построения регрессионных зависимостей являются данные Федеральной службы государственной статистики по ожидаемой продолжительности и потреблению основных продуктов питания (яйца и яйцепродукты, хлебные продукты, фрукты и ягоды, сахар, овощи и продовольственные бахчевые культуры, мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты, масло растительное, картофель) на душу населения (кг в год) по регионам Российской Федерации за 2016 г.

Основной гипотезой является предположение о параболическом виде зависимости между ОПЖ и потреблением продуктов питания, то есть предполагается существование оптимального уровня потребления для каждого продукта питания, который соответствует максимальному положительному эффекту на ОПЖ (пример представлен на рис. 1). Отклонение от оптимального уровня потребления приводит к уменьшению эффекта на ОПЖ (ветви параболы направлены вниз).

Уравнение квадратичной регрессионной зависимости имеет вид:

$$p = ax^2 + bx + c, \quad (1)$$

где  $p$  – ОПЖ, лет;  $x$  – потребление продукта питания, кг в год;  $a, b, c$  – коэффициенты регрессионной зависимости.

Для получения сопоставимых нормированных величин выполнено преобразование координат:

$$\Delta p_j = p_j - \bar{p}, \quad (2)$$

$$\Delta x_j = \frac{x_j - \bar{x}}{x_{opt} - \bar{x}}, \quad (3)$$

где  $\Delta p_j$  – прирост ОПЖ в  $j$ -м регионе Российской Федерации;  $p_j$  – ОПЖ в  $j$ -м регионе Российской Федерации;  $\bar{p}$  – прогнозное ОПЖ по формуле (1) при текущем уровне потребления продукта в Российской Федерации;  $\Delta x_j$  – нормированное отклонение потребления продукта в  $j$ -м регионе от текущего потребления продукта в Российской Федерации;  $x_j$  – потребление продукта в  $j$ -м регионе;  $x_{opt}$  – оптимальный уровень потребления продукта по формуле (1) (вершина параболы);  $\bar{x}$  – текущий уровень потребления в Российской Федерации.

Выполнено построение регрессионных моделей (аналогично (1)) для прироста ОПЖ и отклонений в потреблении продуктов питания. В этом случае график зависимости проходит через начало координат, которое соответствует нулевому приросту ОПЖ при текущем уровне потребления продуктов в Российской Федерации. Точка с координатой 1 по оси абсцисс ( $\Delta x = 1$ ) соответствует оптимальному потреблению, при котором прирост ОПЖ максимален (рис. 2).

**Результаты и их обсуждение.** В таблице приведены параметры регрессионных зависимостей (1) между ОПЖ и потреблением продуктов питания. Полученные результаты показали, что только три модели соответствуют критерию стати-

стической значимости ( $p < 0,05$ ) и согласуются с медико-биологическими представлениями о влиянии продуктов питания на здоровье (фрукты и ягоды, овощи и продовольственные бахчевые культуры, молоко и молокопродукты). На рис. 1 приведен пример графика полученной зависимости между ОПЖ и потреблением овощей и продовольственных бахчевых культур.

Значения коэффициентов функции тяжести от возраста для некоторых злокачественных новообразований

Продукт питания	$a$	$b$	$c$	$R^2$	$F$	$p$
Яйца и яйцапродукты (штук в год)	-7.56E-05	0.044	65.07	0.030	1.229	0.289
Хлебные продукты	-9.56E-04	0.245	55.82	0.058	2.430	0.089
Фрукты и ягоды	-6.14E-04	0.126	66.04	0.128	5.800	0.004
Сахар	-5.10E-03	0.533	58.52	0.151	7.021	0.001
Овощи и продовольственные бахчевые культуры	-6.23E-05	0.051	66.28	0.178	8.561	0.000
Мясо и мясопродукты (вкл. субпродукты)	9.51E-04	-0.134	75.69	0.012	0.481	0.613
Молоко и молокопродукты	-6.90E-05	0.047	64.18	0.104	4.560	0.012
Масло растительное	7.19E-02	-2.007	84.63	0.051	2.134	0.119
Картофель	-1.99E-04	0.046	68.65	0.014	0.569	0.560

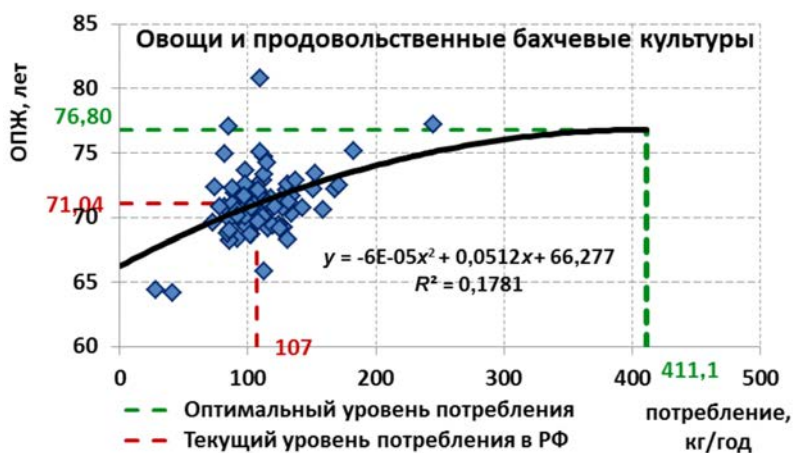


Рис. 1. Регрессионная зависимость между ОПЖ и потреблением овощей и продовольственных бахчевых культур

На рис. 2 все построенные зависимости отображены в виде номограммы. Все графики исходят из начала координат; при текущем уровне потребления овощей и продовольственных бахчевых культур (107 кг/год), молока и молокопродуктов (231 кг/год), фруктов и ягод (59 кг/год) в Российской Федерации прирост ОПЖ равен 0. При увеличении потребления ОПЖ увеличивается до достижения максимального уровня, соответствующего точке с координатой 1 по оси абсцисс (411 кг/год потребление овощей и продовольственных бахчевых культур, 340 кг/год потребление молока и молокопродуктов, 103 кг/год потребление фруктов и ягод). Дальнейшее увеличение потребления приведет к уменьшению эффекта на прирост ОПЖ. Интегральный показатель отражает суммарный эффект на ОПЖ при одинаковом нормированном потреблении всех представленных на графике продуктов питания.

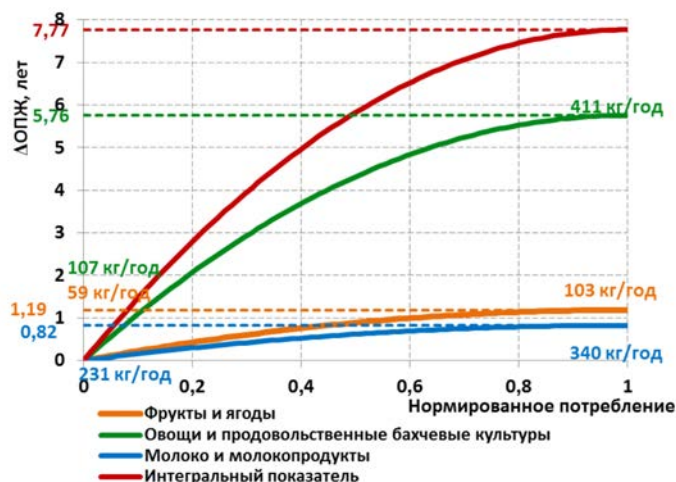


Рис. 2. Номограмма, отображающая зависимость между приростом ОПЖ и нормированным потреблением продуктов питания

**Выводы.** Таким образом, в результате выполнения работы описаны методы построения зависимостей между ОПЖ и потреблением основных продуктов питания на основе данных государственной статистики. Полученные регрессионные зависимости между ОПЖ и потреблением овощей и продовольственных бахчевых культур, фруктов и ягод, молока и молокопродуктов можно использовать для выполнения сценарного прогнозирования. Дальнейшие исследования в данном направлении предполагают выявление региональных особенностей потребления продуктов питания и их влияние на ОПЖ.

### Список литературы

1. Игнатъев В.М. Зависимость продолжительности жизни населения от потребления продуктов питания // Экономика и социум. – 2014. – № 4 (13).
2. Игнатъев В.М. Потребление продуктов питания населением регионов// Стратегия устойчивого развития регионов России. – 2015. – № 25. – С. 132–137.
3. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 18 декабря 2008 г. – М., 2008.
4. Dietary Fat Intake and Risk of Coronary Heart Disease in Women: 20 Years of Follow-up of the Nurses' Health Study / K. Oh, F.B. Hu, J.E. Manson, M.J. Stampfer, W.C. Willett // Am. J. Epidemiol. – 2005. – Vol. 161 (7). – P. 672–679.
5. Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: the first National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study / L.A. Bazzano, J. He, L.G. Ogden, C.M. Loria, S. Vupputuri, L. Myers, P.K. Whelton // Am J Clin Nutr July. – 2002. – Vol. 76. – P. 93–99.
6. Irregular breakfast eating and health status among adolescents in Taiwan / R.-J. Yang, E.K. Wang, Y.-S. Hsieh, M.-Y. Chen // BMC Public Health. – 2006. – Vol. 6. – P. 295. DOI: 10.1186/1471-2458-6-295

## **Ключевые аспекты оценки здоровья населения, ассоциированные со структурой фактического питания, в современных условиях**

**Л.А. Масайлова, И.И. Механтьев,  
Г.В. Ласточкина, А.Б. Шукелайт**

Управление Роспотребнадзора по Воронежской области,  
г. Воронеж, Россия

Обозначены ключевые направления государственной политики Российской Федерации в отношении повышения качества питания населения. Показаны основные аспекты региональных составляющих национальных проектов. Приведены результаты оценки фактического питания школьников и их состояния здоровья, ассоциированные с фактором питания. Резюмировано, что комплексный подход в современных условиях является действенным звеном в решении вопросов в сфере питания населения.

**Ключевые слова:** качество питания населения, мониторинг здоровья, алиментарно-зависимые заболевания.

В настоящее время проблемы здоровья, ассоциирующиеся с недостаточным потреблением калорий и недостатком микронутриентов, сосуществуют с растущей распространенностью среди взрослых таких хронических заболеваний алиментарного происхождения, как сердечные болезни, инсульт, рак и диабет [2]. Оптимальное питание способствует профилактике целого ряда нозологических форм заболеваний [1].

При анализе макронутриентной обеспеченности рационов питания населения Российской Федерации выявлен избыток жира на 15,3 %, дефицит белка – на 11,5 % и углеводов – на 18,2 %, относительно средних рекомендуемых норм. Анализ среднедушевого потребления продуктов питания россиян (данные 2016 г.) показал незначительный рост потребления всех основных групп продуктов, при этом потребление овощей и бахчевых увеличилось на 5,2 %, яиц – на 4,8 %, картофеля – на 4,0 %, а мяса – на 3,7 % [1].

Майским Указом Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах Российской Федерации на период до 2024 года» в рамках реализации федерального проекта «Демография» поставлена задача по формированию среды, способствующей приверженности граждан Российской Федерации принципам здорового питания. Практическая реализация поставленных вопросов предполагает, в первую очередь, популяризацию научных и методических аспектов при изучении фактического питания населения и качества пищевых продуктов.

С 2017 г. в Воронежской области реализуется Стратегия повышения качества пищевой продукции, направленная на обеспечение полноценного питания и профилактику качества жизни населения. Также в целях повышения правовой грамотности населения реализуется «Стратегия государственной политики в области защиты прав потребителей на период до 2030 г.», ориентированная на доступ к безопасным товарам и услугам, на повышение уровня и качества жизни населения. Основным результатом их реализации стала стабилизация показателей микробио-

логической и химической безопасности пищевой продукции для потребителя: удельный вес продукции, не соответствующей гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, снизился до 0,1%; по микробиологическим – не превышает 2,0%. В 2018 г. начато межведомственное взаимодействие по региональному проекту «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек»; с 2019 г. – партийному проекту «Здоровое питание – активное долголетие».

Ключевыми направлениями, которые нашли отражение в планах мероприятий по реализации региональных проектов, со стороны организаций Роспотребнадзора стали:

- мониторинг качества питания населения (ведение электронных баз данных контаминации пищевых продуктов регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга; лабораторной информационной системы пищевых продуктов);

- мониторинг состояния питания отдельных групп населения во взаимосвязи здоровья с качеством пищевой продукции (оценка выполнения норм питания учащихся; согласование примерного меню; формирование электронной базы данных состояния здоровья различных возрастных групп населения, включая алиментарно-зависимые заболевания, регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга; подготовка информационного бюллетеня «Здоровье населения»);

- ведение информационного ресурса ГИР ЗПП;

- мониторинг и анализ ситуации по острым отравлениям спиртосодержащей продукцией среди населения (ведение токсикологического мониторинга; подготовка информационного бюллетеня «Анализ динамики бытовых отравлений, в том числе алкоголем со смертельным исходом, по показателям социально-гигиенического мониторинга»);

- соучастие организаций Роспотребнадзора по Воронежской области в информационно-коммуникационных кампаниях по популяризации здорового образа жизни и профилактике алиментарно-зависимых заболеваний.

Реализация мероприятий направлена на достижение значений основных показателей региональных составляющих национальных проектов.

В данном контексте оценку фактического питания детского населения стоит рассматривать как наиболее перспективный и «управляемый» фактор здоровьесбережения подрастающего поколения.

Сегодня в Воронежской области успешно реализуется региональный стандарт, предусматривающий максимальный охват учащихся общеобразовательных учреждений двухразовым горячим питанием, а также губернаторская программа «Школьное молоко», в рамках которой учащиеся 1–9-х классов всех 33 муниципальных образований бесплатно, три раза в неделю получают данный продукт высокой биологической ценности.

Системный подход к решению проблемы позволил за последние пять лет достичь положительных тенденций по индикативным показателям: охват учащихся горячим питанием увеличился с 89,7 до 93,7%; охват горячим питанием учащихся начальных классов составляет 100%. Существенно снизился удельный вес готовых блюд, не отвечающих гигиеническим требованиям по калорийности: с 10,0% в 2014 г. до 3,1% в 2018 г.

Реализация методических подходов Роспотребнадзора к оценке питания школьников позволяет ежегодно выделять территории «риска», на которых зани-

жены нормы выдачи продуктов, утвержденных школьным меню. В 2018 г. в регионе их сформировали 11 муниципальных образований, в образовательных учреждениях которых существенно занижались рекомендуемые нормы: по свежим фруктам и сокам (от 10 до 50 %); говядине (от 10 до 30 %); рыбе (от 10 до 40 %); молочным и кисломолочным продуктам (10 до 40 %).

В целом мониторинг состояния здоровья подрастающего поколения наглядно отражает принимаемые меры. Так, характерны положительные тенденции, регистрируемые по ряду нозологических форм, ассоциированных с фактором питания: в динамике за последние три года показатель заболеваемости детей в возрасте 15–17 лет болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ снизился на 12,0 %; гастритами и дуоденитами – на 13,5 %; язвой желудка и двенадцатиперстной кишки – на 12,4 %. Однако среди подростков сохраняется рост первичной заболеваемости по классу болезней органов пищеварения (на 14,2 %) и ожирения (на 14,8 %). Это, в свою очередь, возлагает обязательства и ответственность на всех участников межведомственного взаимодействия, а также предполагает дальнейшую реализацию национальной стратегии действий в интересах детей с учетом региональных аспектов, направленную на адресную реализацию управленческих решений в области обеспечения гигиенической безопасности по вопросам питания населения.

### Список литературы

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – С. 44.
2. Оценка влияния факторов среды обитания на состояние здоровья населения по показателям социально-гигиенического мониторинга: Информационный бюллетень. – Воронеж: Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, 2017. – С. 17.

## Гигиеническая оценка пищевого статуса в развитии алиментарно-зависимой заболеваемости Липецкой области

**Н.В. Нахичеванская<sup>1</sup>, С.И. Савельев<sup>1</sup>, А.Д. Поляков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области»  
Роспотребнадзора, г. Липецк, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский  
университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения РФ,  
г. Санкт-Петербург, Россия

Практически все массовые неинфекционные заболевания, часто именуемые «болезнями цивилизации», являются алиментарно-зависимыми (от латинского *alimentarius* – связанный с питанием). Представлены результаты анализа алиментарно-зависимой заболеваемости населения Липецкой области, а также изменение структуры потребления пищевых продуктов за



пятилетний период. На фоне несбалансированного питания отмечается положительная динамика алиментарно-зависимых заболеваний (болезни щитовидной железы, атопический дерматит, сахарный диабет, ожирение, болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением, ишемическая болезнь сердца, болезни кишечника, болезни поджелудочной железы, в том числе острый панкреатит, язва желудка и двенадцатиперстной кишки, гастрит и дуоденит). Установлена зависимость между потреблением отдельных продуктов питания и распространенностью отдельных нозологических форм, связанных с пищевым дисбалансом.

**Ключевые слова:** алиментарно-зависимые заболевания, потребление пищевых продуктов, несбалансированное питание, дисбаланс, зависимость.

Одним из основополагающих условий создания системы безопасности среды обитания населения является обеспечение оптимальной структуры и необходимого качества пищевых продуктов. Сбалансированное питание способствует оптимальному росту и развитию организма, повышению резистентности к неблагоприятным воздействиям среды обитания и профилактике заболеваний [2]. Помимо основных традиционных функций питание должно также обеспечить: снижение усвоения ксенобиотиков в желудочно-кишечном тракте, ослабление неблагоприятного действия чужеродных веществ и факторов на клеточном и органном уровне; уменьшение уровня депонирования ксенобиотиков и их метаболитов в тропных тканях с ускоренным выводом их из организма [1].

На здоровье населения огромное влияние оказывает соблюдение принципов рационального питания. Несбалансированное, нерациональное питание – это одна из главных причин нарушения обмена веществ, расстройства функционального состояния систем организма, оказывающая значительное влияние на все органы и системы организма [4].

Изучение и оценка количественных и качественных особенностей питания населения позволяет обнаружить факторы риска нарушений обмена веществ и заболеваний, связанных с питанием.

Сравнительный анализ фактического потребления и рекомендуемых рациональных норм потребления пищевых продуктов в Липецкой области иллюстрирует обеспеченность жителей региона девятью основными продуктами питания (мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты, яйца и яйцепродукты, сахар, растительное масло, картофель, хлебные продукты, овощи и продовольственные бахчевые культуры, фрукты и ягоды) [8].

В 2017 г. потребление пищевых продуктов населением Липецкой области характеризовалось недостающим до рациональной нормы количеством фруктов на 32,0 %, молока и молокопродуктов на 29,85 %, овощей на 22,14 %. Довольно значительное превышение рациональной нормы потребления сложилось по сахару (на 129,17 %), хлебопродуктам (на 51,04 %) и картофелю (на 22,22 %).

В сравнении с общероссийскими показателями можно констатировать, что среднедушевое потребление мяса и мясопродуктов, яиц и яйцепродуктов, сахара, овощей и продовольственных бахчевых культур, фруктов и ягод, а также картофеля – выше показателя РФ. Незначительно ниже российских показателей потребление молока и молочных продуктов (на 3 кг, или 1,3 %), растительного масла (на 0,5 кг, или 3,6 %).

Нельзя не отметить изменения в динамике потребления ряда продуктов. Потребление растительного масла в 2017 г. в сравнении с 2013 г. выросло с 12,4 до 13,4 кг в год на человека (темп прироста составил 8,06 %) и в 2017 г. превысило рекомендуемую рациональную норму на 11,67 %.

Положительно можно оценить потребление мяса. Потребление мяса – основного поставщика белка животного происхождения – в 2017 г. увеличилось до 79 кг на человека (в 2013 г. – 76 кг). Темп прироста составил 3,95 %.

Вторым по значимости после мяса источником животного белка служит молоко (и молокопродукты). В этом сегменте питания ситуация далеко не такая благополучная. Общий объем личного потребления указанных продуктов питания с 2013 г. снизился на 1,72 % и составил в 2017 г. в среднем на одного члена домохозяйства 228 кг/год против 232 кг в 2013 г.

В 2017 г. (в сравнении с 2013 г.) произошло также снижение потребления яиц и яйцепродуктов на 10 шт., однако отрицательная динамика (3,34 %) не перешагнула порог рекомендуемых рациональных норм потребления.

В 2017 г. население стало потреблять значительно больше овощей: по сравнению с 2013 г. на 5 кг (или на 4,81 %), но даже такой рост потребления не позволил достичь рациональной нормы (ниже рациональных норм на 22,14 %).

Негативную оценку имеет уровень потребления сахара. Неизменные значения объема потребления сахара на протяжении 5 лет (55 кг/год на человека) превышают рациональные нормы на 2,3 кг/год (или 129,17 %).

Такое же положение складывается и с хлебными продуктами. На протяжении 5 лет (2013–2017 гг.) остается стабильно высокий уровень потребления данных продуктов и превышает нормы потребления на 51,04 %.

В известной мере потребление картофеля является косвенным индикатором общего уровня благосостояния населения: чем ниже денежные доходы населения, тем больше картофеля оно вынуждено потреблять, поскольку картофель принадлежит к числу относительно более дешевых продуктов и вместе с тем обладает большой энергетической ценностью. Несмотря на существенное снижение потребления картофеля в 2017 г. (с 119 в 2013 г. до 110 в 2017 г.), объем потребления данного продукта превышает рациональные нормы в 1,22 раза (или на 22,22 %).

Проблемная ситуация сложилась и с фруктами и ягодами – и так невысокий уровень потребления в 2013 г. (ниже нормы на 27 %) упал еще на 5 % в 2017 г. (таблица).

Энергетическая ценность суточного рациона питания по области в 2017 г. в сравнении с 2013 г. увеличилась на 168 ккал и составила до 2667 ккал в расчете на одного потребителя. В суточном рационе белки составляли 79,9 г (против 74,7 г в 2013 г.), жиры – 110,1 г (в 2013 – 103,5 г), углеводы – 336,1 г (против 314,2 г в 2013 г.). Основным источником потребляемой энергии для населения оставался углеводный компонент. Главными «поставщиками» калорий являлись хлебные продукты – 34,4 %, мясо и мясопродукты – 18,5 %, молоко и молочные продукты – 11,0 %, сахар и кондитерские изделия – 12,1 % [7].

Из приведенного анализа видно, что рацион питания населения Липецкой области недостаточно сбалансирован по важнейшим и необходимым для жизни и здоровья продуктам. Население недополучало необходимое количество наиболее ценных в питательном отношении продуктов (фрукты, молоко и молокопродукты, овощи), что компенсировалось потреблением менее ценных продуктов (сахар, хлебобулочные изделия и картофель).

Изучение и оценка количественных и качественных особенностей питания населения позволили обнаружить факторы риска нарушений обмена веществ и заболеваний, связанных с питанием, так как эти особенности имеют важное гигиеническое и социально-экономическое значение.

## Потребление основных продуктов питания в Липецкой области

Основные продукты потребления	Территория	Год					Норма потребления
		2013	2014	2015	2016	2017	
Мясо и мясопродукты	РФ	75	74	73	74	75	73
	ЦФО	83	82	81	81	83	73
	Липецкая область	76	76	76	77	79	73
Молоко и молочные продукты	РФ	248	244	239	236	231	325
	ЦФО	233	226	221	217	206	325
	Липецкая область	232	232	230	230	228	325
Яйца и яйцапродукты	РФ	269	269	269	273	279	260
	ЦФО	263	260	262	266	276	260
	Липецкая область	299	302	287	272	289	260
Сахар	РФ	40	40	39	39	39	24
	ЦФО	44	44	43	42	42	24
	Липецкая область	55	55	55	55	55	24
Растительное масло	РФ	13,7	13,8	13,6	13,7	13,9	12,0
	ЦФО	14,2	14,4	14,6	14,7	15,1	12,0
	Липецкая область	12,4	12,9	12,4	13,0	13,4	12,0
Картофель	РФ	111	111	112	113	96	90
	ЦФО	106	105	107	108	92	90
	Липецкая область	119	118	120	119	110	90
Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупы, бобовые):	РФ	118	118	118	117	117	96
	ЦФО	117	119	120	119	119	96
	Липецкая область	144	144	144	144	145	96
Овощи и продовольственные бахчевые культуры	РФ	109	111	111	112	107	140
	ЦФО	101	101	102	102	96	140
	Липецкая область	104	105	109	108	109	140
Фрукты и ягоды	РФ	64	64	61	62	59	100
	ЦФО	68	66	63	63	58	100
	Липецкая область	73	73	69	71	68	100

На фоне несбалансированного питания населения в Липецкой области отмечается положительная динамика алиментарно-зависимых заболеваний. Прежде всего, от пищевого дисбаланса страдает сама пищеварительная система – возникают различные заболевания органов пищеварения. Затем формируются болезни, связанные с дефицитом или избытком того или иного вещества в рационе [5]. Это, прежде всего, ожирение и сахарный диабет (связанные с избытком жиров и сахаров), анемия и болезни щитовидной железы (обусловленные дефицитом микроэлементов, таких как медь, железо, магний, йод, селен и витаминов Е и группы В). Недостаточное потребление овощей и фруктов, избыток жира и углеводов в питании приводит к развитию избыточной массы тела, гипертонии, анемии, способствует повышенному содержанию холестерина в крови и, как следствие, повышенному риску развития сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета, различных онкологических заболеваний [3].

Изучение заболеваемости проводилось по данным статистических отчетных форм № 12 [6].

Анализ заболеваемости по ряду алиментарно-зависимых болезней среди взрослого населения показывает, что в сравнении со среднемноголетним показателем (2013–2017 гг.) увеличилась распространенность заболеваемости по следующим нозологиям:

- ◆ другие болезни кишечника (темп прироста составил 20,67 %);
- ◆ острый панкреатит (темп прироста 18,88 %);
- ◆ ожирение (темп прироста 15,92 %);
- ◆ болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (темп прироста 9,04);
- ◆ болезни поджелудочной железы (темп прироста составил 8,72 %)
- ◆ гастрит и дуоденит (темп прироста 7,44 %);
- ◆ сахарный диабет (темп прироста 6,35 %);
- ◆ язва желудка и двенадцатиперстной кишки (темп прироста 3,09 %).

Среди подростков Липецкой области отмечается прирост показателя распространенности заболеваемости:

- ◆ ожирение (23,95 %);
- ◆ другие болезни кишечника (22,60 %);
- ◆ сахарный диабет (10,83 %);
- ◆ атопический дерматит (10,45 %);
- ◆ болезни щитовидной железы (2,63 %).

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье детского населения. Среди детского населения вызывает обеспокоенность увеличение распространенности по таким алиментарно-зависимым заболеваниям, как:

- ◆ болезни печени (41,63 %);
- ◆ ожирение (23,21 %);
- ◆ атопический дерматит (20,56 %);
- ◆ сахарный диабет (16,74 %);
- ◆ болезни щитовидной железы (3,91 %).
- ◆ гастрит и дуоденит (0,23 %).

В числе лидирующих алиментарно-зависимых заболеваний взрослого населения на протяжении анализируемого пятилетнего периода остаются болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, гастрит и дуоденит, болезни щитовидной железы и болезни поджелудочной железы. Показатели общей заболеваемости ишемической болезнью сердца, сахарным диабетом, болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением, и болезнями поджелудочной железы в Липецкой области превышают показатели по РФ и ЦФО.

От качества и безопасности питания зависит и уровень заболеваемости подростков. В структуре лидирующих заболеваний остаются гастриты и дуодениты, болезни поджелудочной железы, атопический дерматит, ожирение, болезни щитовидной железы. Причем показатели общей заболеваемости поджелудочной железы превышают общероссийские показатели в 15 раз, а показатели по ЦФО в 13 раз.

Проведенный анализ алиментарно-зависимой патологии среди детей в возрасте от 0 до 14 лет показал, что наиболее остро данная проблема стоит в распространенности болезней поджелудочной железы. Несмотря на тенденцию к снижению за последние 5 лет, уровень общей заболеваемости превышает показатель по РФ в 18 раз, а по ЦФО – в 17,5 раза. Стабильно высоким, превышающим показатели по РФ и ЦФО (в 1,4 и 1,6 раза соответственно), остается уровень заболеваемости гастритом и дуоденитом. Неблагополучным образом складывается ситуация и с заболеваемостью язвой желудка и двенадцатиперстной кишки – стабильно высокий уровень заболеваемости, превышающий заболеваемость в РФ в 1,6 раза, а в ЦФО – в 2,5 [6].

Результаты исследования алиментарно-зависимой заболеваемости населения Липецкой области и структуры потребления пищевых продуктов свидетельствуют о наличии зависимости между ними. Установлена сильная корреляционная связь между потреблением сахара и развитием болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением, сахарного диабета, неинфекционного энтерита и колита, гастрита и дуоденита, ожирения. Между распространенностью алиментарно-зависимой заболеваемости и потреблением картофеля и хлебных продуктов установлены в основном средняя, умеренная и слабая корреляционные связи.

Установлена сильная обратная корреляционная зависимость между заболеваемостью сахарным диабетом и потреблением овощей и фруктов, а также развитием ожирения и потреблением овощей.

**Выводы.** Изучение потребления пищевых продуктов на территории Липецкой области позволило выявить негативные изменения в структуре питания населения Липецкой области, выражающиеся в избыточном потреблении углеводосодержащих продуктов (хлеба и хлебопродуктов, картофеля, сахара) при дефиците продуктов с высокой биологической ценностью (молоко, молочные продукты, свежие овощи и фрукты). На фоне пищевого дисбаланса установлен рост алиментарно-зависимых заболеваний (болезни щитовидной железы, атопический дерматит, сахарный диабет, ожирение, болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением; ишемическая болезнь сердца, болезни кишечника, болезни поджелудочной железы, в том числе острый панкреатит, язва желудка и двенадцатиперстной кишки, гастрит и дуоденит). Фактическое питание и особенности образа жизни оказывают влияние на развитие и прогрессирование хронических неинфекционных заболеваний населения Липецкой области. Тем не менее большинство алиментарно-зависимых заболеваний являются управляемыми, то есть имеется возможность в широких масштабах воздействовать на их причину.

Результаты исследований были использованы на заседании координационного совета по проектному управлению Липецкой области при рассмотрении региональных проектов, направленных на реализацию федеральных проектов (программ), определенных Указом Президента РФ № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», а также при формировании атласа «Заболеваемость органов пищеварения в условиях изменяющихся факторов среды обитания». С целью обоснования региональных законодательно-правовых актов, направленных на оптимизацию структуры и биологической полноценности питания населения Липецкой области, профилактику алиментарно-зависимых заболеваний, принято решение продолжить исследования в данном направлении.

### Список литературы

1. Гигиеническое обоснование совершенствования системы надзора за питанием и профилактики алиментарно-зависимых заболеваний в северном регионе России / Н.В. Гогадзе, Д.В. Турчанинов, Т.А. Юнацкая, Е.А. Вильмс, И.А. Сохошко // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.
2. Питание и здоровье в Европе: новая основа для действий / под ред. А. Robertson, С. Tirado, Т. Lobstein [и др.] // Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия. – 2005. – № 96. – 128 с.

3. Улумбекова Г.Э. Здоровье населения в Российской Федерации: факторы риска и роль здорового питания // Вопросы питания. – 2010. – Т. 79. – № 2. – С. 33–38.
4. Тутельян В.А. Гигиена питания: современные проблемы // Здравоохранение РФ. – 2008. – № 1. – С. 8–9.
5. Тутельян В.А., Суханов Б.Л., Керимова М.Г. Предпосылки и факторы формирования региональной политики в области здорового питания в России // Вопросы питания. – 2007. – № 76 (6). – С. 39–43.
6. Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения: стат. отчетные формы Ф-12.
7. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах Липецкой области: стат. сборники.
8. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации: стат. сборники.

## **Современные методические приемы, используемые при определении высокотоксичных азотсодержащих органических соединений в пищевых продуктах, для обеспечения химической безопасности населения**

**Т.В. Нурисламова, Т.С. Уланова, Н.А. Попова,  
О.А. Мальцева, Т.В. Чинько**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,  
г. Пермь, Россия

Рассмотрены методические приемы, используемые при определении N-нитрозоаминов в пищевых продуктах (детские каши, консервы из мяса, мясорастительные, копченые мясные, мясо- и птицепродукты) для практических инструментальных исследований, используемых при проведении лабораторных исследований безопасности пищевой продукции.

Высокая чувствительность и селективность хромато-масс-спектрометрического определения N-нитрозоаминов в образцах детских каш, мясных консервах и копченых мясо- и птицепродуктах с нижним пределом определения 0,0002 мг/кг и максимальной погрешностью не более 23 % достигнута применением комплекса методических приемов – подбором оптимальных условий хроматографического анализа: капиллярная колонка серии HP-FFAP 50m×0,320 mm×0,50 μm, температурный режим программирования колонки: начальная температура 50 °C, повышение температуры до 120 °C со скоростью 8 °C/мин; от 120 °C до 185 °C со скоростью 12 °C/мин и от 185 °C до 240 °C со скоростью 25 °C/мин с выдержкой при конечной температуре 5 мин; режим работы масс-спектрометрического детектора: селективный ионный мониторинг (SIM) по двум характеристическим ионам анализируемых соединений.

Применение разработанных хромато-масс-спектрометрических методик позволило обнаружить содержание определяемых компонентов по сумме N-нитрозоаминов в ряде анализируемых каш в диапазоне концентраций 0,0004–0,072 мг/г. В образцах копченых мясных, мясо- и птицепродуктах обнаружено превышение гигиенического норматива от 4 до 88 раз по сумме N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин). В образцах консервов из мяса и мясорастительных для детского питания различных торговых марок обнаружены N-нитрозоамины в диапазоне концентраций 0,00041–0,0379 мг/г во всех исследуемых пробах.

**Ключевые слова:** хромато-масс-спектрометрия, N-нитрозоамины, детские каши, консервы из мяса, мясорастительные, копченые мясные, мясо- и птицепродукты, масс-спектрометрический детектор, метрологическая аттестация методики, количественный химический анализ.

Одним из важных факторов, определяющих здоровье человека и сохранение генофонда, является безопасность продуктов питания. Актуальность проблемы безопасности продуктов питания в РФ с каждым годом возрастает, поскольку именно обеспечение государственного регулирования в области качества и безопасности пищевых продуктов, в том числе для детского питания, является одной из важнейших задач обеспечения безопасности потребительского рынка [2].

Проблемы обеспечения безопасности и качества продукции становятся все более актуальными для предприятий пищевой промышленности России. В настоящее время обеспечение безопасности пищи не всегда возможно – при отсутствии современной системы контроля качества и безопасности продовольственного сырья, готовых видов пищевой продукции [1]. Именно с пищевыми продуктами в организм человека из окружающей среды поступает до 70 % токсинов различной природы [4]. Канцерогены и их предшественники попадают в пищу из внешней среды, а также в процессе приготовления, хранения и кулинарной обработки продуктов. К сильнейшим из известных канцерогенов относятся N-нитрозоамины [8].

Вышеизложенное определило актуальность и позволило сформулировать **цель работы** – разработка хромато-масс-спектрометрической методики определения высокотоксичных низкомолекулярных N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламина, N-нитрозодиэтиламина) в продукции для детского питания.

Для решения вопросов о неблагоприятном воздействии и оценке рисков здоровью населения разработаны хромато-масс-спектрометрические высокочувствительные и селективные методики определения азотсодержащих органических соединений в пищевых продуктах.

**Материалы и методы.** Исследования стандартных образцов и продуктов для детского питания различных торговых марок на содержание N-нитрозоаминов выполняли методом хромато-масс-спектрометрии: на газовом хроматографе Agilent 7890A (USA) с масс-селективным детектором (MCD) 5975C и квадрупольным масс-анализатором. Режим ионизации электронным ударом при 70 эВ. Для исследований использовали капиллярную колонку серии HP-FFAP 30m×0,250 mm×0,250 длиной 30 метров, внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной пленки неподвижной фазы 0,25 μm.

Параметры газового хроматографа и MCD: колонка – 50–120–220 °C; скорость нагревания – от 8 до 20 °C/мин, скорость потока – 30 мл/мин, задержка температуры – 1–0–2 мин, температура испарителя – 270 °C, температура переходной линии – 220 °C, общее время анализа – 16,75 мин, метод: режим импульсный без деления потока, температура ионного источника 230 °C, температура квадрупольного масс-анализатора 150 °C, ток эмиссии 70 эВ.

На этапе пробоподготовки при разработке методики определения N-нитрозоаминов в крови использовали метод дистилляции с перегретым водяным паром и автоматизированную многоканальную систему твердофазной экстракции (ТФЭ) Serparths (Италия).

Метрологическая аттестация методик выполнена в соответствии с нормативными документами МИ 2336-2002 [3]. Внутренний контроль качества (ВКК) результатов измерений – повторяемость, внутрилабораторная прецизионность (воспроизводимость), точность осуществляли в соответствии с нормативным документом МИ 2335-2003 [5].

**Результаты и их обсуждение.** Для контроля содержания высокотоксичных N-нитрозоаминов в пищевых продуктах разработаны высокочувствительные и селективные хромато-масс-спектрометрические методики в пробах пищевой продукции (детские каши, консервы из мяса, мясорастительные, копченые мясные, мясо- и птицепродукты).

В процессе исследований изучены и отработаны оптимальные условия выполнения хромато-масс-спектрометрического анализа – пробоподготовки и количественного определения N-нитрозоаминов в пробах пищевой продукции.

**Детские молочные и безмолочные каши.** Комплексное использование дистилляции в сочетании с оптимальной схемой элюирования и концентрированием дистиллята на угольный картридж Sосonut 6 мл системы твердофазной экстракции ТФЭ позволило достичь высокой полноты извлечения N-нитрозоаминов из стандартного образца, которая составила для N-нитрозодиметиламина (N-ДМА) 98,5 %, для N-нитрозодиэтиламина (N-ДЭА) – 100 %.

Разработанная хромато-масс-спектрометрическая методика применительно к анализу молочной продукции (детские каши) [6] позволяет с высокой степенью точности и чувствительности выполнять определение N-нитрозоаминов в диапазоне концентраций от 0,0004 до 0,0024 мкг/г при погрешности метода не более 10 %.

Метрологическая оценка методики определения N-нитрозоаминов в образцах молочной продукции позволила установить показатели качества результатов количественного химического анализа: повторяемости для N-нитрозодиметиламина 0,18 %, для N-нитрозодиэтиламина 1,53 %; воспроизводимости N-нитрозодиметиламина 0,49 %, для N-нитрозодиэтиламина 2,52 %; внутрилабораторной прецизионности, и статистические оценки характеристик погрешности результатов анализа. Показатель точности для методики определения N-нитрозодиметиламина в молочной продукции (детские каши) составил 6,74 %, для N-нитрозодиэтиламина – 6,42 %.

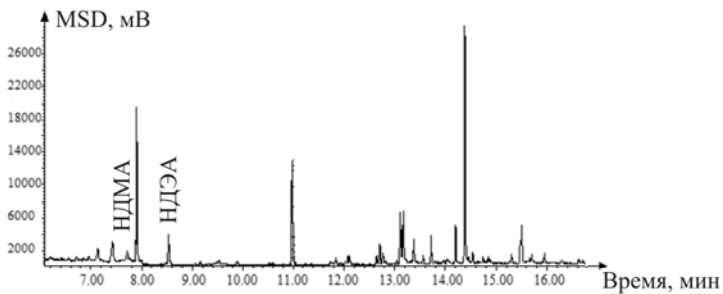
Разработанной хромато-масс-спектрометрической методикой проанализированы образцы молочных и немолочных каш различных производителей (рис. 1).

Применение разработанной методики позволило обнаружить содержание определяемых компонентов по сумме N-нитрозоаминов в ряде анализируемых каш в диапазоне концентраций 0,0004–0,072 мг/г.

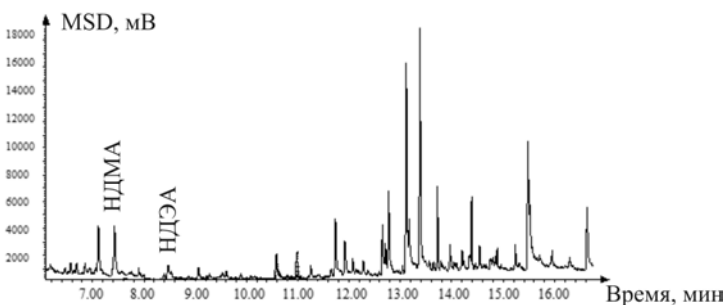
**Копченые мясные, мясо- и птицепродукты.** Высокая эффективность хромато-масс-спектрометрической методики определения N-нитрозоаминов в образцах пищевой продукции (копченые мясные, мясо- и птицепродукты) [9] достигнута путем подбора и отработки оптимальных условий газохроматографического анализа, параметров квадрупольного масс-спектрометрического детектора (MCD) 5975C и оптимального температурного режима капиллярной колонки серии HP-FFAP 30m×0,250mm×0,250. В режиме полного сканирования (SCAN) N-нитрозоаминов



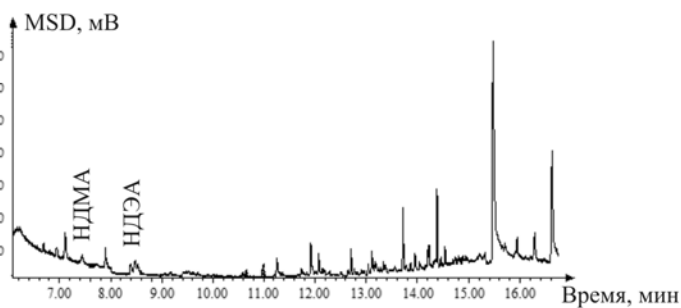
с использованием стандартного образца установлены молекулярный и подтверждающие ионы масс-спектры, химическая структура, время удерживания.



*a*



*б*



*в*

Рис. 1. Хромотограммы N-нитрозоаминов, обнаруженных в образцах каш:  
*a* – 1-й образец ( $C_{N-ДМА} = 0,0038$  мг/кг,  $C_{N-ДЭА} = 0,0035$  мг/кг);  
*б* – 2-й образец ( $C_{N-ДМА} = 0,0043$  мг/кг,  $C_{N-ДЭА} = 0,0012$  мг/кг);  
*в* – 3-й образец ( $C_{N-ДМА} = 0$  мг/кг,  $C_{N-ДЭА} = 0,00066$  мг/кг)

Для оптимального извлечения N-нитрозоаминов из образцов пищевой продукции (копченые мясные, мясо- и птицепродукты) отработаны параметры пробоподготовки, включающие дистилляцию с перегретым водяным паром, добавлением калия гидроксида массой 1,5 г в сочетании с оптимальной схемой элюирования твердофазной экстракции и концентрированием дистиллята на угольный картридж

Coconut 6 см<sup>3</sup>. Полнота извлечения N-нитрозоаминов из образцов пищевой продукции составила 93,2–100,0 %.

Полнота извлечения для N-диметилнитрозоамина, N-метилэтилнитрозоамина, N-дипропилнитрозоамина, N-пирролидиннитрозоамина, N-морфолиннитрозоамина и N-дифенилнитрозоамина составила 100,0 %; для N-диэтилнитрозоамина – 93,2 %, N-дибутилнитрозоамина – 99,7 % и N-пиперидиннитрозоамина – 95,8 %.

Метрологическая оценка методики определения N-нитрозоаминов в образцах пищевой продукции (копченые мясные, мясо- и птицепродукты) позволила установить показатели качества результатов количественного химического анализа: повторяемости, внутрилабораторной прецизионности, правильности, и статистические оценки характеристик погрешности результатов анализа (табл. 1).

Таблица 1

Диапазоны измерений определяемых N-нитрозоаминов, значения показателя точности, правильности и внутрилабораторной прецизионности измерений

Диапазон измерений, мг	Показатель точности, ± δ <sub>т</sub> , %	Показатель повторяемости, σ <sub>р</sub> , %	Показатель Внутрилабораторной прецизионности, σ <sub>РЛ</sub> , %	Показатель правильности ± δ <sub>сн</sub> , %
<i>N-диметилнитрозоамин</i>				
от 10 до 80	16,98	3,73	4,50	9,77
<i>N-метилэтилнитрозоамин</i>				
от 10 до 80	18,67	4,25	4,09	9,54
<i>N-диэтилнитрозоамин</i>				
от 10 до 80	16,10	3,11	4,33	11,15
<i>N-дипропилнитрозоамин</i>				
от 10 до 80	18,52	4,29	3,59	11,21
<i>N-дибутилнитрозоамин</i>				
от 10 до 80	13,82	2,89	4,12	9,85
<i>N-пиперидиннитрозоамин</i>				
от 10 до 80	16,29	3,35	4,62	12,25
<i>N-пирролидиннитрозоамин</i>				
от 10 до 80	16,39	3,40	4,84	11,87
<i>N-морфолиннитрозоамин</i>				
от 10 до 80	16,28	2,71	4,76	11,90
<i>N-дифенилнитрозоамин</i>				
	13,60	3,43	3,86	10,20

Методика позволяет с высокой точностью выполнять определение N-нитрозоаминов (N-диметилнитрозамин, N-метилэтилнитрозамин, N-диэтилнитрозамин, N-дипропилнитрозамин, N-дибутилнитрозами, N-пиперидиннитрозамин) в пробах пищевой продукции (копченые мясные, мясо- и птицепродукты) в диапазоне концентраций от 0,0002 до 0,0016 мкг/г при погрешности не более 19 %.

Скрининговые исследования 16 образцов пищевой продукции различных производителей (колбаса, салями, сырокопченая, сервелат) методом хромато-масс-спектрометрии в режиме селективного ионного мониторинга показали, что все образцы содержали различные уровни N-нитрозоаминов в диапазоне концентраций 0,0009–0,350 мг/г. Хроматограммы нитрозоаминов, обнаруженных в колбасных изделиях различных торговых марок, представлены на рис. 2.

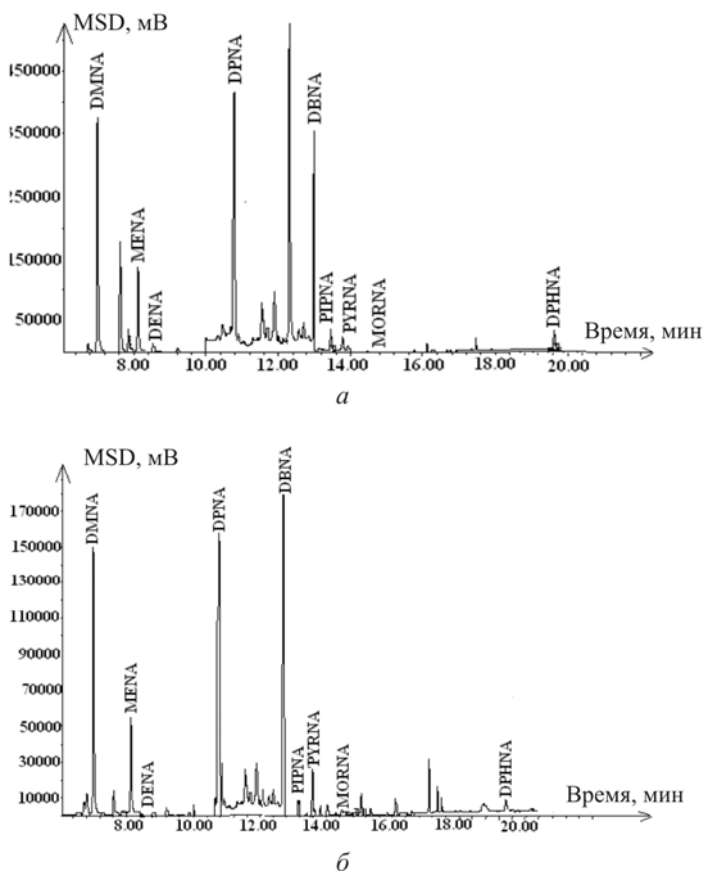


Рис. 2. Хроматограмма N-нитрозаминов, обнаруженных в сервелате:  
 а – образец № 1:  $C_{N-DMNA} = 0,189$  мг/кг,  $C_{N-MENA} = 0,043$  мг/кг,  $C_{N-DENA} = 0,0003$  мг/кг,  
 $C_{N-DPNA} = 0,0196$  мг/кг,  $C_{N-DBNA} = 0,247$  мг/кг,  $C_{N-PIPNA} = 0,0012$  мг/кг,  $C_{N-PYRNA} = 0,0278$  мг/кг,  
 $C_{N-MORNA} = 0,083$  мг/кг,  $C_{N-DPHNA} = 0,033$  мг/кг; б – образец № 2:  $C_{N-DMNA} = 0,0916$  мг/кг,  
 $C_{N-MENA} = 0,022$  мг/кг,  $C_{N-DENA} = 0,00034$  мг/кг,  $C_{N-DPNA} = 0,044$  мг/кг,  $C_{N-DBNA} = 0,0037$  мг/кг,  
 $C_{N-PIPNA} = 0,0007$  мг/кг,  $C_{N-PYRNA} = 0,0044$  мг/кг,  $C_{N-MORNA} = 0,056$  мг/кг,  
 $C_{N-DPHNA} = 0,0069$  мг/кг

Разработанной хромато-масс-спектрометрической методикой в образцах копченых мясных, мясо- и птицепродуктах обнаружено превышение гигиенического норматива от 4 до 88 раз по сумме N-нитрозаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) [7]. Следует подчеркнуть, что содержание N-нитрозаминов (N-метилэтилнитрозамина, N-дипропилнитрозамина, N-дибутилнитрозамина, N-пиперидиннитрозамина, N-пирролидиннитрозамина, N-морфолиннитрозамина и N-дифенилнитрозамина) в образцах копченых мясных, мясо- и птицепродуктах в настоящее время не регламентировано.

**Консервы из мяса, мясорастительные.** Разработанный хромато-масс-спектрометрический метод определения N-нитрозаминов позволяет определять содержание N-нитрозаминов с высокой полнотой извлечения для N-диметилнитрозо-

амина 98,13 %, N-метилэтилнитрозоамина, N-диэтилнитрозоамина – 99,4 %, N-дипропилнитрозоамина – 99,06 %, N-дибутилнитрозоамина – 98,8 %, N-пиперидиннитрозоамина – 98,75 %. Для труднолетучих N-нитрозоаминов полнота извлечения не превышала 70,5 % и составила для N-пирролидиннитрозоамина, N-морфолиннитрозоамина и N-дифенилнитрозоамина 47,3; 70,5 и 40,7 % соответственно.

Метрологические характеристики методики определения N-нитрозоаминов в пищевой продукции (консервы из мяса, мясорастительные) представлены в табл. 2.

Таблица 2

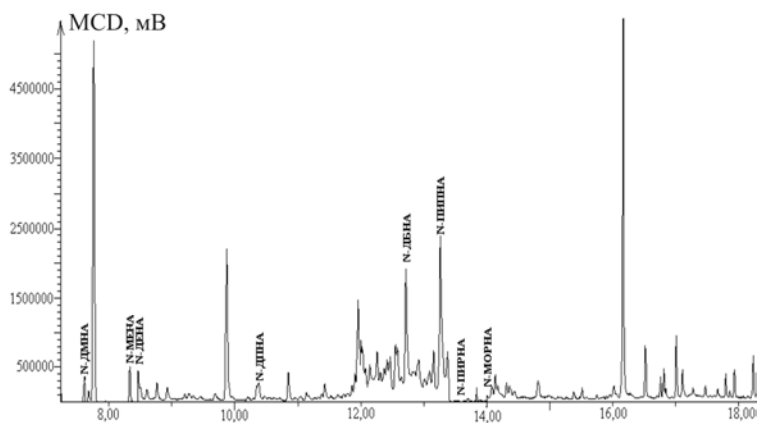
Диапазоны измерений определяемых N-нитрозоаминов, значения показателя точности, правильности и внутрилабораторной прецизионности измерений

Диапазон измерений, нг	Показатель точности, $\pm \delta_{\text{т}}$ , %	Показатель повторяемости, $\sigma_r$ , %	Показатель внутрилабораторной прецизионности, $\sigma_{R\text{л}}$ , %	Показатель правильности $\pm \delta_{\text{сл}}$ , %
<i>N-нитрозодиметиламин</i>				
от 10 до 80 вкл	15,75	2,71	4,5	11,71
<i>N-метилэтилнитрозамин</i>				
от 10 до 80 вкл	15,03	4,68	5,5	7,68
<i>N-диэтилнитрозамин</i>				
от 10 до 80 вкл	11,66	4,02	3,5	8,37
<i>N-нитрозодипропиламин</i>				
от 10 до 80 вкл	13,64	5,07	4,8	7,68
<i>N-дибутилнитрозамин</i>				
от 10 до 80 вкл	14,73	3,90	5,46	7,35
<i>N-пиперидиннитрозамин</i>				
от 10 до 80 вкл	13,85	4,93	5,07	7,20

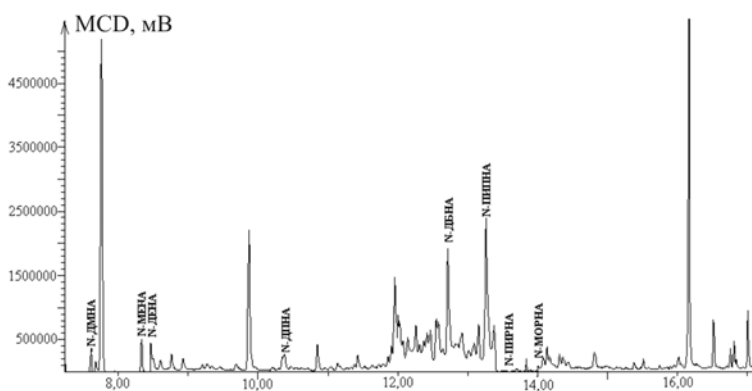
Разработанная хромато-масс-спектрометрическая методика применительно к анализу пищевой продукции (консервы из мяса, мясорастительные) позволяет выполнять определение исследуемых соединений в диапазоне концентраций от 0,0002 до 0,0016 мкг/г.

Апробация разработанной хромато-масс-спектрометрической методики определения N-нитрозоаминов в образцах консервов из мяса и мясорастительных для детского питания различных торговых марок позволила обнаружить во всех исследуемых пробах N-нитрозоамины в диапазоне концентраций 0,00041–0,0379 мг/г. Результаты химического анализа пищевых продуктов для детского питания представлены на хроматограммах (рис. 3) и в табл. 3.

Наиболее часто в образцах детской мясной продукции обнаруживались N-морфолиннитрозамин и N-дибутилнитрозамин. Разработанная хромато-масс-спектрометрическая методика позволяет выполнять определение исследуемых соединений в пищевой продукции в диапазоне концентраций 0,0002–0,0016 мкг/г. Содержание N-нитрозоаминов (N-метилэтилнитрозоамина, N-дипропилнитрозоамина, N-дибутилнитрозоамина, N-пиперидиннитрозоамина, N-пирролидиннитрозоамина, N-морфолиннитрозоамина и N-дифенилнитрозоамина) в образцах детских мясных консервов в настоящее время не регламентировано.



*а*



*б*

Рис. 3. Хроматограмма N-нитроаминов, обнаруженных в образце детского питания: *а* – образец 3; *б* – образец 6

Таблица 3

Результаты количественного определения N-нитроаминов в детской пищевой продукции (консервы мясные и растительные)

Ингредиент	Образец, концентрация, мг/кг					
	1	2	3	4	5	6
N-диметилнитрозамин	0,005	нпо	нпо	нпо	0,00007	0,00122
N-метилэтилнитрозамин	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
N-диэтилнитрозамин	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
N-пирролидиннитрозамин	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0,00452
N-морфолиннитрозамин	нпо	0,0144	0,0059	нпо	нпо	0,0379
N-дибутилнитрозамин	0,000056	нпо	0,00043	0,00041	нпо	0,0153
N-дипропилнитрозамин	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
N-пиперидиннитрозамин	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
N-дифенилнитрозамин	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо

**Выводы.** Таким образом, предлагаемый комплекс разработанных методик вносит практический вклад в решение проблемы методического обеспечения контроля над качеством пищевой продукции по содержанию высокотоксичных азотсодержащих соединений для доказательства негативного воздействия химических факторов окружающей среды и оценки закономерностей формирования нарушений здоровья.

Для проведения контрольно-надзорных мероприятий, лабораторных исследований качества пищевых продуктов (детские консервы из мяса и мясорастительные, копченые мясные, мясо- и птицепродукты) целесообразно выполнение гигиенических исследований по нормированию N-нитрозоаминов или оценке риска для здоровья потребителей.

### Список литературы

1. Аршакуни В.Л. От системы ХАССП – к системе менеджмента безопасности пищевой продукции по ИСО 22000 // Стандарты и качество. – 2008. – № 2. – С. 88–89.
2. Глобальный стратегический механизм (ГСМ) в области продовольственной безопасности и питания (Рим, Италия, 7–11 октября 2013 года) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fao.org/docrep/meeting/029/M1019R.pdf> (дата обращения: 07.02.2014).
3. ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.02.2019).
4. Закревский В.В. Безопасность пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище: практич. рук-во. – М.: Гиорд, 2004. – 280 с.
5. МИ 2335-2003. ГСОЕИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 08.01.2019).
6. МУК 4.1. 3478–17. Измерение содержания летучих N-нитрозоаминов в молочной продукции (детские каши) хромато-масс-спектрометрическим методом [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 03.02.2019).
7. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 08.03.2019).
8. Регламент ЕС № 852/2004 по гигиене пищевых продуктов Европейского Парламента и Совета от 29 апреля 2004 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 07.02.2019).
9. СТО 29-2017. Методика измерений содержания N-нитрозоаминов (N-диметилнитрозоамин, N-метилэтилнитрозоамин, N-диэтилнитрозоамин, N-дибутилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин, N-пиперидиннитрозоамин, N-пирролидиннитрозоамин, N-морфолиннитрозоамин, N-дифенилнитрозоамин) в пробах пищевой продукции (копченые мясные, мясо- и птице- продукты) методом хромато-масс-спектрометрии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 03.03.2019).

## Оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на здоровье населения Оренбургской области

Т.М. Макарова<sup>1</sup>, В.Ю. Коновалов<sup>2</sup>, А.А. Неплохов<sup>2,3</sup>,  
Е.М. Гусельникова<sup>2</sup>, Е.Г. Плотникова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Управление Роспотребнадзора по Оренбургской области,

<sup>2</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области»  
Роспотребнадзора,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения РФ,  
г. Оренбург, Россия

Проведена оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на здоровье населения Оренбургской области. Сравнительное ранжирование выявило группы продуктов, вносящие наибольший вклад в экспозицию и в развитие неканцерогенного риска для здоровья населения. Оценка экспозиционной нагрузки осуществлялась по 50-му (медиане) и 90-му перцентилем содержания химических веществ в продуктах питания на основании данных Федерального информационного фонда (раздел «Контаминация продовольственного сырья и продуктов питания химическими веществами») в основных группах продуктов питания.

**Ключевые слова:** экспозиция, пищевые продукты, химические контаминанты, риск для здоровья населения, ранжирование.

Контаминация пищевых продуктов формирует повышенные риски для здоровья потребителей разных возрастных и социальных групп. Химические факторы (пестициды, полихлорированные бифенилы, нитраты, антибиотики, диоксины, тяжелые металлы и пр.) создают риски возникновения патологий пищеварения, нервной, иммунной системы, крови и т.п. Биологические риски чреваты возникновением инфекционных и ряда соматических болезней [1].

Стратегической целью продовольственной безопасности является обеспечение населения страны безопасной сельскохозяйственной, рыбной и иной продукцией из водных биоресурсов и продовольствием. Для обеспечения безопасности пищевых продуктов необходимо контролировать соответствие требованиям законодательства Российской Федерации в этой области сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия, в том числе импортированных, на всех стадиях их производства, хранения, транспортировки, переработки и реализации [3].

Здоровье современного общества обеспечивается правом на безопасную среду обитания [4]. В «Основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» сказано, что особое внимание следует обратить на качество пищевых продуктов массового потребления, а также функционального назначения с целью сохранения и укрепления здоровья населения и профилактики заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием [5].

На базе методических подходов, рекомендованных Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [6, 8, 9], про-

ведена оценка риска воздействия химических контаминантов в продуктах питания на здоровье населения Оренбургской области по данным Федерального информационного фонда СГМ (раздел «Контаминация продовольственного сырья и продуктов питания химическими веществами») за 2015–2017 гг.

Для анализа были взяты основные группы пищевых продуктов, потребляемых населением: хлеб и хлебные продукты, картофель, овощи и бахчевые, фрукты и ягоды, мясо и мясные продукты, молоко и молочные продукты, рыба и рыбные продукты, сахар и кондитерские изделия, масло растительное и другие жиры.

Все перечисленные группы пищевых продуктов исследовались на содержание тяжелых металлов, нитритов и нитратов, пестицидов, цезия-137, стронция-90 и ряда других веществ.

Оценивались пищевые продукты как местного производства, так и привозные, а также те продукты, которые были выращены на сельскохозяйственных полях и приусадебных участках Оренбургской области [2].

В качестве данных о потреблении пищевых продуктов населением исследовались данные территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области о среднедушевом годовом потреблении основных групп пищевых продуктов [7].

Оценку неканцерогенного риска осуществляли по результатам исследований, в которых проводился анализ содержания свинца, кадмия, мышьяка и ртути в продуктах питания.

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции по поступлению *ртути*: молоко и молочные продукты – 32,7 %; хлеб и хлебные продукты – 13,8 %; овощи и бахчевые – 12,5 %; мясо и мясные продукты – 11,8 %; картофель – 8,4 %; фрукты и ягоды – 8,1 %; рыба и рыбные продукты – 6,9 %; сахар и кондитерские изделия – 4,3 %; масло растительное и другие жиры – 1,6 %.

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции по поступлению *мышьяка*: молоко и молочные продукты – 35,1 %; хлеб и хлебные продукты – 14,8 %; мясо и мясные продукты – 12,7 %; картофель – 9,1 %; фрукты и ягоды – 8,7 %; рыба и рыбные продукты – 7,9 %; овощи и бахчевые – 5,4 %; сахар и кондитерские изделия – 4,6 %; масло растительное и другие жиры – 1,7 %.

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции по поступлению *свинца*: молоко и молочные продукты – 21,3 %; хлеб и хлебные продукты – 18,2 %; мясо и мясные продукты – 18,0 %; овощи и бахчевые – 12,4 %; картофель – 12,1 %; фрукты и ягоды – 6,5 %; рыба и рыбные продукты – 6,1 %; сахар и кондитерские изделия – 4,4 %; масло растительное и другие жиры – 0,9 %.

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции по поступлению *кадмия*: молоко и молочные продукты – 34,0 %; хлеб и хлебные продукты – 14,3 %; мясо и мясные продукты – 12,3 %; рыба и рыбные продукты – 9,6 %; картофель – 8,8 %; фрукты и ягоды – 8,4 %; овощи и бахчевые – 6,5 %; сахар и кондитерские изделия – 4,5 %; масло растительное и другие жиры – 1,6 %.

Согласно проведенным расчетам, группы продуктов с наибольшим вкладом в экспозицию – молоко и молочные продукты, хлеб и хлебные продукты, мясо и мясные продукты.

Риск развития неканцерогенных эффектов оценивался в соответствии с общими принципами оценки риска (Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих ок-



ружающую среду»). Для каждого контаминанта проводилась оценка как по центильной тенденции экспозиции (с учетом медианной дозы), так и по верхней границе экспозиции (с учетом 90%-ного процентиля этого распределения). Риск развития неканцерогенных эффектов проводился через расчет коэффициента опасности ( $HQ$ ), выражающего отношение оцененной дозы контаминанта к допустимой. В результате получили коэффициенты опасности пищевых продуктов по содержанию свинца  $HQ_{med} = 0,039$ ,  $HQ 90 \% = 0,742$ ; мышьяка  $HQ_{med} = 0,065$ ,  $HQ 90 \% = 0,317$ ; кадмия  $HQ_{med} = 0,140$ ,  $HQ 90 \% = 0,281$ ; ртути  $HQ_{med} = 0,195$ ,  $HQ 90 \% = 0,205$ .

Рассчитанный коэффициент опасности ( $HQ$ ) на уровнях медианы и 90-го процентиля содержания свинца, мышьяка, ртути и кадмия в пищевых продуктах не превышает единицы. Такое воздействие на организм человека характеризуется как допустимое. Наибольший суммарный индекс опасности по 90-му процентилю за счет перорального поступления свинца с продуктами питания зарегистрирован для гормональной системы – 1,545, далее – воздействие на центральную нервную систему – 1,264, нервную систему – 1,059, репродуктивную систему – 0,947, развитие и кровь – 0,742.

**Выводы.** Наибольший вклад в общее значение экспозиции вносят следующие группы продуктов: молоко и молочные продукты, хлеб и хлебные продукты, мясо и мясные продукты. Рассчитанный коэффициент опасности ( $HQ$ ) на уровнях медианы и 90-го процентиля содержания свинца, мышьяка, ртути и кадмия в пищевых продуктах не превышает единицы (допустимое воздействие). Наибольший суммарный индекс опасности зарегистрирован для гормональной системы, далее – центральная нервная и репродуктивная системы, развитие и кровь.

### Список литературы

1. Попова А.Ю. Анализ риска – стратегическое направление обеспечения безопасности пищевых продуктов // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. – С. 4–12.
2. Гигиеническая оценка содержания химических контаминантов в продуктах питания и оценка риска воздействия пищевых продуктов на здоровье населения Оренбургской области / Л.М. Тулина, Н.Е. Вяльцина, Т.М. Макарова, Е.Г. Плотникова, А.А. Неплохов, Г.В. Садчикова // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 49–56.
3. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации / утв. Указом Президента РФ № 120 от 30.01.2010 г. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_96953](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_96953) (дата обращения: 07.02.2019).
4. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения моногородов и сельских поселений / В.М. Боев, Д.А. Кряжев, Л.М. Тулина, А.А. Неплохов // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 57–64
5. Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года / утв. Распоряжением Правительством РФ № 1873-р от 25.10.2010 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12079847/> (дата обращения: 07.02.2019).
6. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население: метод. указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 26 с.
7. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах Оренбургской области (по данным выборочного обследования бюджетных домашних хозяйств) /

Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области. – Оренбург, 2018 – 81 с.

8. Р.2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

9. Социально-гигиенический мониторинг. Контаминация продовольственного сырья и пищевых продуктов химическими веществами. Сбор, обработка и анализ показателей: методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 12 с.

## **Вопросы питания детского населения школьного возраста на примере Республики Саха (Якутия)**

**А.Н. Румянцева<sup>1</sup>, А.А. Шепарев<sup>2</sup>, Н.В. Саввина<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Управление Роспотребнадзора по Республике Саха (Якутия), г. Якутск, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, г. Владивосток, Россия

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», г. Якутск, Россия

Приведены результаты анализа мониторинга состояния детских и подростковых учреждений, качества и безопасности питания учащихся в Республике Саха (Якутия) согласно требованиям законодательства Российской Федерации. Определены основные тенденции, проблемы обеспечения организации питания в общеобразовательных учреждениях республики.

**Ключевые слова:** мониторинг, надзор, горячее питание, качество пищевой продукции, санитарно-химические, микробиологические, показатели.

**Материалы и методы.** Анализ проведен на основании отраслевой годовой отчетной статистической формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта РФ» за 2016–2018 гг., государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Саха (Якутия) за 2016–2018 годы».

Проблемы охраны здоровья детей и подростков, проживающих в регионах Крайнего Севера, являются чрезвычайно актуальными. В данных регионах прослеживается воздействие на организм детей неуправляемых климатогеографических и биосоциальных факторов, способствующих формированию патологии со стороны различных органов и систем. Необходимо отметить, что это происходит на фоне ухудшения в последние годы условий обучения и воспитания детей, снижения дви-

гательной активности, ухудшения качества и разбалансированности питания, снижения объема профилактических и здравоохранительных мероприятий. Организация рационального питания является важнейшим направлением в охране здоровья подрастающего поколения. Особая значимость правильного питания обусловлена бурно идущими процессами роста и развития ребенка, формированием и становлением структуры многих органов и систем, совершенствованием их функций, большей двигательной активностью, развитием высшей нервной деятельности. Несбалансированность рациона питания приводит к нарушению физического развития детей и подростков [1].

В связи с этим гигиенические аспекты условий воспитания и обучения, а также организации питания в общеобразовательных учреждениях республики являются существенными.

**Результаты и их обсуждение.** Образовательные учреждения являются единственной системой общественного воспитания, охватывающей в течение продолжительного периода всю детско-подростковую популяцию страны. Большую часть дня (более 70 % времени) учащиеся проводят в стенах образовательного учреждения. Время обучения в образовательном учреждении совпадает с периодом роста и развития ребенка, когда организм наиболее чувствителен к воздействию благоприятных факторов окружающей среды. Высокая скорость роста и интенсивные процессы обмена веществ требуют постоянного поступления с пищей достаточного количества белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных солей и микроэлементов. Однако исследования последних лет, проведенные в разных регионах России Институтом питания РАМН, свидетельствуют о существенных отклонениях от нормы обеспеченности детей и подростков целым рядом пищевых компонентов, в первую очередь витаминами А, С, В<sub>2</sub>, железом и кальцием, йодом, полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами. Вследствие нарушения принципов рационального питания ухудшаются показатели здоровья и антропометрические характеристики детей и подростков. Показатели состояния здоровья учащихся ухудшаются в процессе обучения в школе от младших классов к старшим. В настоящее время менее 5 % учащихся младших классов школы могут считаться абсолютно здоровыми. К старшим классам их численность уменьшается до 2 % [2].

В подростковом возрасте у большинства детей отмечается высокий уровень хронических заболеваний, среди которых преобладают нарушения физического развития, болезни нервно-психической сферы, эндокринные заболевания. По данным республиканской призывной комиссии за последние десятилетия отмечается снижение доли подростков с нормальным физическим развитием с 86,8 до 79,8 %, увеличение доли призывников с дефицитом массы тела с 11 до 30 %. Из числа призванных к военной службе 12,3 % имели дефицит массы тела. Следовательно, временно пригодными к военной службе признаны более трети юношей, при выборе профессии – более половины учащихся [1].

Республика Саха (Якутия) является крупнейшим регионом страны по территориальному признаку и одной из наименее населенных – численность населения в 2012 г. – 955,5 тысячи человек, в том числе городского – 620,5 тысячи человек, сельского – 335,0 тысячи человек. В 2015 г. естественный прирост населения составил 8,0 тысячи человек. Демографические показатели по республике существенно возросли по сравнению с 2000 г. (в два раза): так, коэффициент естественного прироста (на 1000 человек) в 2000 г. составлял 4,0, в 2016 г. – 8,5.

Показатель общей заболеваемости детей от 0 до 14 лет в республике в 2015 г. по сравнению с 2012 г. нивелирован на 10,2 на 1000 детского населения. В структуре заболеваемости общей заболеваемости детского населения в 2013 г. в сравнении с 2015 г. увеличилось количество болезней органов пищеварения на 20,4 на 1000 детского населения [3].

Распределение детских и подростковых учреждений в Республике Саха (Якутия) по группам санитарно-эпидемиологического благополучия свидетельствует о намечаемой тенденции к улучшению. В динамике трех лет прослеживается увеличение доли объектов 1-й группы санитарно-эпидемиологического благополучия на 2 % (с 28,7 до 30,7 %) (табл. 1). При этом отмечается снижение удельного веса объектов 2-й группы на 0,9 % (с 66,6 до 65,7 %) и снижение 3-й неудовлетворительной группы на 1,1 % (с 4,7 до 3,6 %). По общеобразовательным организациям отмечается увеличение доли объектов 2-й группы на 3 % и снижение объектов 3-й группы на 0,7 %, объектов 1-й группы на 2,2 %, что обусловлено принятием актов признания актов ветхости и аварийности зданий сельских школ. При этом ежегодно вводится около 10 объектов общего образования как в городских, так и сельских поселениях, финансирование которых ведется в рамках федеральных, республиканских программ.

Таблица 1

Распределение детских и подростковых организаций Республики Саха (Якутия) по группам санитарно-эпидемиологического благополучия (СЭБ) за период 2016–2018 гг.

Типы детских и подростковых организаций	2016		2017		2018	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
<i>1-я группа СЭБ</i>						
Детские и подростковые организации – всего	716	28,7	755	30,0	778	30,7
Общеобразовательные организации	213	37,2	234	34,4	237	35,0
<i>2-я группа СЭБ</i>						
Детские и подростковые организации – всего	1660	66,6	1656	65,8	1665	65,7
Общеобразовательные организации	333	58,0	417	61,2	415	61,0
<i>3-я группа СЭБ</i>						
Детские и подростковые организации – всего	116	4,7	107	4,2	93	3,6
Общеобразовательные организации	27	4,7	30	4,4	27	4,0

Качество организации питания школьников остается одним из основных направлений надзора за образовательными организациями. Управление Роспотребнадзора по Республике Саха (Якутия) продолжает сотрудничество с министерствами образования и науки, здравоохранения республики, Научно-исследовательским институтом здоровья Северо-Восточного федерального университета им М.К. Аммосова, Общественной палатой Республики Саха (Якутия) и Общественным советом при Управлении Роспотребнадзора по Республике Саха (Якутия) для повышения качества питания детей, внедрения национального компонента в питание детей.

Охват горячим питанием школьников удастся сохранить на высоком уровне благодаря проводимой работе правительства Республики Саха (Якутия) по поддержке отдельных категорий семей и детей в части наличия компенсационных выплат от 50 до 90 рублей в день на одного ребенка из льготной категории. В 2018 г.

охват горячим питанием школьников составляет – 99,0 % (РФ – 89,7 %) (табл. 2). По возрастным категориям охват составляет: 100 % (в 2017 г. – 100 %) по школьникам 1–4-х классов (в РФ – 97 %); 98,4 % (в 2017 г. – 98,4 %) – по школьникам 5–11-х классов (в РФ – 84,0 %). В структуре питающихся школьников удельный вес, охваченных 2-разовым питанием, составил в целом по республике 66,0 % (в 2017 г. – 66,4 %, в РФ – 30,0 %). По возрастным категориям охват составляет: 67,6 % (в 2016 г. – 67,5 %) по школьникам 1–4-х классов (в РФ – 35,4 %); 64,8 % (в 2016 г. – 64,7 %) – по школьникам 5–11-х классов (в РФ – 25,9 %) [4]. Охват 2-разовым горячим питанием – 100 % достигнут в 17 районах.

Таблица 2

Охват учащихся общеобразовательных организаций горячим питанием, %

Охват учащихся общеобразовательных организаций горячим питанием	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Всего	98,2	99	99
С 1-го по 4-й класс	98,9	100	100
С 5-го по 11-й класс	97,6	98,4	98,4

В Республике Саха (Якутия) функционируют 679 общеобразовательных организаций, в которых обучается 146 105 детей (в 2017 г. – 143 617). Более 90 % пищеблоков школ работает на сырье, преимущественно со штатными работниками. Проводимая работа по строительству, благоустройству существующих школ положительно отражается на качестве питьевой воды, которая в свою очередь влияет на качество горячих блюд и школьное питание в целом. Так, в 2018 г. по сравнению с 2017 г. количество проб воды нестандартных по бактериологическим показателям нивелировано почти на 5 % (с 16,3 до 11,5 %), по санитарно-химическим показателям – на 3,6 % (с 21,1 до 17,5 %) (табл. 3).

Таблица 3

Результаты лабораторных исследований в общеобразовательных организациях Республики Саха (Якутия) за период с 2016 по 2018 г.

Показатель	2016		2017		2018	
	всего	% нестандарт.	всего	% нестандарт.	всего	% нестандарт.
Смывы на кишечную палочку	10 421	4,7	10 544	6,3	12 083	5,2
Готовые блюда по бак. показателям	2109	10,4	2130	11,6	1873	10,4
Пищ. продукты по хим. показателям	903	3,7	708	2,8	78	19,2
Калорийность и химический состав	343	5	491	8,8	768	14,6
С-витаминизация	190	37,4	298	35,2	378	50,8
Пробы питьевой воды:						
по бак. показателям	1728	10,4	1681	16,3	1898	11,5
по хим. показателям	950	22,8	988	21,1	1266	17,5

По сравнению с 2017 г. отмечается увеличение удельного веса проб пищевых продуктов, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-

химическим показателям, – на 16,4 %, удельного веса проб готовых блюд по вложению витамина С – на 15,6 %. В 2018 г. отмечается снижение удельного веса проб готовых блюд, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, – на 1,2 %. При этом отмечается увеличение на 5,8 % удельного веса проб, не соответствующих нормативам по калорийности и химическому составу [5].

На протяжении последних лет основными проблемами при организации питания в образовательных учреждениях продолжают оставаться: устаревшая материально-техническая база и технологическое оборудование в части пищеблоков, отсутствие полного благоустройства сельских школ, отсутствие комбинатов школьного питания, несоответствие рациона питания школьников их физиологической потребности, а также отсутствие круглогодичного транспортного сообщения между населенными пунктами на территории республики.

За последние 10 лет продолжается планомерная работа по гармонизации примерных меню образовательных организаций, вводятся Единые примерные меню для различных категорий детей и учреждений. Положительно отмечается внедрение с 2017 г. в г. Якутске единого 20-дневного примерного меню с национальным компонентом для всех муниципальных дошкольных организаций, на реализацию меню ежегодно увеличиваются суммы выделяемых средств: в 2018 г. выделено больше на 72 млн рублей, чем в 2017 г., увеличена сумма родительской платы на питание детей в детских садах города.

В 2019 г. согласованы примерное 20-дневное меню для организации питания детей Республики Саха (Якутия) в дошкольных образовательных учреждениях, примерное 20-дневное меню горячих школьных завтраков и обедов для детей и подростков Республики Саха (Якутия), разработанные Центром питания НИИ здоровья СВФУ им М.К. Аммосова и рекомендованные для внедрения во все учреждения республики. В меню включены основные продукты из местного сырья и производства: жеребятина, оленина, белая рыба (чир, омуль, муксун), лепешка якутская, витаминизированные напитки из местных ягод (брусника, шиповник, смородина), витаминизированные печенья, обогащенные пищевой добавкой из местных дикорастущих ягод (брусника, шиповник, смородина, голубика, морошка и др.), молоко ультрапастеризованное и др.

Йоддефицитные состояния у детей являются главной проблемой, обусловленной климато-географическим положением республики. Научно доказано, что недостаток йода снижает интеллектуальные способности детей. В условиях повышенной учебной нагрузки, обязательности аттестации детей и подтверждения уровня знаний для полноценного усвоения образовательного материала, а в последующем и интеллектуального потенциала республики необходимо вводить во все рационы питания детей йодированную соль. По данным мониторинга только 39 % образовательных учреждений республики получают продукты, обогащенные йодом: йодированную соль, крупы. Главным государственным санитарным врачом по Республике Саха (Якутия) издано постановление № 13 от 21.12.2018 г. «Об обеспечении йодированной солью детских коллективов», согласно которому постановляется применять в детских объектах только йодированную соль.

**Выводы.** В Республике Саха (Якутия) сохраняется высокий охват горячим питанием школьников – достигает 99 %, охват 2-разовым питанием – 66 % (в РФ – 27 %). Проводится постепенное улучшение материально-технической базы объектов, что подтверждается улучшением качества горячих блюд, питьевой воды. Проводится поддержка льготных категорий детей, в регионе существует система компенсационных выплат на питание школьников. Проводится работа по введению национального компонента в рационы питания детей, Управлением Роспотребнадзора по Республике Саха (Якутия) согласованы единые примерные меню для дошкольников и школьников. Также издано постановление главного государственного санитарного врача по Республике Саха (Якутия) об обязательном использовании йодированной соли в питании детских организованных коллективов.

Для закрепления достигнутых результатов и дальнейшего улучшения питания детей и подростков необходимо продолжить работу по формированию навыков здорового питания населения, продолжить социальную поддержку различных категорий детей, развивать школьное питание и питание детей раннего возраста, проводить постоянный мониторинг состояния питания и здоровья детей, в том числе с осуществлением клинических исследований, привлечением научных институтов.

### Список литературы

1. Здоровье детей и подростков Республики Саха (Якутия): состояние, тенденции, перспективы: монография / под ред. Н.В. Саввиной. – М.: Литтерра, 2015. – С. 10–13.
2. Румянцева А.Н., Игнатьева М.Е. Эпидемиологические и гигиенические аспекты организации питания в общеобразовательных учреждениях в Республике Саха Якутия) // Якутский медицинский журнал. – 2015. – № 3 (51). – С. 44–46.
3. Румянцева А.Н., Борисова Н.Б., Шепарев А.А. Гигиенические аспекты организации питания в общеобразовательных учреждениях в Республике Саха «Якутия) // Материалы XII Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей «Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее» (Москва, 17–18 ноября 2017 г.) / под ред. д-ра мед. наук, проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН, проф. В.Н. Ракитского, д-ра мед. наук, проф. Н.В. Шестопалова. – М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2017. – Т. 2. – С. 161–163.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – С. 55–56.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации по Республике Саха (Якутия) за 2018 год: материалы к Государственному докладу. – 2019. – С. 40–51.

## Подходы к оценке и управлению рисками здоровью населения, обусловленными поступлением химических контаминантов с рационом питания\*

Н.В. Степанова, С.Ф. Фомина

Институт фундаментальной медицины и биологии  
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
г. Казань, Россия

Региональные особенности отражают уровень риска тяжелых металлов для здоровья детей с рационом питания. Исследование показало, что уровни неканцерогенного риска от воздействия свинца (Pb), кадмия (Cd), мышьяка (As), ртути (Hg) и нитратов (NO<sub>3</sub>) для детского населения являются допустимыми ( $HI < 1,0$ ). Системному общетоксическому воздействию подвержены сердечно-сосудистая, мочеполовая, гормональная системы и кровь. Величина суммарного индивидуального канцерогенного риска ( $ICR$  Cd, Pb, As) ( $2,04E-05$  по  $Me$  и  $4,92E-05$  по  $95^{th}$  perc) соответствует диапазону верхней границе приемлемого риска. В анализ риска необходимо включать данные за периоды не более 3–5 лет, что исключает нивелирование уровня воздействия основных контаминантов для детского организма.

**Ключевые слова:** химические контаминанты, экспозиция, неканцерогенный риск, здоровье.

Широкое распространение в природе химических загрязнителей, накопление их в растительных и животных организмах непосредственно из окружающей среды или посредством так называемых пищевых цепочек обуславливают химическую контаминацию пищевого сырья, пищевых продуктов и поступление наиболее опасных для здоровья человека ксенобиотиков в организм человека с пищей через желудочно-кишечный тракт [1, 4]. Следует учитывать, что при обнаружении в конкретных пищевых продуктах химических контаминантов даже в пределах допустимых уровней весьма значимо для здоровья, в реальной жизни все же возможна повышенная нагрузка этими загрязнителями на организм человека [2, 11]. По данным литературы, длительные химические нагрузки даже малой интенсивности – один из важных химических факторов риска для здоровья человека. Они могут приводить к постепенному снижению устойчивости организма к воздействию других неблагоприятных экологических и социально обусловленных факторов окружающей среды, что может увеличивать частоту и ухудшать течение различных патологий (в частности, ряда вирусных и микробных инфекций органов дыхания; аллергических, онкологических, аутоиммунных, кожных, гематологических, возрастных и других заболеваний), а также вызывать нарушения репродуктивного здоровья [4, 11].

Проведенные в последние годы многочисленные исследования показывают, что приоритетными контаминантами, формирующими высокий риск возникновения неканцерогенных эффектов и развития злокачественных новообразований

---

\* Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности 19.9777.2017/8.9.



у населения в регионах Российской Федерации, являются свинец, кадмий, мышьяк и ртуть, загрязняющие молочные, мясные, рыбные и хлебобулочные продукты, а также нитраты, содержащиеся в плодоовощной продукции [7–9].

Наряду с тяжелыми металлами нитраты являются наиболее распространенными загрязнителями. Нитраты и нитриты обычно встречаются как в природе, так и в продуктах питания. Основным источником поступления нитратов в организм человека являются продукты питания растительного происхождения, главным образом овощи. Овощи составляют жизненно важную часть рациона человека, являясь основным источником минералов, витаминов, пищевых волокон и фитохимикатов. Однако они также содержат нитраты и нитриты, которые негативно влияют на здоровье человека. Их избыточное потребление может представлять риск для здоровья, так как вредные эффекты, связанные с воздействием нитратов, реализуются за счет превращения их в процессе метаболизма в нитриты и образования метгемоглобинемии или N-нитрозаминов [13]. Известно, что метгемоглобин не способен связывать и транспортировать кислород. В зависимости от его доли различаются и клинические проявления заболевания, включающие цианоз, нарушение ритма сердечных сокращений, нарушение кровоснабжения органов и тканей, нарушения со стороны ЦНС [12]. Нитраты, поступающие извне или образующиеся эндогенно, частично превращаются в нитриты, которые в 10 раз токсичнее своих предшественников. Именно они определяют степень опасности нитратной нагрузки на организм человека.

Также доказано, что у человека в ротовой полости под действием бактерии происходит конверсия до 25 % нитратов в нитриты. Концентрация нитрата слюны примерно в 10 раз выше, чем в плазме из-за биоконцентрации. У здоровых взрослых переход нитрата в нитрит, обычно составляет 5–7 % от общего потребления нитратов, в то время как младенцы и пациенты с гастроэнтеритом, которые имеют более высокий желудочный pH, могут иметь значительно больший коэффициент конверсии [14]. Концентрации нитратов и нитритов в пищевых продуктах вызвали значительный интерес из-за их возможной токсичности для людей, особенно детей младшего возраста.

В последние годы Европейский союз уделяет больше внимания компонентам питания и загрязнителям, включая нитраты и нитриты, что показано в директивах по вопросу опасности воздействия нитратов для пересмотра законодательной базы, касающихся пищевых загрязнителей [14].

Питание детей в общеобразовательных учреждениях города централизованно осуществляется по единому меню АО «Департамент продовольствия и социального питания г. Казани». Учитывая это, анализ фактического питания детей был проведен в одном дошкольном учреждении г. Казани. Изучение фактического питания детей проводилось в двух основных направлениях: изучение индивидуального и семейного питания (анкетно-опросный метод) и изучение питания в коллективах, где ребенок получает полный или частичный рацион (хронометражно-весовой метод). Были проанализированы ежемесячные отчеты о расходе пищевых продуктов (по накопительным ведомостям), а также выборочно по меню-раскладкам. В течение дня (начиная от завтрака и заканчивая ужином) на протяжении 14 дней подряд проводилось наблюдение за питанием группы детей. При этом фиксировалось время приема пищи, объем (вес) блюд и продуктов, съеденных ребенком, ежедневная регистрация потребления пищи путем взвешивания и измерения объемов пищевых

продуктов (блюд). Проведен расчет 38 индивидуальных порций. Оценка питания детей была дополнена результатами анкетированного опроса родителей, включающего прием пищи в выходные дни и вечером в будни. Индивидуальный подход при изучении питания в ДОО позволил определить уровень потребления продуктов питания каждым ребенком в отдельности. При расчете экспозиции учитывались данные о содержании изучаемых химических веществ в пищевых продуктах и данные о потреблении пищевых продуктов детским населением. Оценка экспозиции свинца, кадмия, мышьяка, ртути и нитратов, поступающих с продуктами питания за 2011–2014 гг., проводилась на основании *Me* и *95th perc* в соответствии с МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценки риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население» [1]. Оценку неканцерогенного риска осуществляли по результатам исследований в пищевых группах продуктов свинца (Pb), кадмия (Cd), мышьяка (As), ртути (Hg) и нитратов (NO<sub>3</sub>) на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и Агентства по охране окружающей среды USEPA. Характеристика общетоксических эффектов выполнена на основе коэффициентов опасности (*HQ*) отдельных веществ и суммарных индексов опасности (*HI*) для веществ с однонаправленным механизмом действия [3, 19]. За допустимый уровень неканцерогенных эффектов принимали значения *HI* от 1,1 до 3,0, диапазон значений *HI* от 3,1 до 6,0 рассматривали какстораживающий уровень риска, а *HI* выше 6,0 – как высокий [4].

По результатам оценки нами было выявлено, что основной вклад (99,502 % по *Me* и 99,249 % *95th perc*) в общую суммарную экспозицию поступление с продуктами питания вносят нитраты (табл. 1). Основными источниками нитратов у детей является плодоовощная продукция. Наибольшее значение в формировании экспозиции свинцом, обусловленного потреблением продуктов питания, вносят зерно, крупяные и хлебобулочные изделия (31,630 % на уровне *Me* и 35,019 % на уровне *95th perc*) и мясо и мясопродукты; птица, яйца (30,217 % по *Me* и 22,578 % по *95th perc*), молоко и молочные продукты (18,941 % по *Me* и 20,421 % по *95th perc*), а также рыба, нерыбные объекты промысла (13,187 и 15,875 % соответственно). Группами продуктов с наибольшим вкладом в экспозицию кадмием являются молоко и молочные продукты (64,566 % по *Me* и 27,346 % по *95th perc*), зерно, крупяные и хлебобулочные изделия (17,818 и 40,173 % соответственно). В экспозицию ртутью большую долю вносят мясо и мясопродукты, мясо птицы, яйца (36,861 % на уровне *Me* и 28,843 % на уровне *95th perc*), зерновые, крупяные и хлебобулочные изделия (18,445 и 42,743 % соответственно), рыба, нерыбные объекты промысла (28,791 и 19,796 % соответственно). Высокие уровни вклада в общее значение экспозиции мышьяком выявлены для молока и молочных продуктов, сахара и кондитерских изделий (35,628–64,372 %). В остальных группах продуктов содержание мышьяка за данный период выявлено не было (табл. 2).

Для оценки неканцерогенного риска здоровья детского населения исследуемых химических веществ, поступающих с продуктами питания, использовались официально рекомендованные данные о референтных (безопасных) концентрациях (*RfD*) при хроническом воздействии, расчета, поражаемых критических органах и системах организма человека (табл. 3).

Таблица 1

Оценка экспозиции (поступления) химических контаминант с пищевыми продуктами у детей г. Казани

Контаминант	Экспозиция		%	
	Me	95th perc, %	Me	95th perc
Свинец	0,01694	0,05072	0,428	0,662
Кадмий	0,00246	0,00580	0,062	0,076
Мышьяк	0,00006	0,00008	0,002	0,001
Ртуть	0,00023	0,00095	0,006	0,012
Нитраты	3,93685	7,60982	99,502	99,249
Сумма	3,95654	7,66737	100	100

Таблица 2

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции

Группа продуктов	Свинец		Кадмий		Мышьяк		Ртуть		Нитраты	
	Me, %	95th perc, %	Me, %	95th perc, %	Me, %	95th perc, %	Me, %	95th perc, %	Me, %	95th perc, %
Мясо и мясопродукты; птица, яйца	30,217	22,578	8,066	12,276	0	0	36,861	28,843	0	0
Молоко и молочные продукты	18,941	20,421	64,566	27,346	57,784	64,372	7,609	1,058	0	0
Рыба, нерыбные объекты промысла	13,187	15,875	6,715	12,005	0	0	28,791	19,796	0	0
Зерно, крупяные и хлебобулочные изделия	31,630	35,019	17,818	40,173	0	0	18,445	42,743	0	0
Сахар и кондитерские изделия	1,764	1,848	0,531	2,668	42,216	35,628	0,505	0,080	0	0
Флодоовощная продукция	3,900	3,999	1,518	3,809	0	0	1,710	5,095	100	100
Масло растительное и другие жиры	0,361	0,260	0,786	1,723	0	0	6,079	2,385	0	0

Таблица 3

Показатели неканцерогенной опасности исследуемых химических веществ, поступающих пероральным путем

CAS	Вещество	Неканцерогенное действие		Источники данных
		RfD, мг/кг	Критические системы и органы	
7439-92-1	Свинец	0,035	Нервная сист., орг. кроветв., серд.-сос. сист., репрод., моч.-пол. сист.	P.2.1.10.1920-04
7440-43-9	Кадмий	0,001	Моч.-пол. сист., почки	IRIS
7440-38-2	Мышьяк	0,0003	ЦНС, нервная сист., серд.-сос. сист., иммун., гормон., жел.-киш. тракт	IRIS
7439-97-6	Ртуть	0,0003	Иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон.	P.2.1.10.1920-04; ВОЗ UNEP 2008
14797-55-8	Нитраты	1,6	Серд.-сос. сист., кровь	P.2.1.10.1920-04

По месту локализации вредных изменений в организме человека кадмий, мышьяк, ртуть, свинец и нитраты являются системными токсикантами. При консервативной оценке комбинированного неканцерогенного действия указанных выше контаминантов, одновременно поступающих в организм с продуктами питания, наиболее вероятен аддитивный тип их воздействия на одни и те же органы и системы.

Характеристика риска показала, коэффициент опасности по изучаемым контаминантам на уровне *Me* и 95th *perc* является допустимым (менее 1) (табл. 4). Суммарные индексы опасности (*HI*), рассчитанные на основе *Me* и значений коэффициентов опасности, менее 3,0 (допустимый риск). Риск развития неканцерогенных эффектов со стороны крови (27,15 % по *Me* и 25,78 % по 95th *perc*) и сердечно-сосудистой системы (26,99 % по *Me* и 24,67 % по 95th *perc*) обусловлен преимущественно контаминацией пищевых продуктов нитратами, а поражение почек и гормональной системы – кадмием (55 и 66 % соответственно) и ртутью (28 и 34 % соответственно) (табл. 4).

Таблица 4

Оценка риска повреждения критических органов и систем организма детского населения г. Казани при развитии неканцерогенных эффектов, обусловленных химической контаминацией пищевых продуктов

Критические органы и системы организма	Контаминанты, определяющие воздействие	Индекс опасности ( <i>HI</i> )		Вклад органов и систем в $\Sigma HI$ (%)	
		<i>Me</i>	95 <sup>th</sup> <i>perc</i>	<i>Me</i>	95 <sup>th</sup> <i>perc</i>
Почки	Cd, Hg	0,21677	0,48937	12,94	12,48
Горм	Cd, Pb, As, Hg	0,26589	0,58914	15,87	15,02
ЦНС	Pb, As, Hg	0,08661	0,26428	5,17	6,74
Нерв.сист.	Pb, As	0,04912	0,09977	2,93	2,54
ССС	As, нитраты (NO <sub>3</sub> )	0,45217	0,96732	26,99	24,67
Кровь	Pb, нитраты (NO <sub>3</sub> )	0,45493	1,01123	27,15	25,78
Репрод.	Pb Hg	0,06343	0,23635	3,78	6,03
Иммун.	As, Hg	0,06067	0,19244	3,62	4,91
Развитие	Pb	0,02594	0,07184	1,55	1,83
Всего		1,67553	3,92174	100	100

Исследованные контаминанты (Pb, Cd, As) являются потенциальными химическими канцерогенами, относящимися к группам А, В1, В2 по классификации МАИР [3, 8]. Результаты расчета индивидуального (*ICR*) и популяционного (*PCR*) канцерогенного риска здоровью населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов Pb, Cd и As, представлены в табл. 5. Согласно Американскому агентству по охране окружающей среды (US EPA) канцерогенные риски в целом выше при экспозициях в ранние периоды жизни по сравнению с аналогичными экспозициями в старшем возрасте. Для количественной оценки канцерогенного потенциала химических веществ, обладающих генотоксическим действием (Pb, Cd), был использован поправочный коэффициент (age-dependent adjustment factor – *ADAF*), который в возрасте от 2 до 16 лет равен 3 [18].

Величины суммарного индивидуального канцерогенного риска (*ICR* Cd, Pb, As) (2,04E-05 по *Me* и 4,92E-05 по 95<sup>th</sup> *perc*) находятся в диапазоне допустимых значений, то есть соответствуют верхней границе приемлемого риска. Данные уровни индивидуального канцерогенного риска населения подлежат постоянному контролю. Основной вклад в общий *ICR* из-за потребления контаминированных

продуктов вносят Cd (82,37–84,33 %) и Pb (12,94–16,11 %). Величина популяционного канцерогенного риска (*PCR* Cd, Pb, As) свидетельствует о возможности появления среди детского населения до 3 дополнительных (к фоновому уровню онкологических заболеваемости) случаев злокачественных новообразований (см. табл. 5).

Таблица 5

Показатели канцерогенного риска здоровью детского населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов химическими веществами

Контаминанты	Фактор наклона ( <i>SFO</i> )	Показатель	<i>LADD</i> <sub>сумм</sub>	<i>ICR</i>	<i>PCR</i>	%
Pb	0,0085	<i>Me</i>	3,11E-04	2,64E-06	0,2	12,94
		95th <i>perc</i>	9,31E-04	7,92E-06	0,5	16,11
Cd	0,38	<i>Me</i>	4,51E-05	1,72E-05	1,0	84,33
		95th <i>perc</i>	1,07E-04	4,05E-05	2,5	82,37
As	1,5	<i>Me</i>	3,70E-07	5,56E-07	0,03	2,73
		95th <i>perc</i>	4,99E-07	7,48E-07	0,04	1,52

**Выводы.** Экспозиция детской популяции к загрязняющим веществам окружающей среды связана с активностью и поведением, питанием детей, физиологическими особенностями метаболизма, проницаемостью кожных покровов и т.д. Реакция детей может быть модифицирована, но ее степень предсказать практически невозможно [6, 17].

Уровни неканцерогенного риска от воздействия Pb, Cd, Hg, As и NO<sub>3</sub> для детского населения являются допустимыми, так как не превышают референтного значения, равного 1,0. При одновременном поступлении в организм с пищевыми продуктами изучаемых химических контаминантов критическими, подверженными наибольшему токсическому воздействию, являются сердечно-сосудистая система, кровь, мочеполовая система и гормональные системы.

Индивидуальный канцерогенный риск (*ICR*), обусловленный содержанием в пищевых продуктах Pb, As и Cd, для детского населения оценивается как пренебрежительно малый. Не требует дополнительных мероприятий по его снижению и подлежит выборочному периодическому контролю.

Результаты наших исследований показали более высокую подверженность детей в возрасте 3–6 лет к риску воздействия химических веществ, поступающих с пищевыми продуктами. Обычно оценка риска сопряжена с неопределенностью на этапах оценки экспозиции. В нашем случае мы постарались нивелировать этот аспект, что повысило точность и надежность оцениваемого риска. Факторы экспозиции, такие как величины потребления воды и различных продуктов питания, должны корректироваться при наличии специфических региональных особенностей, что и было продемонстрировано в наших исследованиях [15]. Так, при расчетах были использованы региональные факторы экспозиции (масса тела), установленные в поперечном исследовании сотрудниками КФУ, учтены особенности индивидуального и семейного питания на региональном уровне, так как большая часть населения (до 95 %) потребляет продукцию местного производства. Использование возрастной чувствительности к канцерогенам с применением *ADAF* к веществам, обладающим генотоксическим эффектом, позволило провести корректную оценку канцерогенного риска. Нами было показано, что при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой уровень канцерогенного риска, рассчитанный

с учетом *ADAF*, в 2–3 раза превышал уровни риска, рассчитанные без коэффициента по возрастной чувствительности к канцерогенам [17].

Выявлено, что уровень риска от воздействия мышьяка за предыдущие годы был высокий (коэффициент опасности больше 10,0) [10]. Величина вклада мышьяка в суммарную величину *HI* составляла 63,72 %. Результаты исследования, опубликованные по г. Казани на основе усредненных данных за более чем десятилетний период, приводят к некорректному отображению – вклад мышьяка составил 33 %, что существенно занижает роль химических веществ в развитии системных эффектов [11]. Оценка риска развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов при употреблении продуктов питания была дана нами по результатам исследования за два периода. Важность данного аспекта для детского организма заключается в том, что длительное воздействие мышьяка приводит к развитию рака, поражению кожи. Воздействие мышьяка в период беременности матери и в раннем детстве негативно сказывается на умственном развитии детей и коррелирует с высокой смертностью среди молодежи. Дети более восприимчивы к канцерогенам по сравнению со взрослыми, величина средней суточной дозы может привести к недооценке риска развития рака. Мышьяк входит в перечень из десяти химических элементов, представляющих значительные проблемы для общественного здравоохранения. Поэтому необходим постоянный мониторинг содержания мышьяка, и уровни даже приемлемого риска должны подлежать динамическому контролю, особенно для детей до 6 лет [16].

Из вышесказанного можно сделать вывод, что для оценки риска нужно использовать данные не более чем за пятилетний период, что обусловлено возрастными особенностями детского организма, воздействием во внутриутробном периоде и чувствительностью к канцерогенам.

Необходимо также учитывать, что для оценки риска значений концентраций неорганического мышьяка применяют соответствующие (для групп продуктов) коэффициенты перерасчета от определенного лабораторно общего значения мышьяка. Учитывая это, полученные уровни канцерогенного риска могут быть, как переоценены, в случае зерновых продуктов (70 % от общего мышьяка), так и недооценены, в случае рыбы (1 % от общего мышьяка). Это является одной из неопределенностей при оценке риска. В то же время некоторые авторы используют принцип двух сценариев [5] при оценке канцерогенного риска от мышьяка: в первом – принимая весь мышьяк как неорганический, во втором – как органический. Так как в нашем исследовании уровни мышьяка не превышают допустимые уровни риска, мы не использовали данные сценарии.

Оценка риска позволяет значительно сузить круг поиска как факторов воздействия, так и вероятных нарушений здоровья экспонируемого населения и существенно сэкономить время и средства на сбор доказательной базы, подтверждающей наличие вреда здоровью. Приведенное выше подтверждает значимость сведений о происхождении химически загрязненного продовольственного сырья и пищевых продуктов при обосновании решений по управлению риском, обусловленным потреблением указанных продуктов питания. Отправной точкой для проведения настоящего исследования послужили материалы работ по выявлению приоритетных химических загрязнителей, определению групп пищевых продуктов, формирующих риск для здоровья населения, детерминированный потреблением продуктов питания, загрязненных кадмием (Cd), мышьяком (As), ртутью (Hg), свинцом (Pb), нитратами. Применение методологии оценки данного риска направлено на прогнозирование возможных изменений в последующем и способствует созданию основы для профилактики негативных влияний на здоровье населения [11].

### Список литературы

1. МУ 2.3.7.2519-09 Определение экспозиции и оценки риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии России, 2010. – 27 с.
2. Онищенко Г.Г., Литвинова О.С., Тутельян В.А. Оценка результатов мониторинга безопасности пищевых продуктов в Российской Федерации. Микотоксины // Вопросы питания. – 2010. – Т. 79, № 5. – С. 24–28.
3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
4. Развитие методологии оценки риска с учетом гармонизации с международными требованиями / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, В.А. Кислицин // Опыт использования методологии оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Ангарск: РИО АТА, 2012. – С. 12–16
5. Унгуряну Т.Н. Гигиеническая оценка качества пищевых продуктов в городе Новодвинске // Экология человека. – 2010. – № 12. – С. 10–17.
6. Унгуряну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. – 2014. – № 1. – С. 19–24.
7. Федоров А.С. Оценка риска для здоровья населения, связанного с химическим загрязнением продуктов питания, ввозимых на территорию Омской области в 2010 году [Электронный ресурс]. – URL: [www.omsksanepid.ru/index.php?subaction=showfull&id...-fqп](http://www.omsksanepid.ru/index.php?subaction=showfull&id...-fqп) (дата обращения: 08.03.2019).
8. Феттер В.В. Оценка риска для здоровья населения химической контаминации продуктов питания и продовольственного сырья // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 54–63.
9. Феттер В.В., Бердинских Н.Н., Завьялова Н.А. Оценка состояния химической контаминации пищевых продуктов // Санитарный врач. – 2011. – № 9. – С. 20–23.
10. Фомина С.Ф., Степанова Н.В. Неканцерогенный риск для здоровья детского населения г. Казани, обусловленный контаминацией пищевых продуктов и сырья // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 42–48.
11. Фролова О.А., Карпова М.В. Оценка риска развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов при употреблении продуктов питания // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 107–108.
12. ATSDR; Case studies in Environment Medicine // Nitrate/Nitrite Toxicity. – P. 9–11. Course: SS3054. – 2001. – Original Date: October 1991 Expiration Date: January 2007.
13. EC (European Commission). – 1997. – Opinion on nitrate and nitrite [Электронный ресурс] // Reports of the Scientific Committee for Food (SCF) 38 Series, 1–33. URL: [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/reports/scf\\_reports\\_38.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/reports/scf_reports_38.pdf) (дата обращения: 10.30.2019).
14. Risk assessment and age sensitivity to chemicals from drinking water. Innovations in technical and natural sciences / N.V. Stepanova, S.F. Fomina, N.Z. Yusupova, L.R. Khairullina; Monograph ed. by P. Busch // East West Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, Vienna, 2017. – Vol. 4. – P. 65–77.

15. Risk Assessment of Chemical Contaminants Ingestion with Nutrition of Children Aged 3–6 Years from the City of Kazan [Электронный ресурс] / S. Fomina, N. Stepanova, I. Galimullina, L. Obukhova. – Proceedings Publ., 2019. – Vol. 6, № 1, 9. – URL: <https://www.mdpi.com/2504-3900/6/1/9/notes> (дата обращения: 10.30.2019).

16. Scientific report of EFSA Dietary exposure to inorganic arsenic in the european population [Электронный ресурс] // European Food Safety Authority. – EFSA, 2014. – Vol. 12, № 3. – 68 p. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2014.3597/references> (дата обращения: 15.03.2019). DOI: 10.2903/j.efsa.2014.3597

17. Stepanova N.V., Arkhipova N.S., Fomina S.F. Priority chemical pollutants of drinking water in the city of Kazan: approach based on risk assessment // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – № 107. – P. 1–5.

18. The EFSA Journal. – 2008. – Vol. 689. – P. 1–79 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific\\_output/files/main\\_documents/689.pdf](http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/689.pdf) (дата обращения: 10.30.2019).

19. U.S. EPA. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report) [Электронный ресурс] // U.S. Environmental Protection Agency. – Washington, DC, EPA/600/R-09/052F. – 2011. – URL: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252> (дата обращения: 15.03.2019).

## Некоторые результаты изучения факторов развития алиментарно-зависимых патологий у населения Тульской области

**И.В. Сухарева**

Управление Роспотребнадзора по Тульской области,  
г. Тула, Россия

Проанализированы результаты лабораторных исследований пищевых продуктов. Рассчитаны неканцерогенные и канцерогенные риски от контаминации продуктов питания химическими веществами. Сделан вывод о наличии неканцерогенного риска для детей: канцерогенные риски отсутствуют. Проанализирована структура питания населения Тульской области. Сделан вывод о наличии дисбаланса в питании населения и отклонениях от рекомендованных норм. Проанализирована динамика заболеваемости населения некоторыми алиментарно-зависимыми заболеваниями.

**Ключевые слова:** пищевые продукты, нитраты, оценка риска, потребление продуктов питания, алиментарно-зависимые заболевания.

Проблема обеспечения населения Тульской области качественным и безопасным питанием на протяжении многих лет не теряет своей остроты. По данным ВОЗ, состояние здоровья человека на 79 % определяется его питанием и образом жизни. С целью ориентировочной оценки возможных рисков для здоровья населения Тульской области были произведены расчеты неканцерогенного и канцероген-



ного рисков от контаминации пищевых продуктов химическими веществами, данные о рационах питания с позиций избыточного или недостаточного потребления населением тех или иных продуктов, данные по заболеваемости населения алиментарно-зависимыми заболеваниями [1–3].

**Материалы и методы.** Расчет величины экспозиции химических веществ, содержащихся в продуктах питания, проводился в соответствии с общими принципами оценки риска (Р 2.1.10.1920-04, МУ 2.3.7.2519-09). Для анализа были использованы результаты лабораторных исследований продуктов питания в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области» за 2018 г., данные о среднедушевом потреблении продуктов питания и данные о первичной заболеваемости населения в Тульской области, предоставленные Росстат, за 2017 г.

При расчетах средних дневных доз поступления химических веществ с продуктами питания доля потребления местной продукции принималась равной 58 % (на основании анализа базы данных лабораторных исследований пищевых продуктов).

**Результаты и их обсуждение.** С целью выявления рисков с позиций нарушения питания были проанализированы данные Росстата об уровнях потребления продуктов питания за 2017 г. в Тульской области в сравнении с рекомендациями Минздрава РФ по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания [4] (таблица).

Уровни потребления продуктов питания в Тульской области в 2017 г. в сравнении с рекомендованными нормами потребления

Параметр	Картофель	Овощи и плодовые вольственные бахчевые культуры	Фрукты и ягоды	Мясо и мясопродукты	Молоко и молоко- копродукты	Яйца и яйцепродукты (штук)	Хлебные продукты	Сахар	Масло растительное
Рекомендованное потребление	90	140	100	76	340	270	90–98	24	7
Тульская область	128	105	66	66	112	302	111	34	17,3

Обращают на себя внимание значительные отклонения в уровнях потребления продуктов питания населением Тульской области по сравнению с рекомендуемыми нормами. Для современного человека, учитывая все ускоряющиеся темпы жизни, характерны «перекусы на ходу», обильные трапезы в вечернее время. Полезных продуктов туляки употребляют меньше нормы: овощей – на 13 %, мяса и мясопродуктов – на 13 %, фруктов и ягод – на 34 %, крайне низок уровень потребления молока и молочных продуктов – лишь треть от рекомендованного, при этом взамен рационы заполняются менее полезной высококалорийной углеводистой и жирной пищей – картофелем, хлебными продуктами, сахаром, растительным маслом.

Рациональное питание предполагает поступление в организм необходимых веществ – углеводов, белков, жиров, витаминов и минералов в оптимальных количествах, а недостаточное и несбалансированное питание приводит к различным отклонениям в здоровье и возникновению длительно текущих патологических состояний, создает предпосылки для развития кардиологических, иммунодефицит-

ных, онкологических заболеваний, в значительной зависимости от этого фактора находятся «болезни цивилизации» – ожирение, сахарный диабет, атеросклероз.

При анализе данных о первичной заболеваемости взрослых болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ за 2017 г. выявлено, что в Тульской области наблюдается значительное превышение данных показателей по сравнению с ЦФО и РФ (2041,5 против 956,3 и 1322,6 на 100 тысяч населения соответственно).

Наблюдается неуклонный многолетний рост показателей первичной заболеваемости ожирением в Тульской области по всем возрастным группам (дети до 14 лет, подростки, взрослые), с максимальным ежегодным темпом роста среди взрослого населения. При этом важно отметить, что заболеваемость ожирением подростков нашей области за 2017 год (1014,9 на 100 тысяч) существенно выше средних по РФ (738,1) и ЦФО (713,2). Величина показателя первичной заболеваемости ожирением взрослых в Тульской области за 2017 г. (629,9 на 100 тысяч) более чем в два раза превышает среднероссийский (279,5) и более чем в три раза – средний уровень по ЦФО (200,8).

Для Тульской области на фоне высоких уровней заболеваемости населения ожирением также актуальной является проблема заболеваемости взрослого населения сахарным диабетом 2-го типа. За 2017 г. этот показатель составил 328,8 на 100 тысяч, что выше среднероссийского (284,1) и среднего уровня по ЦФО (265,7).

Также в рамках настоящего исследования был проведен анализ результатов лабораторных исследований пищевых продуктов с использованием методологии оценки риска. В значимых концентрациях (отличных от 0) в исследованных продуктах питания были обнаружены следующие вещества: нитраты, свинец, кадмий, железо, мышьяк, медь, бенз(а)пирен, ртуть. Результаты проведенного расчета показали отсутствие риска развития неканцерогенных эффектов для взрослого населения при употреблении продуктов питания, содержащих данные вещества в таких количествах – суммарный  $HQ$  составил 0,47. Однако для детского населения риск развития неканцерогенных эффектов присутствует ( $HQ$  составил 2,2, на уровне медианы  $HQ = 1,37$ ) и формируется преимущественно за счет наличия в картофеле и плодоовощной продукции нитратов. Такое воздействие характеризуется как недопустимое и требует принятия соответствующих управленческих решений. При этом важно отметить необходимость применения в данном случае коэффициента неопределенности в связи с тем, что данные о среднелюдском потреблении продуктов питания предоставляются Росстатом в весьма обобщенном виде и не содержат сведений о величине реального потребления в более детальной разбивке.

Также был проведен расчет риска развития канцерогенных эффектов у населения Тульской области при употреблении в пищу продуктов питания, содержащих свинец, мышьяк, кадмий, бенз(а)пирен в обнаруженных концентрациях. Результаты расчетов позволяют сделать вывод об отсутствии риска развития канцерогенных эффектов как у взрослых ( $CR = 1,4 \cdot 10^{-5}$ ), так и у детей ( $CR = 6,4 \cdot 10^{-5}$ ).

**Выводы.** Для Тульской области чрезвычайно актуальна проблема заболеваемости населения, связанной с алиментарным фактором. Большинство населения Тульской области питается нерационально и несбалансированно. Однако данная проблема актуальна не только для Тульской области, но и для всего государства в целом и требует разработки и реализации комплексных долгосрочных мер на государственном уровне, направленных на обеспечения населения качественным, безопасным и сбалансированным питанием. Необходимы усилия, направленные на

пропаганду здорового образа жизни, в целях улучшения режима питания и повышения уровня физической активности населения, при этом важно обеспечить доступность здоровой пищи для всех слоев населения, способствовать регулярной физической активности на рабочем месте.

Влияние контаминации продуктов питания химическими веществами на здоровье населения Тульской области в основном незначительно, однако полученные уровни риска от потребления в пищу плодоовощной продукции для детского населения требуют дальнейшего более подробного изучения и уточнения.

### Список литературы

1. Заболеваемость всего населения России в 2017 году. – М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России, 2018. – 53 с.

2. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 27 с.

3. Потребление основных продуктов питания населением в субъектах Центрального федерального округа. – Тула.: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тульской области, 2018. – 13 с.

4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

## Классификация пищевой продукции на основе вирусного риска

**Е.В. Федоренко, О.Н. Лихошва, С.И. Сычик**

РУП «Научно-практический центр гигиены»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Биологическое загрязнение пищи представляет серьезную угрозу общественному здравоохранению. В последние годы в структуре пищевых инфекций и интоксикаций преобладают заболевания вирусной этиологии. Одним из элементов профилактики вирусных инфекций с алиментарным путем передачи является определение приоритетной, с точки зрения управления риском, пищевой продукции. Обоснованы подходы к классификации пищевой продукции на основе вирусного риска, включающие оценку источника получения сырья, ингредиентного состава, технологии изготовления, способа употребления.

**Ключевые слова:** пищевая продукция, вирусные патогены, оценка вирусных рисков, вирусная контаминация, безопасность.

Последние десятилетия наблюдается рост пищевых инфекций вирусной этиологии, удельный вес которых в Республике Беларусь в 2016 г. составил 57,9 % (в 2015 г. – 56,9 %) [4]. Это обусловлено рядом объективных причин, среди которых следует отметить увеличение доли пищевых продуктов, употребляемых в свежем виде, т.е. без термической обработки (в том числе морепродуктов, свежих овощей и зелени), а также совершенствование лабораторной диагностики вирусных гастроэнтероколитов и выделения патогенных вирусов из объектов среды обитания. Вышесказанное является причиной актуальности определения приоритетной, с точки зрения управления вирусным риском, пищевой продукции.

К наиболее значимым вирусным патогенам относятся вирус гепатита А, норовирусы, энтеровирусы, аденовирусы, ротавирусы и вирус гепатита Е, которые ассоциированы с вспышками или спорадическими случаями заболеваний, связанных с пищевым или водным фактором передачи. При расследовании вспышек и спорадических случаев обсуждаемых инфекций причинами их возникновения являлись различные виды пищевой продукции – овощи, морепродукты, готовая к употреблению пища (бутерброды, мясная продукция, выпечка и другие) [2]. Указанные данные являются основой для идентификации алиментарных вирусных рисков.

Характеристика вирусных опасностей, ассоциированных с пищевой продукцией, включает оценку вероятности вирусной контаминации в источнике получения сырья, физико-химических свойств продукции, влияющих на выживание патогенных вирусов, сложности и множественности технологических операций, наличия обработки, обладающей вирулицидной активностью [3].

В отличие от бактерий, вирусы не размножаются и не продуцируют токсины в пищевой продукции, которая выступает в качестве фактора передачи, поэтому критически важным является установление источника вирусной контаминации.

Многочисленными исследованиями показано, что загрязнение пищевой продукции патогенными вирусами возможно на различных этапах обращения – получение сырья, переработка и реализация в зависимости от вида продукта, метода переработки упаковки и способа употребления.

Первичная вирусная контаминация взаимосвязана с источником получения продукции, а именно – аквакультурой, сельхозугодиями, на которых используется орошение, особенно в эпидемически неблагополучных в отношении вирусных заболеваний с алиментарным путем передачи регионов, что необходимо учитывать при отнесении продукции к высокому вирусологическому риску.

В процессе производства источниками загрязнения пищевой продукции патогенными вирусами может быть персонал (больные или вирусоносители), а также среда технологического окружения. Наличие ручных операций, отсутствие в технологии производства продукции этапов, способствующих инаktivации пищевых вирусных патогенов, будет способствовать увеличению уровня вирусного риска продукции (вторичная контаминация).

Реализация вирусных опасностей зависит от факторов, влияющих на сохранение патогенных вирусов в пищевой продукции, в том числе физико-химических свойств – уровня pH, концентрации NaCl, химического состава, наличия ферментов [3].

На основе данных научной литературы [2] могут быть выделены следующие группы пищевой продукции высокого вирусологического риска, которые могут быть контаминированы в источнике получения сырья (первичная контаминация):

- морепродукты;
- ягоды, в том числе замороженные;
- овощи и зелень.

Многокомпонентные и переработанные пищевые продукты, в том числе мясная продукция из свинины, субпродуктов (как потенциальный источник вирусов гепатита Е), употребляемые без дополнительной термической обработки также могут быть контаминированы в случае реализации вирусных опасностей в процессе производства с учетом указанных выше факторов.

Указанные данные подтверждаются результатами экспериментальных исследований в Республике Беларусь. Общая частота обнаружения вирусного материала в пробах пищевой продукции, включавших фрукты, овощи, зелень, молочные продукты, салаты, морепродукты, расфасованные воды и колбасные изделия, составляла 11,36 %. Наибольшее число положительных проб было зарегистрировано в овощах (5,68 %) и салатах (2,84 %). Частота выявления генетического материала норо-, рота- и аденовирусов колебалась в пределах 3,41–4,54 %, энтеровирусы определялись в 0,93 % [1].

Высокие вирусные риски характерны для:

- морепродуктов, ягод, овощей и зелени;
- продукции, употребляемой в свежем виде, либо с минимальной термической обработкой;
- многокомпонентной пищевой продукции, при производстве которой используются ручные операции, в состав которой не входят компоненты или не используются технологии, обладающие вирулицидными свойствами.

Таким образом, обоснованы подходы к классификации пищевой продукции на основе вирусного риска, включающие оценку источника получения сырья, ингредиентного состава, технологии изготовления, способа употребления.

### Список литературы

1. Вирусная контаминация пищевых продуктов: методы выявления и идентификации, опыт использования в санитарно-вирусологических исследованиях [Электронный ресурс] / Т.В. Амвросьева [и др.] // Современные проблемы инфекционной патологии человека: сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, РНПЦ эпидемиологии и микробиологии; под ред. Л.П. Титова. – Минск: ГУ РНМБ, 2017. – Т. 10. – С. 201–205. – URL: [http://belriem.by/images/docs/spipc\\_10.pdf](http://belriem.by/images/docs/spipc_10.pdf) (дата обращения: 16.03.2019).
2. Scientific Opinion on an Update on the Present Knowledge on the Occurrence and Control of Foodborne Viruses [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2190.pdf> (дата обращения: 12.03.2019).
3. Федоренко Е.В., Лихошва О.Н. Обоснование методических подходов к оценке алиментарных вирусных рисков // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Республики Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; под общ. ред. Н.П. Жуковой; гл. ред. С.И. Сычик. – Минск: РНМБ, 2018. – Т. 28. – С. 85–89.
4. Эпидемиологическая ситуация по острым кишечным инфекциям в Республике Беларусь за 2016 год: информационно-аналитический бюллетень [Электронный ресурс] / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья. – URL: <http://www.22gp.by/media/doc/Инф.бюллетень % 20ОКИ % 20за % 202016г.doc> (дата обращения: 16.03.2019).

## Моделирование процессов воздействия трития на организм человека, проживающего в пойме реки Енисей, при поступлении пищи и воды

**Н.Е. Федорова, В.Н. Ракитский, Л.Г. Бондарева**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»  
Роспотребнадзора,  
г. Мытищи, Россия

Проведены временные прогнозы потенциального воздействия воды и пищи, содержащих тритий, на организм человека, проживающего в пойме реки Енисей. В ходе проведенных исследований на основании теоретических и собственных данных и расчетов показано, что для среднестатистического жителя, употребляющего воду и рыбу реки Енисей, дозовая нагрузка незначительна и может не учитываться при оценке радиационной составляющей воздействия на организм человека.

**Ключевые слова:** тритий, река Енисей, человек.

В результате накопления научных фактов о биологическом действии радионуклидов сформировался вывод о том, что биологическая опасность поступления радионуклидов в организм определяется величиной поглощенной дозы и ее пространственно-временным распределением, а также вывод о том, что внутреннее облучение отличается рядом особенностей биологического действия по сравнению с внешним облучением [9]:

- облучение, особенно с учетом микрораспределения поглощенной дозы, характеризуется неравномерностью вследствие различий в органотропности радионуклидов, и наиболее интенсивному облучению подвергаются органы их поступления и основного депонирования;

- облучение носит протяженный характер. Даже при однократном поступлении радионуклида облучение организма продолжается длительный период, иногда в течение всей жизни индивидуума с постоянной или постепенно падающей мощностью дозы, зависящей от величины эффективного периода полураспада;

- при инкорпорации радионуклидов все время нахождения их в организме параллельно происходят процессы повреждения и восстановления. Динамика процессов определяется количеством введенных радионуклидов и ритмом их поступления в организм.

Отдаленные последствия воздействия ионизирующей радиации в относительно малых дозах или дозах, вызывающих хроническое течение поражения, являются критерием для переноса экспериментальных данных с животных на человека, рассмотрены в ряде работ [9, 17]. Где также показано, что при инкорпорации радионуклидов с коротким эффективным периодом полураспада, к которым относятся и тритий (в виде НТО), достаточно закономерным является малое различие между острыми, подострыми и хронически эффективными дозами. Кривые «доза – эффект» имеют пологий характер [12].

Тритий является изотопом биогенного элемента водорода. При поступлении в организм относительно равномерно распределяется по всем органам и тканям. Обла-

дая политропным воздействием на органы и ткани организма, тритий является значительно более токсичным радионуклидом по сравнению с другими гамма- и бета-излучателями ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ), имеющими примерно такой же характер распределения, так как в единице объема ткани он создает в 10–30 раз большую плотность ионизации, чем рентгеновское и гамма-излучение. Кроме того, тритий обладает трансмутагенным действием, которое может вызывать генетические эффекты. По данным НКДАР ООН (1988) тритий отнесен к числу семи наиболее опасных радионуклидов, таких как цезий-137, углерод-14, фосфор-32, радий-226, плутоний-239 и америций-241.

В организме человека тритий существует в виде двух отдельных соединений – окиси трития НТО и ОСТ. Наибольшую опасность представляет тритий в виде ОСТ, так как скорость обмена радионуклида в тканях характеризуется биологическим периодом полувыведения ( $T_{1/2\text{б}}$ ) – временем, в течение которого выделяется половина поступившего в организм радиоактивного вещества, а период полувыведения трития из организма человека в виде НТО составляет около 10 дней, в то время как для ОСТ  $T_{1/2\text{б}}$  составляет больше года и зависит от вида ОСТ. По активности 5 % ОСТ опаснее, чем 95 % НТО [2].

Фактическая убыль радионуклидов из организма измеряется эффективным периодом полувыведения ( $T_{1/2\text{эфф}}$ ). Это время, в течение которого организм освобождается от половины депонированного вещества за счет физического распада и путем биологического выведения.  $T_{\text{эфф}}$  трития из свободной воды организма составляет 9,7 сут. Органически связанный тритий выделяется из организма с двумя периодами полувыведения:  $T_1 = 30$  сут. и  $T_2 = 450$  сут. [2, 7, 15]. С продуктами питания и питьевой водой поступает 80–85 % этого радионуклида [2, 15].

**Целью настоящей работы** явилось моделирование вероятных процессов воздействия трития на организм человека, проживающего в пойме реки Енисей, употребляющего рыбу и воду реки.

**Материалы и методы.** В качестве объектов исследования использовалась вода реки Енисей на всем протяжении от места сброса производственных вод Горно-химического комбината ГК «Росатома» (г. Железногорск, Красноярский край) до эстуария реки (2000 км вниз по течению). Мониторинговые исследования проводились в течение 2001–2010 гг. (т.е. до остановки третьего реактора Горно-химического комбината).

Исследовались и основные виды рыб, вылавливаемые населением в реке Енисей.

Данные по содержанию трития в воде и рыбе описаны в работах [10, 11].

#### **Результаты и их обсуждение.**

1. Конструирование процесса и потенциальные дозовые нагрузки при приеме пищи, содержащей тритий (на примере употребления рыбы).

Для конструирования процесса поступления трития в организм человека с филе рыбы, содержащей тритий, использовали модель, предлагаемую в отчете ИАЕА [7], которая рассматривает в качестве основного источника поступление трития именно с пищей.

Среди практически важных радионуклидов тритий является примером наименее избирательного распределения его в организме с относительно быстрым формированием дозы во всех богатых жидкостью средах организма.

Согласно данной модели, тритий, поступивший в организм в виде ОСТ, через желудочно-кишечный тракт всасывается в кровь и распространяется с кровью во все

ткани. С биологическим периодом полувыведения 6 часов, 50 % трития связывается в ОСТ с молекулами в организме человека, а оставшиеся 50 % трансформируются в тритиевую воду (НТО). Так же, как и в исследованиях с рыбой, связывание и выведение трития зависит от процессов метаболизма в отдельных органах и тканях. Рассматриваемая модель усредняет данные процессы и рассчитывает дозы для ОСТ во всех тканях организма, которые имеют оптимальный метаболизм с быстрым обменом веществ. При поступлении НТО через ЖКТ начальный этап всасывания происходит в желудке, однако основное количество радионуклида всасывается в тонком кишечнике. Так, у человека в течении 22–55 мин всасывается 1 л НТО. При этом в венозной крови тритий обнаруживается через 2–9 мин. Пик активности в сыворотке крови и моче наблюдается через 20 мин после заглатывания. Всасывание НТО заканчивается через 40–45 мин. В последующие 2,5 ч содержание НТО в сыворотке крови сохраняется на постоянном уровне [1, 2, 5].

Модель *ICRP* для поступления трития в организм человека учитывает также биокинетические параметры, значения которых зависят от состава употребляемой пищи и наличия различных химических форм ОСТ.

При употреблении пищи, содержащей тритий, менее 10 % в среднем от всего трития в день накапливается в виде ОСТ (для некоторых органов установлены значения менее 3 %), остальная часть, соответственно, находится в виде НТО, которая образуется в том числе из поступившего трития в виде ОСТ в процессе метаболизма. В качестве альтернативы расчет дозы проводится для локализации трития в ядрышке клетки [7].

Распределение трития по компонентам и биологическое время полувыведения, а также установленные *ICRP* эффективные дозовые коэффициенты для взрослых в зависимости от пути поступления приведены в таблице.

Распределение трития между НТО и ОСТ, биологическое полувыведение и эффективные дозовые коэффициенты для взрослой возрастной группы

Распределение трития по компонентам	
НТО компонент	ОСТ компонент
50 %	50 %
Биологическое полувыведение (дней)	
НТО компонент	ОСТ компонент
10	40
Дозовые коэффициенты (Зв/Бк)	
Ингаляция	ЖКТ
$4,1 \cdot 10^{-11}$	$4,2 \cdot 10^{-11}$

С использованием приведенных параметров и с учетом полученного в модельных экспериментах содержания трития в филе рыбы была рассчитана эффективная доза для человека (без учета других источников поступления). Значения приведены по нормативам ЕРА (ЕРА/630/R-00/002), разовое суточное потребление рыбы составляет 113 г); расчет риска проводился для условия пожизненного (70 лет) потребления рыбы человеком массой 70 кг:

- мкГр/год –  $1,61 \cdot 10^{-4}$ ;
- мкГр/70 лет –  $5,33 \cdot 10^{-3}$ .

Полученные данные много меньше значений эффективной дозы для человека, рекомендованной НРБ 99/2009.



2. Дозовые нагрузки на человека при употреблении трития с водой.

По данным [6, 13], вклад питьевой воды в суммарную дозу облучения населения не является преобладающим (за исключением отдельных регионов) и обусловлен в основном присутствующими в воде радионуклидами природных рядов урана и тория. Наибольший вклад в формирование дозы облучения за счет потребления питьевой воды вносят изотопы урана ( $^{238}\text{U}$  и  $^{234}\text{U}$ ), радия ( $^{226}\text{Ra}$  и  $^{228}\text{Ra}$ ), радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) и полоний-210 ( $^{210}\text{Po}$ ), в меньшей степени – свинец-210 ( $^{210}\text{Pb}$ ) и изотопы тория ( $^{228}\text{Th}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ).

Как правило, вклад в облучение присутствующих в питьевой воде калия-40 ( $^{40}\text{K}$ ) природного происхождения, трития ( $^3\text{H}$ ) и углерода-14 ( $^{14}\text{C}$ ) космогенного происхождения, а также искусственных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  пренебрежимо мал.

Проведена работа по оценке дозы для населения, проживающего в зоне влияния атомной станции, и рассмотрена ситуация, когда содержание трития в питьевой воде значительно превышает фоновые показатели.

При выполнении исследований выявлены следующие зависимости:

1) зависимость содержания трития в моче от возраста. Так, в группе испытуемых в возрасте 15–25 лет среднее содержание трития составляет ~ 21 Бк/л, тогда как в старшей группе среднее содержание трития в моче составляло ~ 57 Бк/л;

2) зависимость содержания трития в моче от содержания трития в питьевой воде. В исследуемый период содержание трития в питьевой воде варьировалось в интервале от 15 до 55 Бк/л. Соотношение между содержанием трития в моче и питьевой воде составило 0,979, уровень значимости 0,007. Статистическая обработка всей совокупности данных с помощью компьютерной программы Statistica по методу Фишера позволила установить наличие достоверной прямой корреляционной связи между концентрацией трития в моче людей и концентрацией трития в питьевой воде

Полученные данные свидетельствуют о том, что тритий, поступивший в виде тритиевой воды (НТО), достаточно быстро выводится. При этом в организме протекают быстрые физиологические процессы, связанные с обменом тритиевой воды с жидкостями организма, в частности, с переводом в продукты выделения – мочу.

Рассчитаны в соответствии с данными, приведенными в работе Harrison, Khursheed, Lambert [14], значения индивидуальных доз для населения. Значения дозы варьируются в интервале от 2,3 до 3,1 мкЗв/год, что составляет 0,23–0,31 % от предела дозы для населения (1 мЗв/год) [14].

Рассчитаны в соответствии с методическими указаниями МУ 2.6.1.15-02 [5] значения индивидуальных доз для исследуемых людей. Значения дозы варьируются в интервале от 12 до 14 мкЗв/год, что составляет 1,2–1,4 % от предела дозы для населения (1 мЗв/год) [5].

Таким образом, подтверждена прямая зависимость между содержанием трития в питьевой воде и моче человека.

С учетом того, что на всех исследуемых участках экосистемы реки Енисей содержание трития находится на уровне фоновых значений (2–6 Бк/л), содержание трития в моче населения будет находиться в такой же зависимости, как и закономерность, полученная для Уральского региона. Тогда индивидуальная доза, полученная при приеме внутрь питьевой воды, будет составлять менее 1 % от предела дозы для населения.

Следовательно, содержание трития в питьевых источниках исследуемого региона не вносит значительного вклада в дозовую нагрузку населения и может не учитываться при оценке риска.

**Выводы.** Таким образом, при приеме воды и филе рыбы реки Енисей дозовая нагрузка, получаемая при облучении тритием, незначительна. Следовательно, в качестве радиационной составляющей может не учитываться.

### Список литературы

1. Бак З., Александер П.А. Основы радиобиологии: пер. с англ. – М., 1963.
2. Иваницкая М.В., Малофеева А.И. Источники поступления трития в окружающую среду // Тритий – это опасно. – Челябинск, 2001. – С. 22–29.
3. Кузин А.М. Радиационная биохимия. – М., 1962.
4. Молекулярная биология клетки: пер. с англ. в 3 т. / Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Роберте, Дж.Д. Уотсон. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Мир, 1993. – Т. 2. – 539 с.
5. МУ 2.6.1.15-02. Тритий и его соединения. Контроль величины индивидуальной эффективной дозы внутреннего облучения при поступлении в организм человека [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 02.03.2019).
6. МУ 2.6.1.2397-08. Оценка доз облучения групп населения, подвергающихся повышенному облучению за счет природных источников ионизирующего излучения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 02.03.2019).
7. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов / В.С. Калистратова, И.К. Беляев, Е.С. Жорова, И.М. Парфенова, Г.С. Тищенко; под ред. В.С. Калистратовой; ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. – 2-е изд., перераб. – М., 2016 – 556 с.
8. Тритий в моче людей в зоне влияния Белоярской АЭС / М.Я. Чеботина, О.А. Николин, Л.Г. Бондарева, В.Н. Ракитский // Радиационная гигиена. – 2016. – Т. 9, № 4. – С. 83–92.
9. Холл Э.Дж. Радиация и жизнь / пер. с англ. – М.: Медицина, 1989. – 256 с.
10. Bondareva L., Schultz M.K. Investigation of the tritium content in surface water, bottom sediments (zoobenthos), macrophytes, and fish in the mid-stream region of the Yenisei River (Siberia, Russia) // Environ Sci Pollut Res Int. – 2015. – P. 18127–18136.
11. Bondareva L. Tritium in the freshwater ecosystem of the Yenisei River: behavior, accumulation, and transformation. Tritium: Advance in Research and Application / by ed. Jankovic // Nova Science Publishers, Inc. – New York, 2018. – P. 47–98.
12. Genetic effects of radiation (Annex A) // Genetic and somatic effects of ionizing radiation. – New York: United Nations, 1986. – P. 165–262.
13. Handbook for assessment of the exposure of biota to ionising radiation from radionuclides in the environment / Ed. by J. Brown, P. Strand, Al. Hosseini. – Project within the EC 5th Framework Programme, Contract № FIGE-CT-2000-00102. – Framework for Assessment of Environmental Impact, 2003.
14. Harrison J.D., Khursheed A., Lambert B.E. Uncertainties in dose coefficients for intakes of tritiated water and organically bound forms of tritium by members of the public// Radiat Prot Dosimetry. – 2002. – № 98 (3). – P. 299–311.
15. IRSN, 2012. Radionuclide fact sheet: Tritium and the environment, 2012.

16. IAEA – International Atomic Energy Agency. Effects of Ionizing Radiation on Plants and Animals at Levels Implied by Current Radiation Protection Standards. Technical Report Series N 332. – Vienna: IAEA, 1992.

17. Miichalowski A., Cullen B.M., Burgin J., Rogers M.A. Development of structural renal damage and its quantitation // Brit. J. Cancer. – 1986. – Vol. 53, Suppl. 7. – P. 295–297.

18. Okada S., Momoshima N. Overview of tritium: characteristics, sources, and problems // Health Phys. – 1993. – № 65 (6). – P. 595–609.

## **Фактическая оценка рационов организованного питания учащихся начального звена средней общеобразовательной школы**

**И.Е. Штина<sup>1</sup>, С.Л. Валина<sup>1</sup>,  
Д.А. Эйфельд<sup>1</sup>, О.Ю. Устинова<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Пермь, Россия

Актуальность исследования обусловлена существенным влиянием организованного школьного питания на показатели здоровья учащихся. Целью исследования явилась фактическая оценка рационов организованного питания учащихся начального звена средней общеобразовательной школы. По данным проведенного исследования выявлено несоответствие требованиям СанПиН 2.4.5.2409-08 при организации школьного питания. Проведен анализ трех вариантов завтраков на соответствие нормативным требованиям. Несмотря на то что данные меню-раскладок отвечают рекомендуемым документам, при оценке фактического питания выявлен дефицит основных пищевых веществ до 66,0 %, энергии до 59,0 %, витаминов до 87,0 % и минеральных веществ до 61,0 %. Наибольший дефицит питательных веществ выявлен у завтрака с меньшей ценой.

**Ключевые слова:** школьники, организованное питание, фактическое потребление.

Одной из приоритетных задач школы является не только сохранение здоровья учащихся, но и его укрепление [6, 10]. Рациональное питание учащихся является одним из важных компонентов поддержания состояния их соматического здоровья, морфофункционального созревания и гармоничного развития [7, 8]. По данным проведенных исследований проявления у учащихся вегетососудистой дистонии, сидеропенического синдрома, эндокринной патологии зачастую являются следствием микронутриентной недостаточности и обусловлены в том числе нерациональным школьным питанием [4]. Одним из важных направлений государственной политики является организация школьного питания и здорового рациона путем созда-

ния среды, благоприятствующей потреблению здоровых пищевых продуктов [3, 9]. В рамках экспериментального проекта в более чем в 40 субъектах Российской Федерации с 2008 по 2011 г. проведены мероприятия по совершенствованию организации питания обучающихся в государственных образовательных учреждениях [5, 10]. На основании проведенных ранее научных работ установлено, что фактическая обеспеченность энергией и основными пищевыми ингредиентами сочетается с дисбалансом нутриентов в рационах питания. Наиболее часто выявляются нарушения соотношения основных пищевых веществ, дефицит белка животного происхождения, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и минеральных солей, недостаточность которых достигает 75,0 % [1, 4, 12].

**Цель работы** – провести фактическую оценку рационов организованного питания учащихся начального звена средней общеобразовательной школы.

**Материалы и методы.** Выполнена оценка организации питания учащихся начального уровня образования на соответствие нормативным требованиям СанПиН 2.4.5.2409-08 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях, учреждениях начального и среднего профессионального образования»<sup>1</sup>. По данным 36 меню-раскладок выполнена оценка соответствия представленных данных нормам физиологических потребностей<sup>2</sup>. С помощью индивидуального весового метода, заключавшегося во взвешивании блюд, предлагаемых учащимся на раздаче и контроле, и веса оставшейся порции (по 10 измерениям) определено фактическое потребление основных пищевых веществ, энергии, витаминов и минеральных веществ учащимися начального звена образования. Расчет фактически потребляемого рациона проводился в соответствии со справочником «Химический состав и калорийность российских продуктов питания» [11].

Статистическая обработка полученных результатов осуществлена с помощью специализированных программ Statistica 6.0 и приложений MS Office. Различия полученных результатов являлись статистически значимыми при  $p \leq 0,05$  [2].

**Результаты и их обсуждение.** Оценка общего охвата учащихся основным (горячим) питанием показала, что его уровень не соответствует первому критерию эффективности организации питания в МОУ (не менее 80 % от общего контингента обучающихся) и составляет 78,8 %. Охват горячим питанием учащихся I уровня образования составил 96,5 % (завтрак), II уровня – 76,1 % (завтрак или обед), III – 63,9 % (завтрак).

При анализе графика посещения столовой выявлено, что питание организовано в три перемены (после 2, 3, 4-го уроков) в 1-ю смену и в две перемены (после 1, 2-го урока) во 2-ю смену. Отпуск горячего питания обучающимся организован по классам на переменах продолжительностью 15 и 20 минут, что противоречит требованиям п. 7.2 действующего СанПиН 2.4.5.2409-08.

Примерное меню составлено на 12 дней, содержит информацию о количественном составе блюд, энергетической и пищевой ценности, включая содержание витаминов и минеральных веществ в каждом блюде, что соответствует требованиям санитарного законодательства (п. 6.4, п. 6.10 СанПиН 2.4.5.2409-08). В то же

<sup>1</sup> СанПиН 2.4.5.2409-08. Санитарно-эпидемиологические требования к организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях, учреждениях начального и среднего профессионального образования. – М., 2008.

<sup>2</sup> МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ. – М., 2008.

время, установлено, что при разработке суточного рациона для детей в возрасте 7–11 и 12–18 лет отсутствует дифференцированный подход, что противоречит требованию п. 6.6. Фактический рацион питания соответствует утвержденному примерному меню и соответствует требованиям санитарного законодательства (п. 6.22 СанПиН 2.4.5.2409-08).

Учащимся МАОУ СОШ на выбор предлагается три варианта завтрака. Первый вариант завтрака состоит из закуски (сыр, порционные фрукты, колбасные изделия), горячего блюда (каша, творожное, овощное, яичное блюдо) и горячего напитка. Второй вариант завтрака включает закуску (сыр, порционные овощи и фрукты, салаты из свежих овощей, колбасные изделия), горячее блюдо (каша гарнирная, творожное, мясное, рыбное, овощное блюдо, макаронные изделия), кондитерские и хлебобулочные изделия, горячий напиток (в том числе компот с витамином «С») или сок. Третий вариант – подразумевает закуску (порционные фрукты и овощи, колбасные изделия), горячее блюдо (рыбное, мясное, овощное, творожное блюдо, каша гарнирная, макаронные изделия), хлебобулочные изделия и горячий напиток (в том числе компот с витамином «С»).

Первый вариант завтрака является субсидированным государством, и его стоимость составляет 50 рублей. Стоимость второго и третьего варианта, оплачиваемого родителями, составляет 80 рублей.

Анализ меню-раскладок показал, что рационы предоставляемых завтраков содержат все необходимые блюда, регламентируемые п. 6.18 и п. 6.19 СанПиН 2.4.5.2409-08. В меню не допущено повторения одних и тех же блюд или кулинарных изделий в один и тот же день или в последующие 2–3 дня.

В ходе изучения меню-раскладок для обучающихся первого уровня образования установлено, что масса порций соответствует рекомендуемым нормативам для обучающихся данной возрастной группы (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Выполнение рекомендуемой массы порций по меню-раскладке для учащихся (7–11 лет)

Блюдо	Рекомендуемая масса порций блюд, г	Масса порций по меню-раскладке, г	Доля от рекомендуемой массы порций, %
Каша	150–200	150	100
Овощное блюдо	150–200	150	100
Яичное блюдо	150–200	150	100
Творожное блюдо	150–200	150	100
Мясное блюдо	150–200	150	100
Салат	60–100	60	100
Суп	200–250	–	–
Мясо, котлета	80–120	80	100
Гарнир	150–200	150	100
Напиток	200	200	100
Фрукты	100	100	100

Оценка готовых блюд и изделий на раздаче не показала значимых отличий от документальных данных (средняя разница  $\pm 7,4\%$ ). Исключение составили напитки, крупяное, яичное блюдо: на раздаче масса напитков оказалась больше данных по меню-раскладкам на 12 %, каши – до 24 %, в то же время масса предложенной

порции яичного блюда меньше на 18 %. Обращает на себя внимание отклонение массы порций блюд обеда на раздате от данных по меню-раскладкам (+15 %).

При оценке сбалансированности рационов, соотношения основных компонентов пищи (белки, жиры, углеводы), указанных в школьных рационах, выявлена нерациональность завтрака первого типа за счет превышения доли углеводного компонента (1,3:1:5). Соотношение основных компонентов пищи в рационах второго завтрака составило 1,3:1:3,7, третьего варианта – 1,2:1:4,4, что приближено по значениям рекомендуемой нормы (1:1:4).

В то же время изучение индивидуального потребления порций блюд учащимися с помощью весового метода выявило, что фактический уровень был на 27–53 % ниже регламентируемых СанПиН 2.4.5.2409-08: каша – 47 %, мясо, котлета – 49 %, гарнир – 63 %, творожное блюдо – 56 %, салат – 52 %, напиток – 73 %.

При оценке фактического потребления основных пищевых веществ установлено, что потребление белка во время завтрака первого типа составляло  $8,2 \pm 0,9$  г, что не соответствует НФП на 57 % ( $p < 0,001$ ), жиров –  $10,4 \pm 5,9$  г (разница 47 %,  $p < 0,001$ ), углеводов –  $28,2 \pm 5,6$  г (разница 66 %,  $p < 0,001$ ). В целом дефицит калорийности потребленного завтрака I типа достигал 59 % при фактическом уровне  $239,5 \pm 52,5$  ккал ( $p < 0,001$ ) (табл. 2).

Таблица 2

Оценка фактического потребления основных пищевых веществ и энергии учащимися

Пищевое вещество	НФП (25 % от сут.)	По меню-раскладке		$p^1$	Фактическое потребление		$p^2$	$p^3$
		$M \pm m$	% от НФП		$M \pm m$	% от НФП		
<i>Первый вариант завтрака</i>								
Белки, г	19,25	$23,6 \pm 10,5$	123,0	<b>0,02</b>	$8,2 \pm 0,9$	43,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Жиры, г	19,75	$18,2 \pm 7,8$	92,0	0,27	$10,4 \pm 5,9$	53,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Углеводы, г	83,75	$93,3 \pm 24,7$	111,0	<b>0,04</b>	$28,2 \pm 5,6$	34,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Калорийность, Ккал	587,50	$631,7 \pm 87,9$	108,0	<b>0,008</b>	$239,5 \pm 52,5$	41,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Второй вариант завтрака</i>								
Белки, г	19,25	$30,6 \pm 7,0$	159,0	<b>&lt; 0,001</b>	$17,0 \pm 4,4$	89,0	<b>0,008</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Жиры, г	19,75	$24,6 \pm 7,7$	124,0	<b>0,001</b>	$12,0 \pm 6,2$	61,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Углеводы, г	83,75	$91,2 \pm 16,4$	109,0	<b>0,02</b>	$48,1 \pm 9,8$	57,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Калорийность, Ккал	587,50	$708,8 \pm 73,7$	121,0	<b>&lt; 0,001</b>	$369,1 \pm 19,8$	63,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Третий вариант завтрака</i>								
Белки, г	19,25	$30,0 \pm 8,0$	156,0	<b>&lt; 0,001</b>	$11,4 \pm 0,6$	59,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Жиры, г	19,75	$24,4 \pm 8,6$	124,0	<b>0,004</b>	$8,00 \pm 3,3$	41,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Углеводы, г	83,75	$106,7 \pm 13,4$	127,0	<b>&lt; 0,001</b>	$53,6 \pm 6,4$	64,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Калорийность, Ккал	587,50	$767,6 \pm 81,5$	131,0	<b>&lt; 0,001</b>	$332,6 \pm 56,6$	57,0	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>

Примечание:  $p^1$  – достоверность различий между показателями НФП и по меню-раскладке;  $p^2$  – достоверность различий между показателями НФП и фактического потребления;  $p^3$  – достоверность различий между показателями по меню-раскладке и фактического потребления.

Завтрак второго типа является наименее дефицитным вариантом завтрака по фактическому уровню потребления учащимися 1–4-х классов нутриентов и энергии. Так, дефицит белка составляет только 11 %, что в абсолютных цифрах равно  $17,0 \pm 4,4$  г при рекомендуемых 19,25 г ( $p = 0,008$ ). Фактический уровень потребления жиров ( $12,0 \pm 6,2$  г) и углеводов ( $48,1 \pm 9,8$  г) на 39–43 % меньше НФП ( $p < 0,001$ ) (см. табл. 2).

При потреблении учащимися I уровня образования завтрака третьего типа установлен фактический уровень белка, равный  $11,4 \pm 0,6$  г, что не соответствует НФП на 41 % ( $p < 0,001$ ), жира –  $8,0 \pm 3,3$  г (разница 59 %), что соответствовало наименьшему уровню потребления ( $p < 0,001$ ), потребление углеводов –  $53,6 \pm 6,4$  г, (разница 36 %,  $p < 0,001$ ), энергетической ценности –  $332,6 \pm 56,6$  ккал (разница 43 %,  $p < 0,001$ ) (см. табл. 2).

Таким образом, наибольший дефицит фактического потребления белков, углеводов и калорийности выявлен в первом варианте завтрака, который варьировался от 36,0 до 57,0 %.

При анализе количественного состава витаминов, при выборе завтрака первого типа выявлено, что содержание исследуемых витаминов и минеральных веществ в фактическом рационе также не соответствует НФП. Наибольший дефицит выявлен по витамину С – 87 % (фактический уровень  $1,9 \pm 1,8$  мг,  $p < 0,001$ ), наименьший – по витамину В<sub>2</sub> – 37 % (фактический уровень  $0,22 \pm 0,1$  мг,  $p < 0,001$ ). Фактическое потребление витаминов А и В<sub>1</sub> не соответствует возрастным нормам на 58–63 % ( $74,8 \pm 44,3$  мкг и  $0,1 \pm 0,02$  мг соответственно,  $p < 0,001$ ). Выявлен дефицит железа (фактический уровень  $1,4 \pm 0,4$  мг, что на 52 % меньше НФП,  $p < 0,001$ ), магния ( $28,5 \pm 5,2$  мг, разница 54 %,  $p < 0,001$ ), кальция ( $113,6 \pm 4,4$  мг, разница 59 %,  $p < 0,001$ ), фосфора ( $157,2 \pm 27,8$  мг, разница 62 %,  $p < 0,001$ ) (табл. 3).

При выборе завтрака II типа потери витамина В<sub>1</sub> составляют 40 % при фактическом уровне потребления  $0,18 \pm 0,07$  мг ( $p < 0,001$ ), В<sub>2</sub> – 29 % (фактический уровень  $0,25 \pm 0,10$  мг,  $p < 0,001$ ), А – 70 % (фактический уровень  $54,0 \pm 39,7$  мкг,  $p < 0,001$ ). Вместе с тем содержание витамина С в рационе данного завтрака на 23 % превышает НФП и составляет фактически  $18,5 \pm 6,8$  мг ( $p = 0,008$ ). Выявлен дефицит кальция (фактический уровень  $105,3 \pm 83,0$  мг, что на 62 % меньше НФП,  $p < 0,001$ ), фосфора ( $227,3 \pm 63,9$  мг, разница на 45 %,  $p < 0,001$ ). Фактическое потребление магния ( $62,8 \pm 24,0$  мг,  $p = 0,94$ ) и железа ( $2,9 \pm 1,2$  мг,  $p = 0,69$ ) не имеет значимых отличий от НФП (см. табл. 3).

Анализ фактического поступления витаминов в случае выбор III варианта завтрака уровень потребления витаминов группы В составляет 46–47 % от физиологической нормы (В<sub>1</sub> –  $0,14 \pm 0,01$  мг; В<sub>2</sub> –  $0,16 \pm 0,04$  мг,  $p < 0,001$ ). Количество витамина С младшие школьники получают на 66 %, а витамина А – только на 18 % от необходимого уровня ( $p < 0,001$ ). Потребление минеральных веществ также недостаточно, за исключением железа. Фактический уровень потребления кальция равен  $80,9 \pm 35,9$  мг, что не соответствует НФП на 71 % ( $p < 0,001$ ), фосфора –  $146,5 \pm 5,3$  мг, дефицит 64 % ( $p < 0,001$ ), магния –  $40,1 \pm 10,3$  мг, дефицит 36 % ( $p < 0,001$ ). В то же время количество железа, потребленного младшими школьниками во время данного вида завтрака, превосходит НФП на 65 % ( $4,9 \pm 3,8$  мг,  $p = 0,007$ ) (см. табл. 3).

Таблица 3

Оценка фактического потребления витаминов и минеральных веществ учащимися

Пищевое вещество	НФП (25 % от сут.)	По меню-раскладке		$p^1$	Фактическое потребление		$p^2$	$p^3$
		$M \pm m$	% от НФП		$M \pm m$	% от НФП		
<i>Первый вариант завтрака</i>								
В <sub>1</sub> , мг	0,30	0,25 ± 0,05	83,0	< 0,001	0,1 ± 0,02	37,0	< 0,001	< 0,001
В <sub>2</sub> , мг	0,35	0,5 ± 0,15	137,0	< 0,001	0,22 ± 0,1	63,0	< 0,001	< 0,001
С, мг	15,00	17,5 ± 15,8	117,0	0,38	1,9 ± 1,8	13,0	< 0,001	< 0,001
А, мкг	180,00	109,9 ± 76,2	61,0	< 0,001	74,8 ± 44,3	42,0	< 0,001	0,03
Са, мг	275,00	307,6 ± 106,1	112,0	0,09	113,6 ± 4,4	41,0	< 0,001	< 0,001
Р, мг	412,50	373,1 ± 78,5	90,0	0,008	157,2 ± 27,8	38,0	< 0,001	< 0,001
Мg, мг	62,50	84,2 ± 42,6	135,0	0,007	28,5 ± 5,2	46,0	< 0,001	< 0,001
Fe, мг	3,00	3,6 ± 1,70	119,0	0,07	1,4 ± 0,4	48,0	< 0,001	< 0,001
<i>Второй вариант завтрака</i>								
В <sub>1</sub> , мг	0,30	0,30 ± 0,1	107,0	0,23	0,18 ± 0,07	60,0	< 0,001	< 0,001
В <sub>2</sub> , мг	0,35	0,45 ± 0,2	129,0	0,001	0,25 ± 0,1	71,0	< 0,001	< 0,001
С, мг	15,00	30,2 ± 21,6	201,0	< 0,001	18,5 ± 6,8	123,0	0,008	0,006
А, мкг	180,00	80,0 ± 80,0	44,0	< 0,001	54,0 ± 39,7	30,0	< 0,001	0,15
Са, мг	275,00	215,3 ± 146,9	78,0	0,03	105,3 ± 83,0	38,0	< 0,001	< 0,001
Р, мг	412,50	414,6 ± 88,0	101,0	0,90	227,3 ± 63,9	55,0	< 0,001	< 0,001
Мg, мг	62,50	106,8 ± 47,1	171,0	< 0,001	62,8 ± 24,0	100,5	0,94	< 0,001
Fe, мг	3,00	7,1 ± 4,8	238,0	< 0,001	2,9 ± 1,2	97,0	0,69	< 0,001
<i>Третий вариант завтрака</i>								
В <sub>1</sub> , мг	0,30	0,3 ± 0,07	110,0	0,02	0,14 ± 0,01	47,0	< 0,001	< 0,001
В <sub>2</sub> , мг	0,35	0,4 ± 0,1	117,0	0,02	0,16 ± 0,04	46,0	< 0,001	< 0,001
С, мг	15,00	50,7 ± 59,3	338,0	0,002	9,94 ± 8,46	66,0	0,002	< 0,001
А, мкг	180,00	68,5 ± 33,9	38,0	< 0,001	31,6 ± 27,3	18,0	< 0,001	< 0,001
Са, мг	275,00	199,7 ± 119,4	73,0	0,001	80,9 ± 35,9	29,0	< 0,001	< 0,001
Р, мг	412,50	393,9 ± 71,6	95,5	0,10	146,5 ± 5,3	35,5	< 0,001	< 0,001
Мg, мг	62,50	103,6 ± 42,8	166,0	< 0,001	40,1 ± 10,3	64,0	< 0,001	< 0,001
Fe, мг	3,00	6,1 ± 4,4	204,0	< 0,001	4,9 ± 3,8	165,0	0,007	0,28

Примечание:  $p^1$  – достоверность различий между показателями НФП и по меню-раскладке;  $p^2$  – достоверность различий между показателями НФП и фактического потребления;  $p^3$  – достоверность различий между показателями по меню-раскладке и фактического потребления.

**Выводы:**

1. При организации школьного питания администрации образовательного учреждения необходимо выполнять требования санитарного законодательства.
2. Рационы школьных завтраков по данным меню-раскладок удовлетворяют рекомендуемую потребность в основных питательных веществах и энергии.
3. Оценка фактического питания учащихся выявила дефицит основных пищевых веществ от 11,0 до 66,0 %, энергии от 27,0 до 59,0 %. Фактическая недостаточность обеспеченности витаминами достигала 87,0 %, минеральными веществами – до 61,0 %.
4. Выявленное различие между показателями меню-раскладок и уровнем потребления нутриентов свидетельствует о необходимости учета пищевых предпоч-



тений учащихся при формировании рациона школьных завтраков, улучшения качества готовых блюд и активной работы педагогического коллектива по повышению уровней знаний учащихся о здоровом питании.

### Список литературы

1. Васильев В.В., Перекусихин М.В. Гигиеническая оценка реализации мероприятий по снижению рисков, сохранению и укреплению здоровья детей в общеобразовательных организациях // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 128–135.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
3. Денисович Ю.Ю., Гаврилова Г.А. Совершенствование организации школьного питания // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – Т. 1. – С. 112–116.
4. Клещина Ю.В., Елисеев Ю.Ю., Павлов Н.Н. Особенности формирования нарушений питания у детей // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 8. – С. 20–22.
5. Кучма В.Р., Чернигов В.В. Мониторинг модернизации организации питания детей в общеобразовательных учреждениях // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 8, Т. 233. – С. 7–10.
6. Маркова А.И. Школы здоровья и здоровье школьников (аналитический обзор) // Гигиена и санитария. – 2013. – № 3. – С. 60–66.
7. Онищенко Г.Г. Задачи и стратегия развития системы школьного питания в современных условиях [Электронный ресурс]. – URL: <http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-86520.html> (дата обращения: 01.04.2019).
8. Павлов Н.Н., Клещина Ю.В., Елисеев Ю.Ю. Оценка фактического питания и пищевого статуса современных детей и подростков // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2011. – № 1. – С. 128–132.
9. План действий в области пищевых продуктов и питания на 2015–2020 гг. – Копенгаген, Дания: Европейский региональный комитет. Шестьдесят четвертая сессия, 2014. – 24 с. (EUR/RC64/14).
10. Салдан И.П., Филиппова С.П., Турчанинов Д.В. Гигиеническая оценка эффективности региональной программы модернизации школьного питания в Алтайском крае // Гигиена и санитария. – 2014. – № 4. – С. 95–100.
11. Тутельян В.А., Мазурин В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 284 с.
12. Шарманов Т.Ш., Салханова А.Б., Датхабаева Г.К. Сравнительная характеристика фактического питания детей в возрасте 9–10 лет // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 6. – С. 28–41. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10064



Раздел V

---

**Оценка и минимизация рисков  
здоровью детей и подростков**



## **Негативное влияние интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса на состояние здоровья учащихся начальных классов**

**А.М. Андришунас, О.Ю. Устинова**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Приведены сравнительные данные гигиенической оценки режимов образовательного процесса начальной школы. Установлено, что у лицейстов в конце учебного года наблюдается замедление ассоциативно-интеграционных процессов интеллектуальной деятельности, скорость моторных реакций и снижение функции внимания.

**Ключевые слова:** дети, учебно-воспитательный процесс, инновационные технологии, режим, интенсивность и напряженность, нарушение здоровья учащихся.

Школа является местом активной деятельности ребенка на протяжении 9–11 лет. Самые важные периоды интенсивного развития детского организма совпадают с получением среднего образования. В этот период на здоровье школьников оказывает влияние комплекс социально-гигиенических, экологических и других факторов. В настоящее время наблюдается негативная динамика показателей здоровья детского населения [5, 6]. Среди факторов риска снижения уровня здоровья современных школьников значительное место принадлежит интенсификации и информатизации школьного образовательного процесса [1–3, 7–9]. Педагогические инновации, введение новых специализированных авторских программ чаще всего сопряжены с интенсификацией учебного процесса, возрастанием суммарной учебной нагрузки, увеличением объема и сложности изучаемых предметов, использованием в образовательном процессе инновационных технологий обучения, ухудшением структуры режима дня и снижением физической активности [7–9]. Доказано, что использование интерактивного оборудования в обучении оказывает негативное влияние на психоэмоциональное здоровье учащихся, органы зрения и нервную систему [4, 10].

Развитие у школьников переутомления, гиподинамии, снижения работоспособности, стресс-индуцированных функциональных расстройств органов и систем, дисгармоничности физического развития, формирования хронической патологии развивается вследствие высокой интенсивности учебного процесса в сочетании с неблагоприятными санитарно-гигиеническими условиями обучения [1–3, 5–7].

**Целью исследования** являлось сравнение показателей здоровья учащихся средних общеобразовательных учреждений, обучающихся в различных условиях режима, напряженности и интенсивности образовательного процесса.

### **Материалы и методы исследования**

Объектом исследования являлись:

– 190 учащихся 7–10/11 лет 1–4-х классов школы № 6 и лица № 10;

– режим образовательного процесса учащихся 1–4-х классов, показатели его напряженности и интенсивности у школьников и лицеистов.

Предметом исследования являлись:

– учебный процесс: образовательные программы, используемые при обучении в 1–4-х классах школы и лицея (учебные предметы, курсы, углубленное изучение предметов);

– расписание уроков и перемен в 1–4-х классах школы и лицея;

– данные интеллектуальных, эмоциональных и сенсорных нагрузок, монотонности учебной деятельности у учащихся 1–4-х классов изучаемых образовательных организаций;

– результаты социологического обследования родителей учащихся (индивидуальные анкеты);

– протоколы нейропсихологического тестирования.

Санитарно-гигиенические исследования включали сравнительную оценку режимов образовательного процесса, напряженности и интенсивности учебной нагрузки в 1–4-х классах школы и лицея. Сравнительная оценка режимов проводилась на основании изучения расписания уроков и выполнялась с позиций их соответствия гигиеническим требованиям СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях».

Изучение напряженности учебной деятельности обучающихся в школе и в лицее проводилось в соответствии с федеральными рекомендациями по оказанию медицинской помощи обучающимся «Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся» ФР РОШУМЗ-16-2015 и включала оценку интеллектуальных, эмоциональных и сенсорных нагрузок во время урока, их монотонности и режима работы. Для объективной оценки напряженности учителями начальных классов была проведена их оценка в баллах (от 1 до 4). Итоговая оценка напряженности каждого из исследуемых видов нагрузки рассчитывалась как среднее значение всех составляющих, которое сравнивалось с нормативами: «оптимальная» (1-й класс) – 1,0–1,5 балла; «допустимая» (2-й класс) – 1,6–2,5 балла; «напряженная» (3-й класс) – 2,6–4,0 балла; напряженная 1-й ст. (3.1 класс) – 2,6–3,5 балла; напряженная 2-й ст. (3.2 класс) – 3,6–4,0 балла.

Для оценки интенсивности учебного процесса выполнено социологическое исследование (добровольное анкетирование родителей учащихся). Разработанная анкета включала блоки вопросов по оценке интенсивности учебного процесса.

Исследования 190 детей (89 школьников и 101 лицеиста) проводились в два этапа – в начале учебного года (сентябрь) и в конце третьей четверти (март). Программа исследований включала: комплекс санитарно-гигиенических, клинико-функциональных и лабораторных исследований. Анализ информации был выполнен в программе Statistica 6.0 и специально разработанных программных продуктов, сопряженных с MS-Office.

**Результаты и их обсуждение.** Сравнительная гигиеническая оценка режимов реализации образовательного процесса в школе и лицее показала, что обучение школьников 1-х и 4-х классов осуществляется в I смену (начало в 8.30), а 2–3-х классов – во II смену (начало в школе в 15.00, в лицее – в 14.15). Продолжительность учебной недели 1–3-х классов равняется 5 дням (понедельник – пятница), 4-е классы занимаются по 6-дневной неделе (понедельник – суббота). Согласно действующему расписанию, длительность урока в первых классах школы – 40 мин, в лицее – 35 мин,

во 2–4-х классах в школе длительность урока равняется 45 мин, а в лицее – 40 мин. Продолжительность перемен в I и II смену в школе одинакова и составляет от 10 мин (малые перемены) до 20 мин (большие перемены). Большая перемена в школе организована в I смену после 2–3-го уроков, а во II смену после 1–2-го уроков. В лицее длительность малых перемен в I смену – 5–10 мин, а большой, организованной после 4–5-го уроков – 20 мин. Во II смену малые перемены – 5 мин, длительность большой, организованной после 1–2-го урока, – 15 мин. Перерыв между сменами в школе – 50 мин, а в лицее только 10 мин. Длительность дневного пребывания первоклассников в школе – 3 ч 20 мин, а в лицее – 2 ч 40 мин, что связано с сокращенной продолжительностью уроков и перемен. Длительность пребывания в школе учащихся 2–4-х классов в школе – 4 ч 35 мин, а в лицее – 3 ч 50 мин – 4 ч.

В ходе гигиенической оценки напряженности учебной деятельности младших школьников установлено, что ее уровень не является оптимальным ни в одной из исследуемых образовательных организаций. В школе напряженность учебного процесса достигает 1,8–2,2 балла, а в лицее – 1,7–2,5 балла, что не различается статистически ( $2,05 \pm 0,31$  и  $2,10 \pm 0,52$  балла;  $p = 0,86$ ) и соответствует допустимому уровню нагрузки (1,6–2,5 балла). В то же время, если интеллектуальные нагрузки в начальных классах школы (2,3–2,5 балла) не превышают допустимого уровня, то у большинства учащихся 1–4-х классов лицея (3,0–3,5 балла) они характеризуются как «напряженные I степени» (2,6–3,5 балла). Уровень сенсорных нагрузок (1,5–1,9 балла) у учащихся 1–4-х классов школы соответствует оптимальным и допустимым значениям, в то время как в 4-х классах лицея достигает 2,8 балла и классифицируется как «напряженные I степени». В то же время, если в лицее эмоциональные нагрузки в 1–3-х классах соответствуют оптимальному и допустимому уровням (1,5–2,3 балла) и лишь в 4-х являются «напряженными I степени» (2,8 балла), то в школе учащиеся 1-х (3,0 балла) и 4-х классов (2,8 балла) подвергаются воздействию напряженных эмоциональных нагрузок (I ст.), которые только в 3-х классах имеют оптимальный уровень (1,5 балла). Таким образом, в 1–3-х классах напряженность отдельных составляющих учебного процесса в обеих образовательных организациях носит преимущественно оптимальный и допустимый характер, и только интеллектуальные нагрузки в лицее имеют более высокие показатели (2,5–3,5 балла). Наиболее существенные различия наблюдаются в 4-х классах: если в лицее основные составляющие общей напряженности (интеллектуальные – 3,0 балла, сенсорные – 2,8 балла и эмоциональные – 2,8 балла) относятся к классу «напряженных I ст.», то в школе – только эмоциональные (2,8 балла), а уровень остальных колеблется от 1,6 до 2,5 балла.

Изучение показателей интенсивности обучения по результатам анкетирования родителей выявило, что в школе все 1–4-е классы учатся пять дней в неделю, в то время как в лицее 75 % детей занимаются по 5-дневному расписанию, однако 18,2 % имеют шестидневную учебную неделю, а еще 6,8 % учатся по переменному расписанию 5–6 дней в неделю (коэффициент сопряженности 0,3,  $p = 0,0001$ , тип связи – средняя). На основании результатов анкетирования установлено, что в школе только 66,7 % учащихся имеют 5 уроков в день и более, в то время как в лицее все школьники имеют такую продолжительность занятости в школе (коэффициент сопряженности 0,5,  $p = 0,0001$ , тип связи – сильная). Преимущественно творческий характер домашних заданий был отмечен 25,7 % родителей детей, посещающих школу, в то время как в лицее такую характеристику домашних заданий дали

41,6 % родителей (коэффициент сопряженности 0,2,  $p = 0,045$ , тип связи – слабая). Установлено, что независимо от типа образовательной организации, более 2 часов в день на выполнение домашнего задания тратят 32,9 % обучающихся в первую смену, в то время как среди учащихся во вторую смену таких в два раза больше – 58,4 % ( $p = 0,001$ ). В целом менее часа в день посвящают выполнению домашнего задания 3,8 % учащихся школы и 16,9 % лица ( $p = 0,003$ ), от 1 до 2 часов – 47,4 и 38,2 % соответственно ( $p = 0,19$ ), от 2 до 3 часов – 42,3 и 37,1 % ( $p = 0,46$ ) и более 3 часов – 6,4 и 7,9 % ( $p = 0,68$ ). Статистически достоверных различий между переменными «тип учебного заведения» и «среднее время выполнения домашних заданий» не выявлено ( $p \geq 0,05$ ). Полученные результаты свидетельствуют о том, что каждый второй учащийся младших классов (48,8 % в школе и 44,9 % в лицее;  $p = 0,003$ ) затрачивает на подготовку домашнего задания больше времени, чем это регламентировано СанПиН 2.4.2.2821-10. Не справляются с учебными нагрузками только 5 % учащихся первой смены и 22 % из тех, кто учится во вторую смену ( $p = 0,01$ ), при этом к помощи родителей при выполнении домашнего задания обращаются 80 % учащихся первой смены (часто – 20 %, иногда – 60 %) и 93,8 % ( $p = 0,03$ ) тех, кто учится во вторую смену (часто – 44 %, иногда – 53,8 %). Занимаются с репетитором 16,5 % детей школы и 22,5 % – лица ( $p = 0,29$ ). Результаты исследования показали, что 85,3 % учащихся начальных классов школы и 91,1 % лица ( $p = 0,20$ ) посещают учреждения дополнительного образования, при этом каждый третий ребенок – более одного (26,8 % школьников и 34,9 % лицеистов;  $p = 0,22$ ), однако учащиеся школы реже посещают спортивные секции (50,0 против 74,1 % учащихся лица;  $p = 0,001$ ). В целом регулярно занимаются физкультурой и спортом 68,8 % школьников и 82,8 % лицеистов ( $p = 0,02$ ), из них ежедневно/4–5 раз в неделю – 32,8 % учащихся школы и 49,3 % лица ( $p = 0,02$ ); 2–3 раза в неделю – 61,8 и 41,1 % соответственно ( $p = 0,004$ ) и один раз в неделю – 5,5 и 9,6 % ( $p = 0,28$ ). Большинство учеников начальной ступени образования, независимо от типа учебного заведения, посвящают занятиям спортом от 3 до 5 часов в неделю (42,6 % в школе и 43,1 % в лицее;  $p = 0,94$ ), чуть больше трети – 6–8 часов в неделю (35,2 и 33,3 %;  $p = 0,78$ ), от одного до 2 часов занимаются около 12 % детей, 9 часов в неделю и больше – около 10 %.

Таким образом, результаты санитарно-гигиенической оценки учебного процесса в образовательных учреждениях различного типа показывают, что обучение в лицее сопряжено с уплотненным режимом учебного дня детей, большей продолжительностью их образовательной деятельности в течение недели, значительными интеллектуальными, сенсорными и эмоциональными нагрузками и интенсивностью педагогического процесса на уроке, а также творческим характером выполнения домашних заданий. Практически все учащиеся лица ежедневно заняты дополнительным образованием (посещение секций, школ художественного развития, занятия с репетиторами), при этом каждый третий ребенок занимается по двум направлениям, что значительно увеличивает суммарный объем занятости детей учебной деятельностью.

Результаты нейропсихологического тестирования показали, что к концу учебного года среднее время реакции и скорость движений на визуально-акустический стимулы у школьников имели тенденцию к сокращению ( $p = 0,13–0,50$ ), в то время как у лицеистов – увеличивались, при этом удлинение времени моторной реакции на раздражитель достигало степени статистической значимости ( $p = 0,0001$ ). В целом



время моторной реакции и степень рассеивания времени моторной реакции у лицейстов ( $595,261 \pm 17,228$  и  $93,011 \pm 5,255$  мс соответственно) были достоверно больше, чем показатели школьников ( $526,854 \pm 25,234$  и  $86,366 \pm 7,078$  мс;  $p = 0,001-0,05$ ). Следует отметить, что в конце учебного года при воздействии интерферирующей информации (буквенной и цветовой) у лицейстов снижалась скорость чтения и артикуляции ( $p = 0,03-0,05$ ), в то время как у школьников эти показатели не отличались от аналогичных в начале учебного года ( $p = 0,23-0,98$ ), а медиана времени реакции при чтении даже сокращалась ( $p = 0,03$ ). Совокупность полученных данных свидетельствует о том, что к концу учебного года у лицейстов снижаются функции внимания и более выраженное замедление ассоциативно-интеграционных процессов интеллектуальной деятельности, чем у школьников.

#### **Выводы:**

1. Для общеобразовательных учреждений инновационного типа характерен уплотненный режим организации, большая продолжительность и интенсивность учебных занятий, а педагогический процесс сопровождается значительными интеллектуальными, сенсорными и эмоциональными нагрузками.

2. Учащиеся инновационных школьных образовательных организаций имеют высокую занятость в учреждениях дополнительного образования.

3. Повышенные интеллектуальные, сенсорные и эмоциональные нагрузки образовательного процесса оказывают негативное влияние на функциональное состояние нервной системы учащихся, что сопровождается замедлением ассоциативно-интеграционных процессов интеллектуальной деятельности, скорости моторных реакций и снижением функции внимания.

#### **Список литературы**

1. Александрова И.Э., Степанова М.И. Новая шкала трудности учебных предметов как инструмент гигиенической регламентации школьных нагрузок // Здоровье насел, и среда обитания. – 2003. – № 9 (126). – С. 21–25.

2. Баранов А.А., Кучма Р.В., Скоблина Н.А. Физическое развитие детей и подростков на рубеже тысячелетий. – М., 2008. – 216 с.

3. Влияние образовательного процесса на физическое развитие школьников / Н.А. Бокарева, О.Ю. Милушкина, Ю.П. Пивоваров, Н.А. Скоблина // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 11 (272). – С. 17–19.

4. Ермаков А.Р., Гришина О.В., Треушников Р.В. О причинах ухудшения состояния образования в России – «вклад» обучаемых // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–2. – С. 372–380.

5. Зорина И.Г. Социально-гигиенический мониторинг факторов среды обитания и состояния здоровья как метод определения приоритетов профилактики в гигиене обучения детей // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 1 (238). – С. 17–18.

6. Каменкова Н.Г., Афонова М.Н., Сироткина Ю.Ю. Анализ возможных подходов к сбережению здоровья младших школьников в процессе обучения в рамках здоровьесберегающей деятельности // Герценовские чтения. Начальное образование. – 2011. – Т. 2, № 2. – С. 181–187.

7. Кучма Р.В., Сухарева Л.М., Степанова М.И. Гигиенические проблемы школьных инноваций. – М., 2009. – 240 с.

8. Кучма Р.В., Скоблина Н.А. Сравнительный ретроспективный анализ физического и биологического развития школьников Москвы // Гигиена и санитария. – 2012. – № 4. – С. 47–52.

9. Подходы к сохранению здоровья детей в условиях интенсификации образовательного процесса / В.И. Макарова, Г.Н. Дегтева, Н.В. Афанасенкова, Л.И. Кудря // Российский педиатрический журнал. – 2000. – № 3. – С. 34–39.

10. Степанова М.И. Интерактивная доска: безопасное использование // Школьные технологии. – 2011. – № 2. – С. 128–131.

## **Санитарно-эпидемиологическое благополучие образовательных организаций как важный аспект формирования благоприятной психологической внутришкольной среды**

**В.В. Макарова<sup>1</sup>, И.Г. Зорина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Управление Роспотребнадзора по Челябинской области,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ,  
г. Челябинск, Россия

Значимыми причинами психологического дискомфорта в образовательных организациях, по мнению гигиенистов, являются условия новой цифровой внутришкольной среды и учебные перегрузки, которые могут проявляться в высоких уровнях тревожности. Цель исследования – оценить санитарно-эпидемиологическое благополучие школ, режим обучения и организацию учебного процесса в школах г. Челябинска и провести анализ реактивной и личностной тревожности учащихся 5–11-х классов (2037 школьников). Установлено, что 56,4 % организаций с удовлетворительными условиями пребывания и обучения относятся ко 2-й группе, а 0,6 % школ – к 3-й группе санитарно-эпидемиологического благополучия – с неудовлетворительными условиями пребывания. Выявлены высокие уровни реактивной тревожности у 35,7 % учащихся и личностной тревожности у 37,0 % обследованных школьников. Полученные результаты позволяют сформировать алгоритм реализации мониторинга управления санитарно-эпидемиологическим благополучием в школах для создания благоприятной цифровой среды.

**Ключевые слова:** санитарно-эпидемиологическое благополучие, цифровая среда, организация учебного процесса, психоэмоциональное состояние, реактивная и личностная тревожность.

Здоровьесберегающая деятельность в образовательной организации должна быть направлена на создание гигиенически рациональных и комфортных для участников образовательного процесса условий обучения. Мобильное образование, широкое использование информационно-коммуникационных технологий, интернет-ресурсов, дистанционное электронное образование, цифровая внутришкольная среда коренным образом изменили условия жизни современных школьников, что

привело к неконтролируемому контакту с внутришкольными факторами и к длительному нервно-психическому напряжению учащихся [1].

Анализ полученных данных и данных государственных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения свидетельствуют об ограниченном числе профилактических программных мероприятий в сфере охраны и укрепления здоровья школьников с учетом потребностей общества, особенностей региона и образовательных организаций, индивидуальных потребностей учащихся.

Таким образом, возникает необходимость систематизации полученных результатов мониторинга санитарно-эпидемиологического благополучия общеобразовательных организаций г. Челябинска с целью выявления психологических особенностей в уровнях тревожности обучающихся.

**Целью данного исследования** явилось проведение и анализ санитарно-эпидемиологического благополучия общеобразовательных организаций г. Челябинска в динамике трех лет (2016–2018 гг.) для обеспечения психологически комфортной цифровой внутришкольной среды.

Исследование проводилось на базе 176 школ г. Челябинска (общая численность учащихся составила 130 167 человек). Объектом углубленного исследования явились школьники 5–11-х классов, посещающие четыре образовательные организации. Под углубленным наблюдением находилось 2037 учащихся.

Гигиеническая оценка санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций изучалась с использованием форм федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», отраслевого статистического наблюдения № 9–14, № 9–17, № 9–18 «Сведения о санитарно-эпидемиологическом состоянии организаций для детей и подростков», № 1–18 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора».

Методика комплексной оценки санитарно-эпидемиологического благополучия в общеобразовательных организациях основана на выявлении соответствия между фактическим состоянием и существующими гигиеническими нормативами (СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях»). Среди приоритетных факторов санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций выделили: санитарное состояние образовательных организаций, уровень искусственной освещенности рабочих мест, состояние воздушно-теплого режима и школьной мебели, организацию учебно-воспитательного процесса.

Для получения информации об условиях обучения школьников изучалась проектная документация (8 единиц), акты проверок санитарного состояния (113 единиц), протоколы инструментальных и лабораторных испытаний, исследований (408 единиц), результаты санитарно-эпидемиологических экспертиз (176 единиц).

Углубленная оценка санитарно-эпидемиологического благополучия, организации учебного процесса и уровня тревожности проведена в четырех общеобразовательных организациях г. Челябинска: МБОУ СОШ № 15, № 53, № 137 и МАОУ СОШ № 97.

Оценка организации учебного расписания осуществлена путем исследования суммарной недельной нагрузки, продолжительности перемен, расписания уроков, количества учебных дней в неделю и наполняемости классов (84 единицы наблюдения).

Уровень реактивной и личностной тревожности оценивали у 346 учащихся совместно с психологами школ по методикам Б.Н. Филиппа, Ч.Д. Спилберга – Ю.Л. Ханина (1983).

В работе были использованы методы естественного гигиенического и лабораторного экспериментов, санитарно-статистический и математический.

При оценке санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций установлено, что 54,0–56,4 % организаций с удовлетворительными условиями пребывания и обучения относятся ко 2-й группе санитарно-эпидемиологического благополучия, где санитарно-гигиенические условия не в полной мере соответствуют действующим санитарно-эпидемиологическим правилам и гигиеническим нормативам. Третья группа санитарно-эпидемиологического благополучия с неудовлетворительными санитарно-эпидемиологическими условиями пребывания детей составила от 0,6 до 1,1 % случаев (табл. 1).

Таблица 1

Распределение образовательных организаций по группам санитарно-эпидемиологического благополучия

Наименование учреждения	Показатель	1-я группа			2-я группа			3-я группа		
		2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Общеобразовательные организации	абс.	74	77	80	98	95	95	2	1	1
	%	42,5	44,5	45,5	56,4	54,9	54,0	1,1	0,6	0,6
Темп роста	%	107,0			96,0			55,0		
Темп прироста	%	+7,0			-4,0			-45,0		

Наиболее частыми нарушениями в обследованных школах явились: неудовлетворительное санитарное состояние помещений, недостаточный уровень искусственной освещенности, нарушения в организации учебно-воспитательного процесса, несоответствие учебной мебели антропометрическим показателям учащихся.

В динамике трех лет отмечается тенденция улучшения показателей санитарно-эпидемиологического состояния образовательных организаций г. Челябинска, характеризующаяся увеличением удельного веса объектов с оптимальными санитарно-гигиеническими условиями обучения (1-я группа санитарно-эпидемиологического благополучия – на 3,5 %) и сокращением удельного веса образовательных организаций с неудовлетворительными условиями пребывания учащихся на 0,5 % (3-я группа санитарно-эпидемиологического благополучия).

За исследуемый период темп прироста/убыли составил +7,0 % (1-я группа санитарно-эпидемиологического благополучия), -4,0 % (2-я группа санитарно-эпидемиологического благополучия) и -45,0 % (3-я группа санитарно-эпидемиологического благополучия), а темп роста составил 107,0; 94,0 и 55,0 % соответственно.

Выявлено, что число организаций, отнесенных ко 2-й группе санитарно-эпидемиологического благополучия, практически не меняется, что вызывает настороженность в эффективности проводимых контрольно-надзорных мероприятий.

В результате обследования образовательных организаций выявлено, что 50 % школ расположены вблизи автомобильных дорог, в 25 % школ отмечена недостаточная площадь озеленения. Выявлены нарушения требований к внутренней отделке в 25 % учебных помещений школ: дефекты линолеумного покрытия, использование для отделки стен запрещенных материалов (бумажные обои), нарушения внутренней отделки помещений спортивного назначения. Недостаточная площадь спортивных залов зарегистрирована в 25 % школ, превышение наполняемости классов более 25 человек – в 50 %, нарушение режима проветривания учебных помещений и рекреаций – в 75 %.

Ведущим санитарно-гигиеническим фактором риска нарушений нервно-психического здоровья школьников также являются неблагоприятные условия микроклимата. Несоблюдение требований к воздушному режиму ухудшает восприятие и усвоение учебного материала, вызывая, в том числе, чувство неуверенности и тревожности [4] (рис. 1).

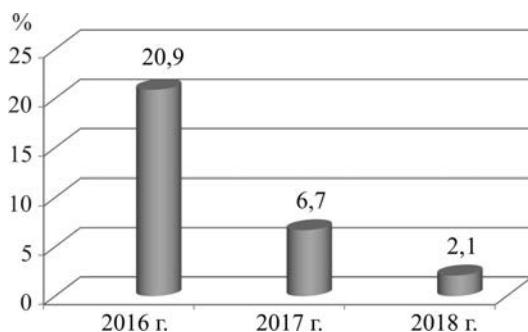


Рис. 1. Удельный вес замеров микроклимата, не соответствующих гигиеническим требованиям за 2016–2018 гг. (%)

При оценке параметров внутренней среды основных и вспомогательных помещений образовательных организаций выявлено, что нагревающий тип микроклимата отмечен в 2,1–20,9 % случаев, что, по мнению ряда авторов, вызывает нарушения нервной регуляции физиологических процессов и приводит к истощению нервных клеток [6].

Одной из значимых проблем современной школы является использование различных электронных устройств в образовательном процессе: персональных планшетов, компьютеров, ноутбуков, электронных книг, мобильных телефонов, аудиоплееров, что его превращает из традиционного в техногенный [5]. Тотальная цифровизация образования приводит к увеличению детей, страдающих близорукостью, одной из причин этого может быть и недостаточный уровень освещенности рабочего места [3] (рис. 2).

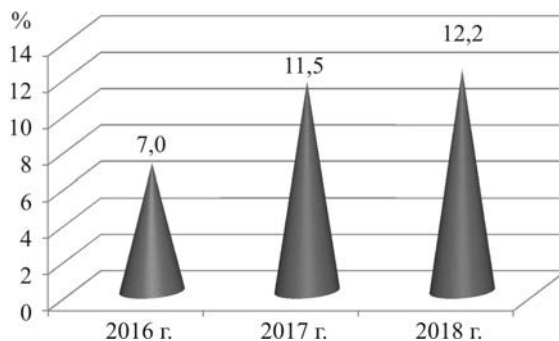


Рис. 2. Удельный вес нестандартных замеров искусственной освещенности на рабочих местах учащихся за 2016–2018 гг. (%)

В ходе лабораторно-инструментальных исследований, проведенных в общеобразовательных организациях в 2016–2018 гг., установлено, что удельный вес замеров уровня искусственной освещенности, не отвечающих гигиеническим нормам, увеличился на 5,2 % и составил 12,2 %. Отклонения выявлены в кабинетах русского языка и литературы (на 41–81 люкс от нормируемых), математики (на 15–31 люкс), физики (на 32–83 люкс), истории (на 95–126 люкс от нормы), химии (на 28–60 люкс), информатики (на 14–150 люкс), что не может не сказаться на восприятии зрительной информации, увеличивая вероятность прогрессирующего снижения остроты зрения в период обучения, и спровоцировать более раннее развитие утомления как со стороны зрительного анализатора, так и нервной системы в целом.

Причинами неудовлетворительной искусственной освещенности являются: несвоевременная замена перегоревших ламп, недостаточная мощность существующих сетей электроснабжения, а также сокращение времени использования искусственного освещения во время учебного процесса в целях энергосбережения.

Потенциальную опасность для здоровья детей представляют и широко используемые информационно-коммуникационные технологии, которые помимо традиционного обучения вызывают необходимость использования электронных устройств, являющихся источниками электромагнитного излучения [3]. По мнению гигиенистов, длительное воздействие электромагнитных полей является риском для здоровья обучающихся (рис. 3).

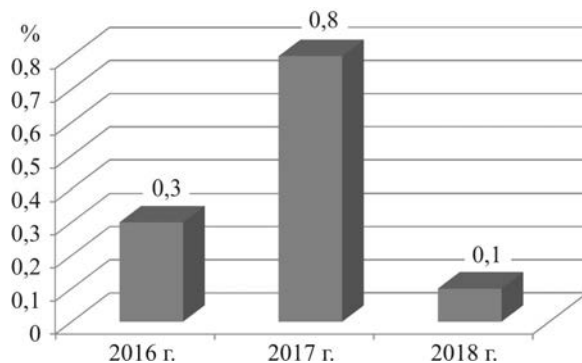


Рис. 3. Количество нестандартных замеров уровней электромагнитных полей за 2016–2018 гг. (% несоответствия)

Исследования выявили незначительный процент нарушений (0,1 %) – превышения уровней электромагнитных полей.

В современной школе все чаще внедряются новые специализированные и авторские программы, отличающиеся большой вариативностью, сопровождающиеся интенсификацией учебного процесса, увеличением суммарной учебной нагрузки, снижением физической активности и нарушением режима дня учащихся.

Как следует из полученных данных, учебная нагрузка в четырех обследованных школах не соответствует гигиеническим требованиям к режиму учебно-воспитательного процесса, установленным СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях».

При оценке учебных расписаний обследуемых образовательных организаций отмечены нарушения гигиенических требований по превышению учебной нагрузки, и несоответствие их физиологической работоспособности учащихся.

Максимальная величина учебной недельной нагрузки превышена во всех обследованных школах, и доля отклонений составила от 14,2 до 28,5 %. Наибольшее количество нарушений (50 %) выявлено в 10–11-х классах и превышает допустимую учебную нагрузку на 1–2 часа в неделю. Также выявлены нарушения с превышением допустимой учебной недельной нагрузки на один час в 7-х и 8-х классах.

В охране психического здоровья детей и подростков ведущая роль принадлежит психогигиене учебных занятий, в связи с тем, что на протяжении 11 лет учеба занимает основное время в жизни учащихся. Кроме этого, именно на эти годы приходится периоды, когда детский организм наиболее реактивен и подвержен невротизирующим влияниям. Серьезным фактором формирования неблагоприятной тенденции в здоровье учащихся остается учебно-воспитательный процесс, а именно его режим и организация (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Результаты исследования расписаний занятий в обследованных образовательных организациях (% от общего числа в динамике недели)

Школа	Удельный вес трудных предметов						Процент нарушений	
	день недели						кривых работо- способности	планировки уроков
	пн.	вт.	ср.	чт.	п.	сб.		
№ 15	20,5	26,8	22,2	26,7	17,2	25,8	26,0	6,0
№ 53	23,5	27,8	14,1	16,6	17,3	17,5	28,6	7,5
№ 97	25,2	14,8	15,0	11,1	16,4	21,1	20,5	14,3
№ 137	26,0	25,0	24,0	24,0	25,0	15,0	30,1	4,5
Итого	23,8	23,6	18,8	19,6	19,0	19,8	26,3	8,8

По данным анализа расписаний установлено нарушение распределения учебной нагрузки в течение недели практически по всем параллелям. Несоответствие гигиеническим нормам установлено в 26,3 % исследованных расписаний, которые составлены без учета недельной физиологической кривой работоспособности. Наиболее трудными и загруженными учебными занятиями днями являются: понедельник, вторник и суббота (период снижения работоспособности), а в среду и пятницу установлена минимальная учебная нагрузка у школьников (период максимальной работоспособности).

При оценке распределения учебной нагрузки в течение дня выявлены нарушения в 15,0 % случаев исследований расписаний уроков (предметы высокой степени сложности в течение дня ставятся первыми, то есть в период вработывания). В 10,0 % случаев отмечено включение предметов высокой трудности на 5–8-м уроках, когда наступает период снижения дневной работоспособности, в 7,0 % случаев предметы высокой степени сложности в течение дня поставлены последовательно (химия, математика, физика).

По данным многочисленных исследований до 80 % учащихся в современной школе подвержены неоправданному стрессу, который проявляется в психоэмоциональных переживаниях и тревожности [2].

К наиболее информативным показателям, позволяющим оценить психоэмоциональное состояние школьников, относится уровень (степень) тревожности [7]. В связи с этим проведена гигиеническая оценка уровня и степени тревожности учащихся в четырех школах города (рис. 4).

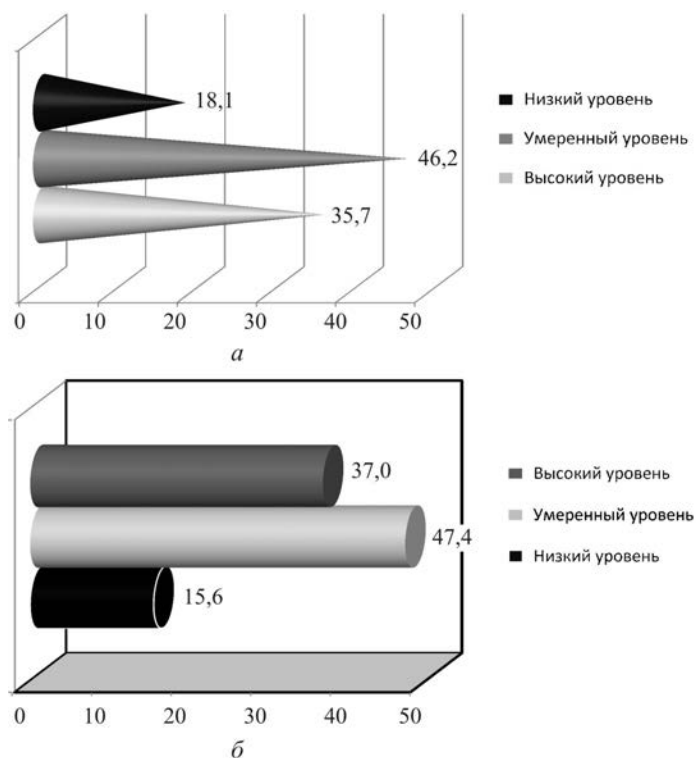


Рис. 4. Исследование уровня тревожности:  
 $a$  – реактивной;  $b$  – личностной

По результатам исследований выявлено, что у 35,7 % школьников наблюдается высокий уровень реактивной тревожности, число школьников с низким уровнем реактивной тревожности в два раза меньше (18,1 %). Состояние реактивной тревожности считается субъективным проявлением психологического благополучия, что является сигналом нарушения психической адаптации и адаптивных механизмов [7].

У обследованных школьников тревожность на психологическом уровне проявляется в виде беспокойства, озабоченности, нервозности, выражающейся в возникновении чувства беспомощности, бессилия, страха по отношению к неуспеваемости в учебе, к несвоевременному выполнению учебных заданий, к тяжелому осваиванию школьной программы. На физиологическом уровне у школьников происходит учащение дыхания, сердцебиения, повышение артериального давления, возрастание общей возбудимости, снижение порога чувствительности.

Выявлено, что у обучающихся 10–11-х классов по сравнению с остальными школьниками чаще встречается нарушение сна (в 77 % случаев), расстройство аппетита (в 32,2 %) и появление головных болей и головокружений (в 28,6 %).



По отношению к личностной тревожности установлена аналогичная тенденция. Высокий уровень личностной тревожности выявлен у 37,0 % респондентов, и низкий уровень – у 15,6 %.

С возрастом отмечается устойчивая тенденция к уменьшению в два раза числа учащихся с высоким уровнем как реактивной, так и личностной тревожности, что, вероятно, свидетельствует о стабилизации процессов социальной и психологической адаптации к образовательному процессу и факторам цифровой внутришкольной среды. Психосоциальная и психофизиологическая адаптация может выражаться как в успешности в обучении, так и провоцировать психосоматические расстройства у школьников.

**Выводы.** В результате проведенного мониторинга санитарно-эпидемиологического благополучия школ выявлено, что 56,4 % организаций с удовлетворительными условиями пребывания и обучения относятся ко 2-й группе санитарно-эпидемиологического благополучия и 0,6 % – к 3-й группе – с неудовлетворительными условиями пребывания.

Наиболее значимыми причинами психологического дискомфорта в образовательных организациях являются условия новой цифровой внутришкольной среды и учебные перегрузки, которые могут проявляться в высоком уровне реактивной и личностной тревожности.

Существенные нарушения выявлены в 25 % школ по санитарно-гигиеническому состоянию, в 2,1 % замеров микроклимат учебных помещений не соответствовал гигиеническим требованиям, нарушения требований к искусственному освещению выявлены в 12,2 % случаев. Гигиеническая оценка образовательного процесса определила: несоблюдение гигиенических регламентов максимальной учебной нагрузки и максимальное превышение его допустимого недельного плана на 1–2 часа, несоответствие распределения учебной нагрузки физиологической кривой работоспособности в течение дня и недели.

Выявленные неблагоприятные условия новой цифровой внутришкольной среды, учебные перегрузки и психофизиологические особенности обследованных школьников позволят разработать и предложить систему мониторинга на популяционном и индивидуальном уровне в образовательных организациях.

Систематизация полученной информации позволит сформировать алгоритм реализации мониторинга управления санитарно-эпидемиологическим благополучием в школах, включающий создание профилактической образовательной среды, оптимизацию учебного процесса на этапе коррекции и совершенствования образовательного процесса.

### Список литературы

1. Кучма В.Р. Гигиеническая безопасность гиперинформатизации жизнедеятельности детей // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (11). – С. 1056–1063.
2. Кучма В.Р. Теория и практика гигиены детей и подростков на рубеже тысячелетий. – М., 2001.
3. Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Ефимова Н.В. Интенсификация учебной деятельности детей в современных условиях // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – № 1. – С. 3–11.

4. Макарова Л.П., Соловьев А.В., Сыромятникова Л.И. Актуальные проблемы формирования здоровья школьников // Молодой ученый. – 2013. – № 12 (59). – С. 494–496.

5. Сетко Н.П., Садчикова Г.В. Современные подходы к охране психического здоровья детей и подростков (обзор литературы) // Оренбургский медицинский вестник. – 2016. – Т. 5, № 2. – С. 4–8.

6. Сетко А.Г., Терехова Е.А., Тюрин А.В. Социально-психологическая адаптация детей и подростков как критерий риска воздействия факторов внутришкольной среды // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 9 (306). – С. 39–42.

7. Чубаровский В.В., Лабутьева И.С., Кучма В.Р. Психические состояния у учащихся, подростков: ретроспективный анализ распространенности и пограничной психологической патологии // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 8 (293). – С. 50–53.

## Оценка уровней риска неканцерогенных эффектов у подростков в условиях воздействия загрязненного атмосферного воздуха

**Э.Р. Валеева, Г.А. Исмагилова, А.И. Зиятдинова**

Институт фундаментальной медицины и биологии  
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
г. Казань, Россия

Оценивался неканцерогенный риск здоровью подростков, обусловленный химическим компонентом окружающей среды. В условиях комбинированного воздействия наибольшую токсикологическую нагрузку испытывают основные критические органы-мишени: органы дыхания ( $HI = 3,04–2,36$ ), кровь ( $HI = 0,84–0,53$ ), заболевания характерны для общего развития организма и заболеваний ССС ( $HI = 0,63–0,55$ ), ЦНС ( $HI = 0,29–0,21$ ). Наибольшие значения риска неканцерогенных эффектов заболевания характерны для общего развития организма и заболеваний ССС практически одинаковые и наблюдаются в Кировском ( $HI = 0,63$ ) и Приволжском ( $HI = 0,62$ ) районах. Суммарный риск развития неканцерогенных эффектов среди подростков обусловленный химическими веществами, поступающими с атмосферным воздухом, соответствует среднему уровню. Веществами, вкладывающими основной процент в риск развития, являются углерод (сажа), взвешенные вещества ( $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$ ), азота диоксид, оксид углерода, формальдегид.

**Ключевые слова:** неканцерогенный риск, здоровье, подростки, атмосферный воздух, органы-мишени.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) загрязнение воздуха является самым крупным в мире экологическим риском для здоровья. Наиболее чувствительным контингентом к действию неблагоприятных факторов окружающей среды являются чувствительные группы населения, в частности подростки, здоровье

и ответные функциональные реакции организма которых могут служить надежным индикатором экологического благополучия региона [1, 2, 6, 8, 11]. Национальные приоритеты должны определяться на основе региональной оценки связанных со здоровьем аспектов химической безопасности, в особенности возникающих вопросов по контролю качества объектов окружающей среды. В настоящее время химический компонент окружающей среды является постоянно действующим фактором на организм человека, и минимизация и обоснование приемлемого уровня риска лежит в основе обеспечения безопасности на международном, национальном и региональном уровнях [3, 13, 14]. Вопросы длительного воздействия низких концентраций химических веществ, в том числе низкодозовое воздействие, в плане возможно скрытых, отдаленных во времени изменений в организме становятся все актуальнее и чаще привлекают внимание исследователей [4, 12, 13, 15].

На сегодняшний день Республика Татарстан (РТ) заняла пятое место в списке наиболее развитых промышленных регионов России, притом, что они входят в группу с диверсифицированной экономикой (Татарстан и Свердловская область). Индекс промышленного производства в Казани по итогам 2018 г. составил 104,8 %. Татарстан занял четвертое место в рейтинге российских регионов по качеству жизни. Исследователи отметили, что 10 регионов-лидеров, среди которых и Татарстан, дают стране половину внутреннего регионального продукта, 40 % оборота торговли и 40 % инвестиций. Население Казани составляет 1,133 млн человек. Казань является городом-миллионером и занимает седьмое место по численности населения РФ. Для Казани характерен достаточно высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, складывающийся из выбросов, как из стационарных, так и из передвижных источников [7].

**Цель исследования** – оценка неканцерогенного риска и выявление патологических изменений со стороны органов и систем у подростков, проживающих в условиях техногенного фактора среды.

Характер загрязнения атмосферного воздуха, городов ксенобиотиками обусловлен спецификой промышленных предприятий, размещенных в разных климатогеографических и экономических зонах, что диктует необходимость регионального подхода при изучении степени воздействия техногенных загрязнителей и является основанием для анализа влияния ряда социально-экономических факторов на состояние здоровья подрастающего поколения [2, 10]. Основная масса суммарных выбросов загрязняющих веществ от предприятий республики приходится на город Казань (табл. 1).

Таблица 1

Динамика выбросов вредных веществ в атмосферу по РТ и г. Казани (тыс. тонн) [4]

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Республика Татарстан (РТ)	617,5	618,6	666,9
Казань	104,2	106,4	107,3
<i>Промышленность</i>			
Республика Татарстан	293,6	293,6	338,2
Казань	29,4	32,0	32,0
<i>Автотранспорт юридических лиц (физических лиц)</i>			
Республика Татарстан	73,8 (250,1)	74,1 (250,9)	254,9
Казань	15,8 (59,0)	15,9 (58,5)	59,7

Ежегодно в атмосферный воздух города выбрасывается порядка 360 видов химических загрязняющих веществ общей массой около 104–107 тысяч тонн, где доля промышленных выбросов в общем загрязнении составляет 29,4–32 тысяч тонн [4]. Среди примесей, ухудшающих качество воздуха в городе, – токсичные вещества первого и второго классов опасности (хром, бензол, фенол, акролеин, формальдегид) и вещества, обладающие низким порогом раздражающего действия (сероводород, аммиак, едкий натр и т.п.). Более 67,5 % всех выбросов стационарных источников формирует ОАО «Казаньоргсинтез», порядка 10,0 % – ТЭЦ-1. Существенное загрязнение создают ТЭЦ-2, МУП ПО «Казэнерго», ООО «Казанский комбинат силикатных стеновых материалов».

Таблица 2

Сведения о массе выбросов, поступающих в атмосферу от промышленных предприятий основных отраслей Республики Татарстан [4]

Параметр	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Республика Татарстан	579,7	605,4	633,4	617,5	618,6	666,9	–
Казань	99,9	102,8	106,8	104,2	106,4	107,3	–
<i>Промышленность</i>							
Республика Татарстан	277,9	288,1	298,1	293,6	293,6	338,2	285,9
Казань	30,6	29,3	29,0	29,4	32,0	32,0	32,4
<i>Автотранспорт (юридических лиц и физических лиц)</i>							
Республика Татарстан	301,8	317,3	335,3	323,9	325,0	328,7	371,7
Казань	69,3	73,5	77,8	74,8	74,4	75,3	–

Оценка неканцерогенного риска осуществлялась по результатам исследований, выполненных на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» согласно руководству по оценке риска для здоровья населения (Р 2.1.10.1920-04). Анализ экспозиции химических веществ путем ингаляции проводился с использованием оценки хронического суточного потребления (ADDch) с использованием стандартных формул [10]. Неканцерогенный риск оценивали на основании коэффициентов опасности ( $HQ$ ) для каждого вещества с использованием стандартных и региональных факторов экспозиции на уровне медианы ( $Me$ ) – обычный диапазон экспозиции и 95-го перцентиля ( $P_{95}$ ) – максимально разумная экспозиция (1):

$$\sum HQ = \frac{ADD}{RfD}, \quad (1)$$

где  $RfD$  – безопасный уровень воздействия для каждого из веществ ( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ )  
Суммарные коэффициенты опасности ( $HI$ ) рассчитывали по формуле (2):

$$THI = \sum HQ. \quad (2)$$

Характеристика общетоксических эффектов выполнена на основе коэффициентов опасности ( $HQ$ ) отдельных веществ и суммарных индексов опасности ( $HI$ ) для веществ с однонаправленным механизмом действия [7]. За допустимый уро-

вень неканцерогенных эффектов принимали значения  $HI$  от 1,1 до 3,0, диапазон значений  $HI$  от 3 до 6 рассматривали как настораживающий уровень риска, а  $HI$  выше 6 – как высокий. Современным и более точным подходом оценки возникновения патологических изменений в организме считаются вероятностные подходы на основе оценки риска для здоровья в результате воздействия химических веществ, исходя из среднегодовых концентраций и их верхних 95%-ных доверительных границ, установленных по среднесуточным концентрациям в объектах окружающей среды [14].

Риск развития неканцерогенных эффектов у подростков от воздействия загрязнения атмосферного воздуха оценивали согласно Р 2.1.10.1920-04 [10] по коэффициентам опасности. Расчет суточных доз при ингаляционном воздействии веществ осуществляли по данным мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» за период с 2007–2017 гг.

Установлено, что наибольший вклад в суммарную величину риска ( $HI$ ) вносят: оксид углерода, формальдегид, диоксид азота, взвешенные частицы  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$  и углерод (сажа). Все изучаемые вещества не превышают порога коэффициента опасности, однако их сумма выявила высокие значения рисков в Приволжском ( $HI = 3,23$ ), Кировском ( $HI = 3,04$ ), Советском ( $HI = 2,66$ ) и Вахитовском ( $HI = 2,61$ ) районах (табл. 3).

Таблица 3

Результаты оценки суммарного риска неканцерогенных эффектов от химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, для подростков г. Казани (по районам) районов

Вещество	Район			
	Кировский	Приволжский	Советский	Вахитовский
Азота диоксид	0,57	0,45	0,53	0,56
Серы диоксид	0	0	0,0007	0
Углерода оксид	0,27	0,21	0,27	0,24
Углерод (сажа)	0,71	0,36	0,62	0,54
Взвешенные вещества	0,44	0,45	0,43	0,40
Взвешенные частицы $PM_{10}$	0,36	0,41	0,27	0,30
Взвешенные частицы $PM_{2,5}$	0,54	0,58	0,40	0,43
Бензин	0,01	0,002	0,01	0,01
Формальдегид	0,11	0,08	0,09	0,10
Бенз(а)пирен	0	0,66	0	0
Бензол	0,0003	0	0	0,00012
$HI$	3,04	3,23	2,66	2,61

Установлено, что наибольший вклад в суммарную величину  $HI$  вносят: оксид углерода, формальдегид, диоксид азота, взвешенные частицы  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$  и углерод (сажа). Коэффициент опасности по оксиду углерода превышен в 3 раза в Кировском, Вахитовском, Советском районах. Остальные вещества не превышают порога коэффициента опасности, однако их сумма выявила высокие значения рисков в Приволжском ( $HI = 3,23$ ), Кировском ( $HI = 3,04$ ), Советском ( $HI = 2,66$ ) и Вахитовском ( $HI = 2,61$ ) районах (табл. 4).

Таблица 4

Суммарные коэффициенты опасности (*HI*) общетоксического воздействия при комбинированном воздействии химических веществ для здоровья подростков по отдельным районам г. Казани

Критические органы и системы	Район			
	Кировский	Приволжский	Советский	Вахитовский
Органы дыхания	3,04	2,36	2,38	2,37
Кровь	0,84	0,66	0,53	0,81
Сердечно-сосудистая	0,63	0,62	0,55	0,55
Развитие	0,27	0,87	0,55	0,55
ЦНС	0,28	0,21	0,28	0,25
Системный	0,71	0,36	0,62	0,54
Зубы	0,71	0,36	0,62	0,54
Смертность	1,35	1,45	1,12	1,13
Глаза	0,13	0,08	0,10	0,11
Печень	0,01	0,003	0,01	0,011
Почки	0,01	0,003	0,01	0,011
Иммунная система	0,11	0,74	0,09	0,108
Рак	0,00	0,66	0,000	0,00
<i>HI</i>	8,14	8,43	6,90	7,01

В условиях комбинированного воздействия наибольшую токсикологическую нагрузку испытывают основные критические органы-мишени: органы дыхания ( $HI = 3,04-2,36$ ), кровь ( $HI = 0,84-0,53$ ), заболевания, характерные для общего развития организма и заболеваний ССС ( $HI = 0,63-0,55$ ), ЦНС ( $HI = 0,29-0,21$ ) (рисунок).

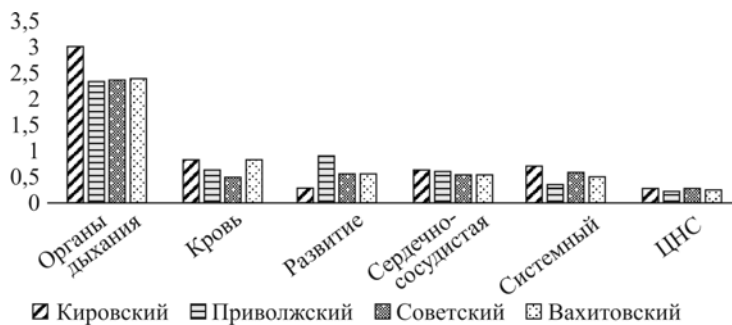


Рис. Суммарные индексы опасности для отдельных органов и систем для подростков в точках мониторинга

Распределение значений коэффициента опасности для органов дыхания по районам города показало  $HI = 3,04$  (Кировский район),  $HI = 2,37$  (Вахитовский),  $HI = 2,38$  (Советский) и  $HI = 2,36$  (Приволжский), что является высокими уровнями риска. Общетоксическое влияние химических веществ на заболевания крови распределилось следующим образом: Кировский и Вахитовский являются лидерами, где  $HI = 0,84$  и  $HI = 0,81$  соответственно, далее Приволжский район ( $HI = 0,66$ ) и Советский ( $HI = 0,53$ ). Наибольшие значения риска неканцерогенных эффектов заболевания характерны для общего развития организма и заболеваний ССС, практически одинаковые и наблюдаются в Кировском ( $HI = 0,63$ ) и Приволжском ( $HI = 0,62$ ),

в остальных районах риск составил 0,56–0,55. По влиянию химических веществ на ЦНС в Кировском и Советском районах города значения одинаковые и составили  $HI = 0,28$ . В Советском и Приволжском районах значения приближены  $HI = 0,26–0,21$ . Отличие по заболеванию общего развития организма по Приволжскому району, которое составило  $HI = 0,87$ , что явилось наибольшим значением среди анализируемых районов. Самые низкие уровни риска развития неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном поступлении химических веществ проявились во влиянии на глаза, печень, почки, красный мозг, репродуктивную, гормональную систему. Риск смертности по изучаемым районам показал, что во всех районах города следующие показатели: Приволжский и Кировский  $HI = 1,45$  и  $1,35$  соответственно; Вахитовский  $HI = 1,13$ , Советский районах  $HI = 1,12$  (табл. 5).

Таблица 5

Ранжирование основных химических веществ по вкладу в суммарный коэффициент опасности, %

Вещество	Район			
	Кировский	Приволжский	Советский	Вахитовский
Азота диоксид	19,72	13,93	19,92	21,45
Углерода оксид	9,34	6,50	10,15	9,19
Углерод (сажа)	24,56	11,14	23,30	20,68
Взвешенные вещества	15,22	13,93	16,16	15,32
Взвешенные частицы $PM_{10}$	12,45	12,69	10,15	11,49
Взвешенные частицы $PM_{2,5}$	18,68	17,95	15,03	16,47
Бенз(а)пирен	0	16,09	0	0
Остальные вещества	0,03	6,0	5,29	5,39
$HI$	3,04	3,23	2,66	2,61

Долевой вклад химических веществ показал, что первое ранговое место влияния на возникновение негативных эффектов для здоровья подростков занимает азота диоксид, который составил 21,45 % в Вахитовском районе, тогда как в Кировском и Советских районах высокий показатель у углерода (сажа) – 24,56 и 23,30 % соответственно. На третьем месте взвешенные частицы  $PM_{2,5}$ , и разброс значений по районам составил 18,68–15,03 %. Представленные выводы о медицинских аспектах загрязнения воздуха, согласно проектам REVIHAAP и HRAPIE ВОЗ/ЕК, подтверждают, что наружное загрязнение воздуха является важным фактором риска для здоровья и ведущей причиной болезней и смертности во всем мире. Загрязнение  $PM$  вносит значительный вклад в формирование бремени болезней, сокращая среднюю продолжительность жизни от 9 месяцев. В недавно опубликованном исследовании, посвященном глобальному бремени болезней, загрязнение атмосферного воздуха мелкими  $PM$  занимает восьмое место в структуре ведущих факторов риска – до 3,2 млн преждевременных случаев смерти в мире ежегодно [6, 8, 16].

При анализе данных ранжирование основных химических веществ по вкладу в суммарный коэффициент опасности в Приволжском районе имели свои особенности распределения. Веществами, вкладывающими основной процент в риск развития неканцерогенных эффектов, являются взвешенные частицы  $PM_{2,5}$  (17,95 %), второе место занимает бенз(а)пирен (16,09 %), третье место – азота диоксид (13,93 %). На долю остальных веществ приходятся небольшие значения, где 6,0; 5,29 и 5,39 % в Приволжском, Советском и Вахитовских районах соответственно.

Оценка риска для подростков, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха, показала, что наибольший вклад в суммарную величину *HI* при ингаляционном поступлении вносят: азота диоксид, который составил 21,45 % в Вахитовском районе, тогда как в Кировском и Советских районах – углерод (сажа) – 24,56 и 23,30 % соответственно. Третье место занимают взвешенные частицы  $PM_{2,5}$ , и разброс значений по районам составляет от 15,03 до 18,68 %. Настораживающий уровень риска для подростков определяется в Приволжском ( $HI = 3,23$ ) и Кировском ( $HI = 3,04$ ) районах. На втором месте общетоксического влияния химических веществ определялся риск заболевания крови. Общетоксическое воздействие химических веществ на ЦНС во всех изучаемых районах города находилось при хроническом ингаляционном поступлении химических веществ, проявилось во влиянии на глаза, печень, почки, иммунную системы. Суммарный риск развития неканцерогенных эффектов у подростков при поступлении химических веществ с атмосферным воздухом соответствует среднему уровню. Веществами, вкладывающими основной процент в риск развития неканцерогенных эффектов, являются углерод (сажа), взвешенные вещества ( $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$ ), азота диоксид, оксид углерода, формальдегид.

### Список литературы

1. Актуальные проблемы в системе государственного регулирования химической безопасности / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Х.Х. Хамидулина, Н.С. Скворцова, Т.Н. Унгурияну, С.В. Иванова // Гигиена и санитария. – 2013. – № 4. – С. 74–78.
2. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 4–13.
3. Гармонизация с международными подходами методических документов по методам оценки мутагенных свойств химических факторов окружающей среды / В.С. Журков, С.М. Новиков, Л.П. Сычева, Ф.И. Ингель, Л.В. Ахальцева, В.В. Юрченко // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 49–52.
4. Новиков С.М., Унгурияну Т.Н. Оценка химического воздействия на работающее население в моногородах // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 74–78.
5. О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2016 г.: Государственный доклад. – Казань, 2017. – 508 с.
6. Основные выводы о медицинских аспектах загрязнения воздуха: проекты REVINAAP и hrapie ВОЗ/ЕК / М.Е. Héroux, М. Braubach, N. Korol, M. Krzyzanowski, E. Paunovic, I. Zastenskaya // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 9–14.
7. Оценка риска для здоровья населения города Казани от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух (по данным лабораторных исследований различных ведомств) / В.В. Гасилин, Е.П. Бочаров, А.А. Айзатуллин, Д.М. Игнатьев // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 3. – С. 41–45.
8. Потенциал государств-членов Европейского региона ВОЗ в области предотвращения негативных эффектов химических веществ на здоровье населения и меры по его укреплению / I. Zastenskaya, M. Braubach, M.E. Héroux, N. Korol, E. Paunovic // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 11–15.
9. Просвирякова И.А., Шевчук Л.М. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц и  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 14–22.



10. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
11. Рахманин Ю.А. Актуализация проблем экологии человека и гигиены окружающей среды и пути их решения // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 4–8.
12. Рахманин Ю.А. Гигиеническая оценка атмосферного воздуха в районах с различной степенью развития дорожно-автомобильного комплекса // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (12). – С. 1117–1121.
13. Рахманин Ю.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–11.
14. Флетчер Р. Клиническая эпидемиология // Основы доказательной эпидемиологии. – М.: Медиа Сфера, 1998. – 352 с.
15. Хорпякова Т.В., Пасечная О.М. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха и аэротехногенного риска для здоровья населения // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – № 3. – С. 914–918.
16. Air Qual Atmos Health Health risk associated with potential source regions of PM 2.5 in Indian cities / S.K. Sahu, H. Zhang, H. Guo [et al.]. – 2019. – № 12. – P. 327.

## **Гигиеническая оценка параметров освещенности учебных кабинетов, ориентированных на северные и южные стороны горизонта, и прогнозирование рисков нарушений здоровья школьников**

**Н.А. Зубцовская, И.И. Новикова, Ю.В. Ерофеев,  
М.А. Лобкис, М.А. Кузьменко, Г.П. Ивлева**

ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»  
Роспотребнадзора,  
г. Новосибирск, Россия

В рамках задач исследования были проведены работы по изучению влияния факторов школьной среды на функциональное состояние обучающихся. Исследование выполнено на примере искусственно сформированных модельных условий на базе общеобразовательной организации г. Екатеринбурга. В ходе исследования была дана оценка фактических и модельных условий обучения школьников в общеобразовательной организации, проанализированы показатели здоровья школьников, проведено динамическое наблюдение во время образовательного процесса за функциональным состоянием школьников (напряжение зрительного анализатора). В процессе исследования не выявлены риски повышенного напряжения зрительного анализатора в ходе учебного дня во время занятий в режиме первой смены в учебных кабинетах, ориентированных на северо-восток, юг, при

достаточном уровне искусственного освещения, в отличие от кабинета, ориентированного на северо-запад.

**Ключевые слова:** риск, факторы школьной среды, освещенность.

Среди комплекса факторов риска, способствующих развитию «школьно-обусловленной» патологии, помимо значительной учебной нагрузки, недостаточной двигательной активности, неадекватного питания в течение всего периода обучения, следует выделить такие факторы внутришкольной среды, как состояние воздушно-теплового режима, обеспеченность мебелью, соответствующей росту-возрастным особенностям детского организма, и, в особенности, состояние световой среды.

Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных ученых подтверждается негативное влияние недостаточной освещенности на здоровье школьников, работоспособность, настроение, общее самочувствие и формирование рефракции глаза [4, 10, 11, 12]. Свет имеет огромное значение в профилактике заболеваний органа зрения и возникновения зрительного утомления, непосредственно влияет на процесс и качество обучения, но естественного освещения не всегда достаточно для поддержания оптимальных требований. Поэтому очень важно обеспечить гигиенически рациональную и комфортную световую среду в школе за счет искусственных источников освещения [4, 7–10]. Согласно СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» все учебные помещения должны иметь естественное освещение. В учебных помещениях следует проектировать боковое естественное левостороннее освещение. Не допускается направление основного светового потока спереди и сзади от обучающихся. Окна учебных помещений должны быть ориентированы на южные, юго-восточные и восточные стороны горизонта. На северные стороны горизонта могут быть ориентированы окна кабинетов черчения, рисования, а также помещение кухни. Ориентация кабинетов информатики – на север, северо-восток. В то же время анализ зарубежных нормативных актов, регламентирующих параметры световой среды в детских организациях, выявил отсутствие в них критериев проекции потоков естественного освещения, обязательной ориентации окон и понятия инсоляции света. Для зарубежных стран важен факт наличия источника дневного света не только для лучшей зрительной визуализации, но и лучшей энергоэффективности освещения учебных учреждений и психоэмоционального ощущения комфорта [1, 2, 5, 6].

**Цель работы** заключалась в оценке условий воспитания и обучения в учебных кабинетах как северной, так и южной ориентации посредством изучения напряжения зрительного анализатора у школьников.

**Материалы и методы.** Объект исследования – школьники 7-х классов (всего 88 человек, в том числе для клинических испытаний было отобрано 30 человек, принцип отбора – отсутствие нарушений слуха и зрения, наличие мотивированного согласия родителей на проведение эксперимента). Клинические исследования детей проводилось с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р-52379-2005 «Надлежащие клинические практики».

Для осуществления поставленных задач использовались следующие методы:

1) клинические – визиометрия, объем абсолютной аккомодации, контрастная чувствительность, рефрактометрия. Для проведения исследований применялся авторефрактометр (производство Германия).

2) гигиенические – инструментальные замеры параметров естественной и искусственной освещенности. Для исследований использовалось поверженное оборудование аккредитованной лаборатории: люксметр-пульсометр, прибор комбинированный ТКА-ПКМ-02, дальномер лазерный MetroCondrol. Оценка умственной работоспособности проводилась с помощью таблиц Шульте, психоэмоционального состояния – с помощью теста Люшера.

Для оценки здоровья обучающихся в данной школе была проведена выкопировка данных по группам здоровья, группам занятий физической культурой, физическому развитию, распространенности хронических заболеваний, нарушений слуха, осанки и зрения, плоскостопия ( $n = 2559$ ). Источник информации – ф № 026-у «Медицинская карта ребенка для образовательных учреждений дошкольного начального общего, среднего (полного) общего образования, учреждений начального и среднего профессионального образования, детских домов и школ-интернатов».

Для отбора детей в экспериментальную группу была однократно проведена визиометрия у 88 учащихся 7-х классов. Обследование проводилось по таблицам Головина – Сивцова, вставленным в осветительный ящик. Таблицу располагали на расстоянии 5 м от ребенка. Оценка изменения зрительного напряжения проводилась с помощью рефрактометрии и объема абсолютной аккомодации, контрастной чувствительности, стереозрения при естественном, искусственном и совмещенном освещении.

Рефрактометрия проводилась с помощью авторефрактометра, определялся сферический и цилиндрический компонент рефракции с шагом 0,12 диоптрии, монокулярно. Определение объема абсолютной аккомодации проводилось по общепринятой методике при помощи линейки и тестовой марки в виде кольца Ландольта. При оценке контрастной чувствительности использовалась кусочно-синусоидальная решетка. Методика определения контрастной чувствительности заключалась в определении контраста, с уровня которого ребенок различал линии в каждом частотном диапазоне. Чем ниже напряжение зрительного анализатора, тем меньшее значение контраста различается сетчаткой.

В ходе исследования проводились инструментальные замеры естественной ( $n = 116$ ) и искусственной ( $n = 554$ ) освещенности в учебных классах, оценка светотехнических и геометрических показателей ( $n = 24$ ), расчет показателей, характеризующих уровень комфорта обучения ( $n = 8$ ). Коэффициент отражения световых лучей определялся при помощи программного средства по зафиксированному цвету оцениваемых поверхностей в классе. Измерения искусственной освещенности, коэффициента пульсации проводились в модельных кабинетах на каждом рабочем месте ученика, на рабочем месте преподавателя, на поверхности школьной доски. По каждому кабинету от 29 до 33 точек измерения. Показатель дискомфорта *UGR* рассчитывался инженерным методом с помощью программных средств на основе фотометрических данных и расположения светильников, с перерасчетом соотношения показателя ослепленности и показателя дискомфорта.

Для проведения исследования были подготовлены три модельных учебных класса, отличающихся друг от друга ориентацией окон. Модельный кабинет № 1 – боковое левостороннее освещение, северо-восточная ориентация; кабинет № 2 – боковое левостороннее освещение – южная ориентация; кабинет № 3 – боковое левостороннее освещение, северо-западная ориентация.

**Результаты и их обсуждение.** По данным медицинских осмотров (май 2018 г.) установлено, что 94,8 % школьников из 2559 осмотренных имели гармоничное фи-

зическое развитие, у 4 % школьников отмечалась избыточная масса тела, 1 % имел дефицит массы тела и 0,2 % учащихся имели низкий рост. К первой группе здоровья отнесено 16,7 % школьников; ко второй – 73,2 %; к 3-й – 10,1 %. К основной группе занятий физической культурой отнесено 74,2 % детей, подготовительной – 25,8 %, нуждающихся в ЛФК по результатам м/о не выявлено. 32 % школьников отнесены к группе часто и длительно болеющих детей. У 821 школьника (32,5 %) выявлено нарушение осанки, у 514 (20,3 %) – нарушения зрения.

Замечаний по организации питания не выявлено, цикличное меню горячих завтраков обеспечивает энергетическую и биологическую ценность горячих завтраков в соответствии с физиологическими потребностями школьников, в меню включены продукты, обогащенные витаминами и микроэлементами. Показатель охвата школьников горячим питанием составляет 95,1 %, в том числе по школьникам 1–4-х классов – 100 %, 5–11-х классов – 91,9 %.

Модельный кабинет № 1 – площадь 119 м<sup>2</sup>. Искусственное освещение обеспечено светодиодными светильниками со светорассеивающей арматурой в количестве 32 ед. Общая мощность светильника 28 Вт. Индекс цветопередачи > 80. Дополнительное искусственное освещение обеспечено настенными люминесцентными лампами ЛВО 4x18-CSVT CSVT. Арматура светорассеивающая. Индекс цветопередачи  $Ra < 75$ . Коэффициент отражения: пол (светлый линолеум) – 85 %, парты (белые) – 96 %, панели (светло желтые) – 94 %, потолок (белый) – 96 %. Уровень искусственной освещенности на рабочих поверхностях составлял 922–1200 Лк. Уровень освещенности на доске 920 Лк. В течение дня уровень совмещенной освещенности составлял 1090–1550 Лк. Коэффициент пульсации, дискомфорта и показатель яркости соответствовал гигиеническим нормативам.

В ходе клинико-диагностических исследований было установлено, что контрастная чувствительность в первом измерении утром (до начала уроков, без естественного освещения) у 3 детей была снижена, в течение учебного дня у всех детей чувствительность восстановилась. Психоэмоциональное состояние детей в 70 % от общего числа наблюдений свидетельствовало о стабильно благоприятном психоэмоциональном состоянии. В 40 % наблюдений скорость выполнения теста (таблицы Шульте) существенно возрастала к концу учебного дня.

Модельный кабинет № 2 – площадь 77 м<sup>2</sup>. Ориентация – южная. Искусственное освещение обеспечено люминесцентными лампами ЛВО 4x18-CSVT CSVT; индекс цветопередачи  $Ra < 75$ , общая мощность одного светильника 72 Вт. Дополнительно установлены настенные люминесцентные светильники в количестве 2 шт. Классная доска софитами не оборудована. Коэффициент отражения: пол (светлый линолеум) – 81 %, парты (цвет дерева) – 64 %, панели (светло зеленые) – 77 %, потолок (белый) – 96 %. Уровень искусственной освещенности на рабочих поверхностях составлял 1070–1940 Лк. Уровень освещенности доски составлял 1110 Лк. В течение учебного дня уровень совмещенной освещенности составлял 1000–4500 Лк. Коэффициент пульсации, дискомфорта и показатель яркости соответствовал гигиеническим нормативам.

В ходе клинико-диагностических исследований была зафиксирована стабильная миопическая рефракция у одного учащегося с нарушением остроты зрения. Контрастная чувствительность была снижена у 5 учащихся (до начала уроков, без естественного освещения), в течение учебного дня у всех детей чувствительность восстановилась. Результаты анализа динамики устойчивости внимания и ра-

ботоспособности: качество выполнения теста (таблицы Шульте) в течение дня имело отрицательную динамику у одного ребенка.

Модельный кабинет № 3 – площадь 62 м<sup>2</sup>. Ориентация – северо-западная. Естественный свет – боковой левосторонний. Искусственное освещение обеспечено люминесцентными лампами ЛВО 4x18-CSVT CSVT; индекс цветопередачи  $Ra < 75$ , общая мощность одного светильника 72 Вт. Классная доска софитами не оборудована. Коэффициент отражения: пол (светлый линолеум) – 81 %, парты (цвет дерева) – 64 %, панели (светло бежевые) – 87 %, потолок (белый) – 96 %. Уровень искусственной освещенности на рабочих поверхностях составлял 570–1020 Лк. Уровень освещенности на вертикальной поверхности доски 485 Лк, что не соответствует оптимальным требованиям (500 лк). В течение дня уровень совмещенной освещенности составлял 820–1350 Лк. Коэффициент пульсации, дискомфорта и показатель яркости соответствовал гигиеническим нормативам.

В ходе клинико-диагностических исследований было установлено, что у 7 из 10 учащихся группы наблюдения было выявлено усиление рефракции в виде миопизации, в том числе у 3 из них увеличение степени миопии зафиксировано при отсутствии естественного освещения, т.е. к моменту начала занятий. У 4 выявлено снижение уровня контрастной чувствительности в течение учебного дня. Таким образом, у 7 из 10 учащихся выявлено избыточное напряжение зрительного аппарата. В 27,8 % наблюдений эффективность работы школьников к концу учебного дня характеризовалась как умеренно или выражено сниженная.

В ходе статистической обработки данных были выявлены статистически значимые коэффициенты корреляции в системе «условия обучения – физиологические реакции организма»: 1) между дефицитом естественного света и выраженностью напряжения зрительного анализатора ( $r = 0,52$ ;  $p < 0,05$ ); 2) между дефицитом естественного света и снижением умственной работоспособности, психоэмоциональным напряжением ( $r = 0,66$ ;  $p < 0,05$ ).

#### **Выводы:**

1. Физиологические реакции, свидетельствующие о напряжении зрительного анализатора, обусловленное дефицитом естественного света в темное время суток при уровне искусственной освещенности рабочей поверхности более 1000 Лк, свидетельствуют о невозможности адекватного восполнения дефицита естественного света светом искусственным (люминесцентные, светодиодные источники).

2. При достаточном уровне искусственной освещенности возможна ориентация окон учебных классов и кабинетов на северо-восточную сторону горизонта, что в настоящее время не предусмотрено действующими санитарными нормами и правилами.

3. Организация обучения в кабинетах с северо-западной ориентацией окон увеличивает риски повышенного напряжения зрительного анализатора.

#### **Список литературы**

1. Энергосбережение при нормировании освещения [Электронный ресурс] / Е.Н. Довгало, О.Ю. Смирнова, В.Д. Никитин, Я.А. Кунгс, В.Р. Завей-борода // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoberezhenie-pri-normirovanii-osvescheniya> (дата обращения: 26.11.2018).

2. Кононов И.Д. Разработка и реализация программы по энергосбережению. Комплекс наглядно демонстрационных мер по энергосбережению в бюджетном

секторе (в школах, больницах, детских садах, прочее) [Электронный ресурс]. – URL: <https://ido.tsu.ru/energy/files/novosibirsk/konov.pdf> (дата обращения: 04.03.2019).

3. СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2011/03/16/sanpin-dok.html> (дата обращения: 10.12.2018).

4. Текшева Л.М., Звездина И.В. Методические подходы к гигиенической оценке общего искусственного освещения учебных помещений с различными источниками света на основании ответной реакции сердечно-сосудистой системы школьников [Электронный ресурс] // Гигиена и санитария. – 2014. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-gigienicheskoy-otsenke-obshego-iskusstvennogo-osvescheniya-uchebnyh-pomescheniy-s-razlichnymi-istochnikami> (дата обращения: 26.11.2018).

5. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 261-ФЗ от 23.11.2009 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_93978](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978) (дата обращения: 15.01.2019).

6. Шевченко А.С. Энергоэффективное освещение в школах – путь к сохранению здоровья учащихся: [Электронный ресурс] // Энергосовет. – 2011. – № 6 (19). – URL: [http://www.energosovet.ru/bul\\_stat.php?idd=243](http://www.energosovet.ru/bul_stat.php?idd=243) (дата обращения: 19.11.2018).

7. Dr. Littlefair P., Dr. Ticleanu C. Lighting and Health in Education [Электронный ресурс] // Conference «Lighting for Health and Wellbeing» / BRE Environment, Building Technology Group. – URL: [http://lightingforhealthandwellbeing.com/downloads/09.30\\_Lighting\\_and\\_Health\\_in\\_Education\\_Paul\\_Littlefiar\\_Cosmin\\_Ticleanu.pdf](http://lightingforhealthandwellbeing.com/downloads/09.30_Lighting_and_Health_in_Education_Paul_Littlefiar_Cosmin_Ticleanu.pdf) (дата обращения: 19.11.2018).

8. Georgieva D., Schledermann K.M. The Impact of Dynamic Lighting in Classrooms. A Review on Methods [Электронный ресурс] // Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation: 6th International Conference, ArtsIT 2017, and Second International Conference, DLI 2017, Heraklion, Crete, Greece, October 30–31, 2017, Proceedings. – Springer, 2018. – Vol. 229. – P. 479. – URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-76908-0\\_46](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-76908-0_46) (дата обращения: 04.03.2019).

9. Govén T. [et al.]. Influence of ambient light on the performance, mood, endocrine systems and other factors of school children [Электронный ресурс] // CIE Conference, 27<sup>th</sup> session. – 2011. – P. 112–121. URL: [https://www.fagerhult.com/global-assets/global/light\\_support/research/the-influence-of-ambient-light-on-school-children.pdf](https://www.fagerhult.com/global-assets/global/light_support/research/the-influence-of-ambient-light-on-school-children.pdf) (дата обращения: 26.11.2018).

10. Light gives us health [Электронный ресурс] // Fagerhul. – 2018. – URL: <https://www.fagerhult.com/knowledge-hub/Light-and-health/> (дата обращения: 20.11.2018).

11. Singh, Pratima & Arora, Renu. Classroom Illuminance: Its impact on Students' Health Exposure & Concentration Performance [Электронный ресурс] / Conference: International Ergonomics Conference // HWWE At Guwahati, India. – 2014. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/311301869\\_Classroom\\_Illuminance\\_Its\\_impact\\_on\\_Students'\\_Health\\_Exposure\\_Concentration\\_Performance](https://www.researchgate.net/publication/311301869_Classroom_Illuminance_Its_impact_on_Students'_Health_Exposure_Concentration_Performance) (дата обращения: 20.11.2018).

12. Technische Regeln für Arbeitsstätten Beleuchtung. ASR A3.4. [Электронный ресурс] // Bundesrecht. – Vol. 29. – April 2011 (GMBl S. 303) / Zuletzt geändert durch die Bek. – URL: <https://www.arbeitssicherheit.de/schriften/dokument/0%3A4401370%2C1.html> (дата обращения: 26.11.2018).

## Гигиеническая оценка риска здоровью подростков, обусловленному поступлением химических веществ с почвой

**Г.А. Исмаилова, Э.Р. Валеева**

Институт фундаментальной медицины и биологии  
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
г. Казань, Россия

Определены основные органы-мишени и критические системы воздействия, выделены приоритетные контаминанты и химические вещества, поступающие с почвой и вносящие основной вклад в суммарную величину неканцерогенного риска. По величине суммарных коэффициентов ( $Z_c$ ) наиболее грязными районами являются Кировский и Приволжский, что можно объяснить сосредоточением промышленных предприятий в этих зонах города. Приоритетными загрязнителями городских почв являются нефтепродукты, нитраты, сульфат кадмия и цинк. Среди всех изученных способов поступления химических веществ наиболее значимый накожный путь. Приоритетными загрязнителями городских почв являются нефтепродукты, нитраты, сульфат кадмия и цинк. Более высокое распределение значений коэффициента опасности для здоровья подростков выявлено для почек, органов дыхания, крови и гормонов.

**Ключевые слова:** почва, приоритетные загрязнители, неканцерогенный риск, здоровье, подростки.

Химическая безопасность является приоритетной задачей развития государства [6, 13, 17]. Глобальность экологических проблем в настоящее время требует современных подходов в оценке ситуации, которая складывается в результате антропогенной нагрузки в крупных городах и обусловлена промышленными техногенными выбросами и аккумуляцией различных поллютантов в почвах. Уровень здоровья населения становится в прямую зависимость от интенсивности, продолжительности влияния загрязнений и степени адаптации индивида к среде обитания. Наиболее подвержены такому влиянию дети и подростки [5, 6, 9–11, 13].

Состояние почвы имеет важнейшее значение для оценки экологического состояния, в частности города Казани, так как почва является чувствительной к антропогенному воздействию. Важной особенностью почвы является то, что она не обладает свойством быстрого самоочищения и восстановления, и химические вещества сохраняются в ней многие годы. Загрязненная почва может стать источником вторичного загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, продуктов питания растительного и животного происхождения и тем самым влиять на эколого-гигиеническую обстановку в целом [1, 3, 4, 6, 7, 17, 22]. В настоящее время тяжелые металлы (ТМ) стали выраженным экологическим фактором [2, 4, 16, 18]. В связи с процессом урбанизации почвы города претерпевают необратимые изменения. Металлы, накапливающиеся в почве, медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции. Национальные приоритеты должны определяться на основе региональной оценки

связанных со здоровьем аспектов химической безопасности, в особенности возникающих вопросов по контролю качества объектов окружающей среды (питьевой воды, продуктов питания, атмосферного воздуха и почвы) [1, 13, 15, 20].

Оценка рисков для здоровья является методом и основой для прогнозирования возможных последствий воздействия химических загрязнителей и принятия решений для его предотвращения, направленных на защиту уязвимых групп населения, которой руководствуются международные организации по окружающей среде, ВОЗ, ФАО/ВОЗ, Комиссия ООН, Евросоюз, ВТО и другие организации. Определение приоритетов в этом направлении может содействовать снижению бремени неинфекционных заболеваний взрослого и детского населения и увеличению продолжительности жизни населения [1, 5, 13, 14, 16, 18, 19].

**Цель работы** – установить значимость химических веществ, поступающих из окружающей среды, в частности из почвы, на здоровье подростков на территории г. Казани. Анализ распределения геохимических показателей, полученных в результате апробирования почв по регулярной сети, дает пространственную структуру загрязнения селитебных территорий и позволяет выделить зоны риска для здоровья населения.

**Материалы и методы.** Проанализированы данные за 2004–2017 гг., полученные в ходе осуществления социально-гигиенического мониторинга и выполненные на базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РТ». Пробы почвы отбирали на территориях повышенного риска воздействия на здоровье населения – селитебные территории, детские дошкольные, школьные и лечебные учреждения (табл. 1).

Таблица 1

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям [10]

Муниципальные образования	Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам, %		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Республика Татарстан	7,4	5,1	5
Казань	1,6	4,5	6,1

Оценка неканцерогенного риска, обусловленного аэротехногенной нагрузкой, проведена в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и включала расчет коэффициентов и индексов опасности [12].

**Результаты и их обсуждение.** Валовое средневзвешенное содержание химических веществ в почвах на территории г. Казани распределилось следующим образом: первое место заняли нефтепродукты (Вахитовский, Советский, Кировский, Приволжский – распределение по убыванию), второе – нитраты (Советский, Вахитовский, Кировский, Приволжский – по убыванию), третье – сульфаты Вахитовский (29,64), Кировский (15,38) Советский и Приволжский соответственно 7,19 и 4,49 (табл. 2).

Высокое значение по кадмию определено только в Советском районе (33,9). Цинк выявлен во всех районах города, но показатели незначительные: Кировский (6,1), Советский, Приволжский (3,2) и завершает Вахитовский (2,1) район города.



По величине суммарных коэффициентов ( $Z_c$ ) наиболее грязными районами являются Кировский и Приволжский, что можно объяснить сосредоточением промышленных предприятий в этих зонах города.

Таблица 2

Валовое средневзвешенное содержание химических веществ в почвах на территории г. Казани (мг/кг) (50 % Perc и 95 % Perc)

Вещество	Приволжский		Кировский		Советский		Вахитовский	
	50 %	95 %	50 %	95 %	50 %	95 %	50 %	95 %
Аммиак (по азоту)	2,13	2,14	2,90	10,49	8,910	8,910	0,00	0,00
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	17,73	51,15	47,86	128,73	120,	54,36	85,87	33,87
Сера элементарная	1,60	6,50	5,14	2,1	0,65	2,64	9,98	2,94
Сульфаты	4,49	19,46	15,38	6,39	11,35	7,19	29,64	8,37
Кадмий	0,08	0,16	0,21	0,25	33,95	0,10	0,38	0,13
Мышьяк	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00
Ртуть	0,01	0,00	0,01	0,09	0,00	0,00	0,00	0,01
Свинец	0,97	0,03	1,53	3,50	0,02	2,31	0,04	2,14
Медь	0,62	1,95	0,63	1,86	4,69	1,67	5,88	1,15
Цинк	3,13	1,35	6,15	16,03	3,260	8,32	2,15	5,22
Хлориды	5,27	9,45	4,18	6,45	17,49	5,27	10,35	4,37
pH	7,16	10,99	6,99	7,66	8,84	7,05	7,95	6,98
Обменный аммоний	6,21	7,59	8,53	13,8	7,58	6,87	7,67	6,87
Нефтепродукты (суммарно)	322,99	756,13	445,2	951	831,7	376,4	940,88	444,82

Таблица 3

Пероральное поступление химических веществ с почвой

Химическое вещество	Референтная доза, мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления, мг/кг (в день)			
		Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Кадмий	2,00E-05	0	0	0,01	0,01
Ртуть	0,0003	0	0	0	0
Свинец	0,0005	0,04	0,07	0,09	0,12
Нефтепродукты (суммарно)	0,071	5,97	19,03	16,63	18,82
Медь	0,00002	0,02	0,04	0,07	0,04
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	130	0,19	2,57	2,40	1,72

Таблица 4

Неканцерогенный риск для здоровья подростков при пероральном пути поступления

Химическое вещество	Референтная доза, мг/м <sup>3</sup>	Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Кадмий	2,00E-05	0,00002	0,00004	0,00005	0,00006
Ртуть	0,0003	0,00001	0,00002	–	0,00001
Свинец	0,0005	0,00004	0,00007	0,00010	0
Нефтепродукты (суммарно)	0,071	0	0,00235	0	0
Медь	0,00002	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	130	–	0,00001	0,00001	–

Сравнительный анализ оценки неканцерогенного риска среди подростков при различных способах поступления показал, что нефтепродукты вносят наиболее значительный вклад в риск, причем в основном при накожном действии (табл. 3–6).

Таблица 5

Накожное поступление химических веществ с почвой

Химическое вещество	Референтная доза, мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления, мг/кг (в день)			
		Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Кадмий	2,00E-05	0	0	0,01	0,01
Ртуть	0,0003	0	0	0	0
Свинец	0,0005	0,04	0,07	0,09	0,12
Нефтепродукты (суммарно)	0,071	5,97	19,03	16,63	18,82
Медь	0,00002	0,02	0,04	0,07	0,04
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	130	0,19	2,57	2,40	1,72

Таблица 6

Неканцерогенный риск для здоровья подростков по районам города при ингаляционном пути поступления

Химическое вещество	Референтная доза, мг/м <sup>3</sup>	Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Аммиак (по азоту)	0,1	0,00001	0,00003	0,00002	–

Суммарный неканцерогенного риск выше в Кировском и Вахитовском районах города, а среди способов поступления наиболее значимый накожный (табл. 7).

Таблица 7

Суммарный неканцерогенный риск для здоровья подростков

Способ поступления	Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Накожный	0,020	0,030	0,020	0,030
Пероральный	0,00008	0,0025	0,00017	0,00008
Ингаляционный	0,00001	0,00003	0,00002	–
Сумма	0,0202	0,0327	0,0204	0,0302

Более высокое распределение значений коэффициента опасности для здоровья подростков выявлено для почек, органов дыхания, крови и гормонов. На уровне 95-го перцентиля коэффициента опасности наиболее высокий у подростков риск со стороны болезней почек 0,025142–0,032787 (соответственно Кировский и Советский районы). По значениям риска неканцерогенных эффектов второе место заняли гормоны с высокими показателями в Приволжском и Вахитовском районах (0,000157–0,000154). На третьем месте общетоксического влияния химических веществ определялся риск по болезням крови с самыми высокими показателями в Вахитовском районе (0,000179–0,000302). Неканцерогенный риск по болезням органов дыхания – 0,000020–0,000157 (Советский и Приволжский районы соответственно). Индексы опасности (*HI*), рассчитанные на основе медианных значений коэффициентов опасности, были менее 1,0, что говорит о низком риске. По районам города самые высокие суммарные индексы определены в Советском (*HI* = 0,033398) и Приволжском районах (*HI* = 0,02825) (табл. 8).

Таблица 8

Распределение значений коэффициента опасности для здоровья населения по районам города (95 % *perc*)

Критические органы и системы	Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Гормон	0,000117	0,000168	0,000242	0,000436
ОД	0,000157	0,000073	0,000020	0,000154
Кровь	0,000180	0,000106	0,000179	0,000302
ССС	0,000012	0,000005	0,000012	0,000009
Почки	0,027626	0,025142	0,032787	0,025141
ЦНС	0,000158	0,000095	0,000158	0,000287
<i>HI</i>	0,02825	0,025589	0,033398	0,02632

В результате проведенных исследований установлено, что среднее валовое содержание химических веществ не превышает установленных гигиенических нормативов. Обнаруживаемые концентрации нефтепродуктов могут стать причиной изменения физико-химических свойств почвы, привести к нарушению процессов ее самоочищения, увеличению устойчивости загрязняющих веществ в почве, ухудшая эколого-гигиеническое состояние почвы в целом [2, 19, 20, 22]. Приоритетными загрязнителями городских почв являются нефтепродукты, нитраты, сульфат кадмия и цинк. Суммарный неканцерогенный риск выше в Кировском и Вахитовском районах города, а среди способов поступления наиболее значимый – кожный. Распределение значений коэффициента опасности для здоровья подростков при ингаляционном поступлении определено для следующих критических органов-мишеней: почек, гормонов, крови и органов дыхания.

### Список литературы

1. Гармонизация с международными подходами методических документов по методам оценки мутагенных свойств химических факторов окружающей среды / В.С. Журков, Л.П. Сычева, Ф.И. Ингель, Л.В. Ахальцева, В.В. Юрченко // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 49–52.
2. Гасымова Л.С. Тяжелые металлы в урбоземах города Баку // Материалы докладов VI Съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева // Всероссийская с международным участием научная конференция «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования (Петрозаводск–Москва, 13–18 августа 2012 г.). – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. – Т. 3. – 625 с.
3. Иванов В.П., Васильева О.В., Полоников А.В. Научно-методологические основы оценки риска для здоровья населения при комплексном эколого-гигиеническом исследовании территорий // Экология человека. – 2012. – № 11. – С. 11–16.
4. Изучение здоровья населения, проживающего в зоне влияния крупного промышленного предприятия, с применением оценки риска и эпидемиологических методов исследования / Н.В. Зайцева, Д.М. Шляпников, П.З. Шур, В.Б. Алексеев, Т.Н. Унгурияну, Р.В. Бузинов // Экология человека. – 2013. – № 12. – С. 33–38.
5. Кашапов М.Г. Гигиеническая оценка влияния факторов окружающей среды на здоровье подростков в нефтегазодобывающем регионе // Гигиена и санитария. – 2008. – № 4. – С. 15–18.

6. Май И.В. Установление и доказательство вреда здоровью гражданина, наносимого негативным воздействием факторов среды обитания // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2013. – № 11 (248). – С. 4–6.
7. Новиков С.М., Унгуряну Т.Н. Оценка химического воздействия на работающее население в моногородах // *Гигиена и санитария*. – 2014. – № 5. – С. 74–78.
8. О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2016 г.: Государственный доклад. – Казань, 2017. – 508 с.
9. Потенциал государств-членов Европейского региона воз в области предотвращения негативных эффектов химических веществ на здоровье населения и меры по его укреплению / I. Zastenskaya, M. Braubach, M.E. Héroux, N. Korol, E. Raupovic // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 5. – С. 11–15.
10. Почва как источник экологических рисков. Проблемы нормирования и ведения мониторинга уровня загрязнения почвы химическими веществами / Ж.М. Бекшин, А.А. Турмухамбетова, В.А. Узбеков, А.А. Белонog, А.А. Мамырбаев, Н.З. Перепичко // *Медицина и экология*. – 2015. – № 3 (76). – С. 42–47.
11. Прусаков В.М., Прусакова А.В., Зайкова З.А. Динамика риска заболеваемости населения в промышленных городах Иркутской области // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 5. – С. 63–69.
12. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
13. Рахманин Ю.А., Сеницына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 5. – С. 4–10.
14. Русаков Н.В. Методологические проблемы неинфекционной эпидемиологии и гигиены при химическом загрязнении окружающей среды // *Гигиена и санитария*. – 2016. – № 9. – С. 797–800.
15. Современные проблемы разработки гигиенических нормативов в почве / И.А. Крятов, Н.И. Тонкопий, О.В. Ушакова, М.А. Водянова // *Гигиена и санитария*. – 2012. – № 5. – С. 69–72.
16. Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве на территории нефтедобывающих районов Республики Татарстан / Е.А. Тафеева, А.В. Иванов, А.А. Титова, И.В. Петров // *Гигиена и санитария*. – 2016. – № 10. – С. 939–941.
17. Сравнительная оценка канцерогенных рисков здоровью населения при многосредовом воздействии химических веществ / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, Л.М. Воробьева, Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, С.В. Куркатов // *Гигиена и санитария*. – 2015. – № 2. – С. 88–92.
18. Степанова Н.В., Валеева Э.Р., Фомина С.Ф. Подходы к ранжированию городской территории по уровню загрязнения тяжелыми металлами // *Гигиена и санитария*. – 2015. – № 5. – С. 56–61.
19. Хамидулина Х.Х., Рабикова Д.Н. Преимущества и проблемы внедрения согласованной на глобальном уровне системы классификации опасности и маркировки химической продукции в практику отечественной профилактической токсикологии и гигиены // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 5. – С. 16–18.
20. Химическая безопасность Российской Федерации. Проблемы и пути решения / М.Ю. Комбарова, Е.И. Савельева, С.Г. Петунов, А.С. Радиков, В.Р. Рембовский, Л.А. Аликбаева // *Медицина экстремальных ситуаций*. – 2018. – № 3. – С. 383–397.

21. Химическое загрязнение почв города Таганрога как фактор риска для здоровья населения / Г.Т. Айдинов, Б.И. Марченко, Л.А. Дерябкина, Ю.А. Синельникова // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 13–20.

22. Tsybikova E., Shantanova L., Tsybikov E. The influence of urbanization on the physical development of buryat children // Arctic dialogue in the global world. The Proceedings of Joint Science and Education Conference. – 2015. – P. 76–77.

## **Оценка информированности и приверженности школьников вопросам профилактики заболеваний органов дыхания в ряде муниципальных образований Свердловской области**

**А.А. Котова, Е.П. Потапкина, А.О. Эккарт, А.А. Косова**

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения РФ,  
г. Екатеринбург, Россия

Приведены результаты оценки информированности учащихся образовательных учреждений муниципальных образований Свердловской области по вопросам профилактики заболеваний органов дыхания, ведения здорового образа жизни. Полученные результаты социологического опроса, проведенного в рамках ведения социально-гигиенического мониторинга, явились основой разработки мероприятий по снижению рисков для здоровья детей.

**Ключевые слова:** школьники, профилактика, информированность, заболеваемость, риски для здоровья, социально-гигиенический мониторинг.

Профилактика заболеваний органов дыхания у детей представляет собой одну из серьезнейших медицинских и социально-экономических проблем. Актуальность изучения рисков заболеваемости дыхательной системы диктуется региональными особенностями Свердловской области, где в ранге основных групп факторов риска среды обитания, влияющих на здоровье населения в Свердловской области, на первом месте стоит комплексная химическая нагрузка, формируемая атмосферным воздухом, влияющая на заболеваемость органов дыхания населения. Численность подверженного населения Свердловской области 3 млн 337,1 тысячи человек (77,1 %) [3]. Болезни органов дыхания занимают ведущее место в структуре заболеваемости детей и подростков в Свердловской области. Стоит отметить, что территории, анализируемые в исследовании (муниципальное образование «город Екатеринбург», Арамилский городской округ), входят в перечень лидеров Свердловской области по заболеваемости органов дыхания среди школьников [2]. Дети и подростки – наиболее уязвимая категория населения; помимо региональных особенностей на здоровье дыхательной системы влияют факторы образа жизни моло-

дежи, степень приверженности к специфическим и неспецифическим профилактическим мероприятиям заболеваний дыхательной системы. Серьезный вклад в заболеваемость органов дыхания детей и подростков вносят осложнения заболеваний, вызванных вирусом гриппа. Связано это как с высокой частотой поражений респираторного тракта у детей и подростков, так и с серьезностью прогноза многих поздно диагностированных и нелеченых заболеваний, в том числе пневмоний [1, 4]. Одной из основных причин увеличения числа пневмоний является высокий уровень диагностических ошибок и поздняя диагностика. Значительно увеличился удельный вес пневмоний, при которых клиническая картина не соответствует рентгенологическим данным, увеличилось число клинически невыраженных форм заболевания [1, 5]. Также имеются сложности в этиологической диагностике пневмоний, так как со временем происходит расширение и модификация перечня возбудителей. Еще относительно недавно внебольничная пневмония связывалась главным образом со *Streptococcus pneumoniae*. В настоящее время этиология заболевания значительно расширилась и помимо бактерий может быть представлена еще и атипичными возбудителями (*Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydophila pneumoniae*), грибами, а также вирусами (гриппа, парагриппа, метапневмовирусами и др.).

Все это приводит к утяжелению состояния пациентов, длительности лечения и возникновению осложнений. Таким образом, особую значимость представляют меры профилактики респираторных заболеваний, включая вакцинопрофилактику, неспецифическую профилактику и информирование (коммуникация) о рисках, связанных с факторами инфекционной и неинфекционной природы, что определило актуальность изучения проблемы в нашем исследовании.

**Цель исследования** – оценить степень информированности и приверженности учеников образовательных учреждений Чкаловского района города Екатеринбурга, Полевского, Сысертского и Арамилевского городских округов вопросам профилактики болезней органов дыхания для эффективного принятия управленческих решений, направленных на предупреждение и снижение рисков заболеваемости детей.

**Материалы и методы.** Детское население Чкаловского района города Екатеринбурга, города Полевской и Сысертского района составляет 106 577 человек, в опросе участвовал 4231 ребенок. Материалами для проспективного одномоментного сплошного исследования являлись данные социологического опроса учеников образовательных учреждений Чкаловского района города Екатеринбурга, города Полевской и Сысертского района, полученные методом анонимного анкетирования, состоящего из двадцати двух вопросов на платформе GoogleForms. Опрос проводился в течение трех месяцев (с октября по декабрь 2018 г.). Всего опрошено 4231 респондент, из них: младше 7 лет – 1 %, 7–10 лет – 9 %, 11–15 лет – 55 %, 16–18 лет – 35 %. Распределение по половой структуре: 55 % – девочек, 45 % – мальчиков. По условиям проживания респондентов распределение было следующим: в благоустроенной квартире проживают 73 % опрошенных, в частном доме – 19 %, в коммунальной квартире – 4 %, в общежитии – 3 %, в неблагоустроенной квартире – 1 %. В ходе исследования использованы социологический, статистический и эпидемиологический методы. Статистическая обработка данных проводилась в MS Excel.

**Результаты и их обсуждение.** В структуре заболеваемости детей Свердловской области лидируют болезни органов дыхания – 56,6 %. Заболеваемость дыхательной системы, как острая, так и хроническая, имеет тенденцию к росту по сравнению со средним многолетним уровнем заболеваемости (СМУ) на 10,6 % (показа-

тель 1227,8 на 1000). Риск заболеваемости дыхательной системы подвержены все возрастные категории школьников [2].

На первом этапе исследования была выполнена оценка приверженности школьников к вакцинопрофилактике гриппа. По результатам опроса выявлено, что 70 % респондентов ежегодно прививаются против гриппа, 15 % ставят прививку с нарушением кратности Национального календаря профилактических прививок, 15 % ежегодно отказываются прививаться против гриппа.

В целом к вакцинопрофилактике гриппа положительно относится большинство детского и подросткового населения (81 %). Среди лиц, достигших пятнадцати лет, знали о праве самостоятельно давать согласие на проведение вакцинации только 32,6 %. Примерно половина опрошенных подростков владеют базовыми знаниями о вакцинопрофилактике гриппа, а именно: осознают, что прививка защищает от заболевания гриппом и не приводит к заболеванию, знают об изменчивости вируса гриппа и о связанной с этой особенностью вируса необходимостью вакцинироваться ежегодно, информированы о снижении риска возникновения осложнений у привитых против гриппа при заболевании гриппом, осведомлены о рациональных сроках проведения иммунизации против гриппа. Школьники отмечали, что после вакцинации болеют гриппом и ОРВИ реже (40,3 %) или не болеют вообще (39,4 %), в меньшинстве случаев отмечали увеличение частоты эпизодов заболеваемости ОРВИ и гриппом после перенесенной вакцинации (5,0 %). Субъективно никаких изменений в самочувствии после иммунизации против гриппа не отмечали большинство школьников (62,8 %); другие варианты исхода событий: общие реакции в виде повышения температуры тела (15,4 %), местные реакции (11,0 %), аллергические реакции (3,0 %). Лидирующие причины отказов от вакцинопрофилактики гриппа: на первом месте у школьников отказ родителей (40,7 %), на втором – реакция на предыдущее введение препарата (22,9 %), на третьем – отсутствие достаточного уровня знаний в данном вопросе (20,2 %), другие причины отказов – реакция на куриный белок (7,0 %), религиозные соображения (5,0 %), негативное мнение педагогов как причина отказов школьников от вакцинации (4,0 %) (рис. 1, 2).

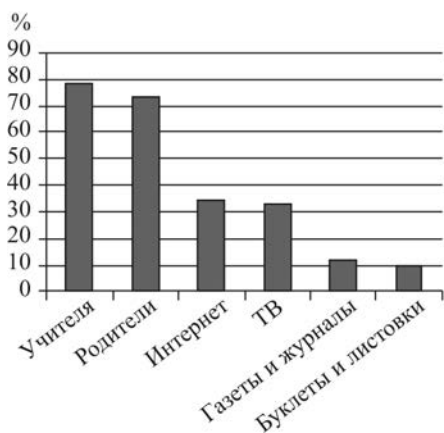


Рис. 1. Детские информационные источники по вопросам вакцинопрофилактики

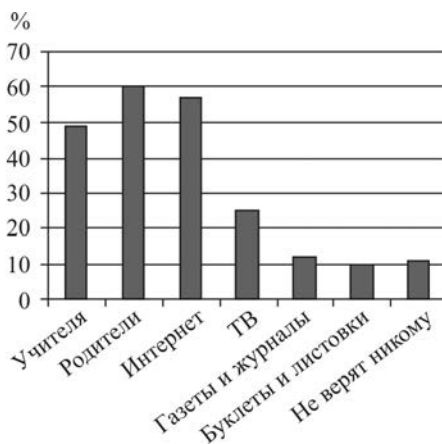


Рис. 2. Распределение информационных источников по степени доверия школьников

Острая заболеваемость органов дыхания школьников по частоте эпизодов за год: 30,5 % – один эпизод, 24,2 % – 2 эпизода, 11,3 % – 3 эпизода, 5,9 % – 4 эпизода, 2,5 % – 5 эпизодов, 4,4 % – более пяти эпизодов, 21,2 % – не болели в течение года. Наиболее высокая заболеваемость гриппом и ОРВИ, по мнению опрошенных: первый подъем заболеваемости с января по март с пиком в феврале и второй подъем в сентябре–октябре. 79,1 % школьников осведомлены о клинической картине гриппа. Ранжирование неспецифических профилактических мер, проводимых детьми совместно с родителями, по убыванию популярности ответов: гигиена рук (86,0 %), проветривание помещений (77,2 %), прием витаминных комплексов (68,0 %), туалет носа и горла (43,2 %), использование индивидуальной посуды (40,3 %), использование медицинской одноразовой маски (27,0 %), закаливающие процедуры (26,1 %), не применяют никаких профилактических мер – 4,8 %.

Оценка приверженности к принципам здорового образа жизни (ЗОЖ) как элемента профилактики общей хронической заболеваемости и профилактики заболеваний органов дыхания: в частности, 10,1 % школьников не соблюдают здоровый образ жизни, 40,0 % не занимаются спортом, 49,0 % не питаются рационально и сбалансировано, 52,0 % не придерживаются режима дня, 20,0 % не соблюдают правила личной гигиены, 16,0 % употребляют спиртосодержащие напитки и курят табачную продукцию, 13,7 % употребляют наркотические вещества. Подавляющее число школьников – 61,6 % не посещают общеобразовательные организации с признаками простудных заболеваний, периодически ходят в школу, будучи нездоровыми, – 31,0 %, и регулярно посещают – 7,4 %.

#### **Выводы:**

1. По результатам выполненного исследования показано, что среди учащихся образовательных учреждений с возрастом увеличивается доля детей, информированных о рисках заболеваний органов дыхания, об актуальных аспектах вакцинопрофилактики и о рисках, связанных с пренебрежительным отношением к мерам профилактики заболеваний.

2. Отмечено, что детское и подростковое население в 81 % случаев имеет позитивное отношение к вакцинопрофилактике гриппа, и наиболее частая причина непривитости школьников против гриппа – это отказ родителей (40,7 % случаев). Заслуживает внимания оценка неспецифических профилактических мер, проводимых детьми для снижения риска инфицирования: гигиена рук (86 %), проветривание помещений (77,2 %), прием витаминных комплексов (68 %), туалет носа и горла (43,2 %), использование индивидуальной посуды (40,3 %), использование медицинской одноразовой маски (27,0 %), закаливающие процедуры (26,1 %).

3. Выполненная оценка приверженности школьников принципам ЗОЖ показала, что риски для здоровья детей связаны со следующими факторами образа жизни. В частности, половина респондентов не придерживаются режима дня и неправильно и нерационально питаются, каждый пятый не соблюдает правила личной гигиены, каждый третий не занимается спортом, каждый шестой употребляет спиртосодержащие напитки и курят табачную продукцию.

4. Для обеспечения эффективной и доступной санитарно-просветительской работы, реализации мероприятий по коммуникации рисками рекомендуется привлекать все доступные средства по повышению грамотности детского населения в вопросах профилактики заболеваний органов дыхания, формировать приверженность к средствам специфической (вакцинопрофилактике) и неспецифической профилактики, ведению здорового образа жизни.



### Список литературы

1. Внебольничная пневмония у детей: распространенность, диагностика, лечение и профилактика. – М.: Оригинал-макет, 2012. – 64 с.
2. О состоянии санаторно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2017 году: Государственный доклад. – Екатеринбург: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, 2018. – 250 с.
3. Региональные особенности состояния санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2017 году. – Екатеринбург: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, 2018. – 60 с.
4. Синопальников А.И., Козлов Р.С. Внебольничные инфекции дыхательных путей: руководство для врачей – М.: Премьер МТ, Наш город, 2007. – 352 с.
5. Saux N.L., Robinson J.L. Pneumonia in healthy Canadian children and youth: Practice points for management // J. Paediatr Child Health. – 2011. – № 16 (7). – P. 417–420.

## Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье детского населения

Е.Н. Крючкова, И.В. Яцына, А.В. Сухова

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»  
Роспотребнадзора,  
г. Москва, Россия

Представлен гигиенический анализ факторов окружающей среды, оказывающих наибольшее неблагоприятное воздействие на здоровье детского населения одного из промышленно развитых районов Подмосквья. Выявлены статистически значимые для данного региона зависимости влияния комплексной техногенной нагрузки и отдельных химических факторов на формирование заболеваний органов дыхания у детей ( $r = 0,7-0,8$ ). Установлены взаимосвязи между показателями загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды, техногенной нагрузки и уровнем заболеваемости кожи ( $r = 0,72-0,85$ ). Проанализированы показатели и структура заболеваемости по данным обращаемости. Разработана комплексная гигиеническая модель профилактических и лечебно-оздоровительных мероприятий, направленных на улучшение состояния среды обитания и снижение заболеваемости детского населения.

**Ключевые слова:** здоровье детского населения, среда обитания, факторы риска, заболевания органов дыхания, заболевания кожи, профилактические мероприятия.

Основы здоровья взрослого населения формируются в детском возрасте. Поэтому в сложившейся ситуации охрана здоровья детей является приоритетной задачей государственной политики, поскольку подрастающее поколение является самым главным потенциалом страны, ее кадровым и демографическим ресурсом, без которого невозможен ни экономический, ни социальный рост государства [1, 3, 4].

В условиях социально-экономического неблагополучия высокая антропогенная нагрузка в промышленно развитых регионах создает угрозу здоровью детей, являющихся наиболее чувствительной социальной группой к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Несоответствие нагрузки факторов среды обитания функциональным возможностям организма ребенка приводит к различным отклонениям в состоянии здоровья и развития детей [2, 5].

За последние годы четко обозначились негативные тенденции, вызывающие значительную тревогу в области детского здоровья, требующие срочного решения сформировавшихся проблем. В результате научно-технической революции возросли и расширились взаимосвязи между населением и окружающей средой. Хозяйственная деятельность человека, особенно в последние десятилетия, привела к загрязнению окружающей среды отходами производства. Воздушный бассейн и воды содержат загрязняющие вещества, концентрации которых часто превышают предельно допустимую, что негативно отражается на здоровье населения. Наши данные совпадают с показателями официальной статистики в том, что сохраняется устойчивая тенденция к росту почти по всем классам заболеваний, особенно болезней органов дыхания, инфекционных и паразитарных болезней, болезней кожи и подкожной клетчатки, аллергических заболеваний, иммунодефицитных состояний. Особенностью современной патологии детского возраста является учащение перехода острых форм заболеваний в рецидивирующие и хронические, а также нарастание первичной хронической патологии [6–8].

В связи с вышеизложенным **цель данного исследования** заключалась в изучении влияния факторов окружающей среды на показатели здоровья детского населения одного из промышленно развитых районов Подмосковья для обоснования мероприятий, направленных на снижение риска для здоровья детей и подростков.

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования был выбран промышленный город Мытищи Московской области с населением более 250 тысяч человек, из них детей – более 67 тысяч.

В основу санитарно-гигиенической оценки качества среды обитания и состояния здоровья детского населения Мытищинского района положены лабораторные, медико-статистические показатели, данные социально-гигиенического мониторинга, полученные Управлением Роспотребнадзора по Московской области за 2012–2017 гг., статистические материалы территориального органа Федеральной службы государственной статистики.

Комплексная оценка антропогенной нагрузки на изучаемой территории проводилась согласно методическим рекомендациям «Комплексное определение антропогенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения» № 01-19/17-17 от 26.02.1996 г.

Количественная оценка канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения проведена в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Анализ показателей заболеваемости по данным обращаемости проводился по данным официальной статистической отчетности (ф. 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения»).

Математическая обработка данных осуществлена с использованием пакета программ Statistica 8,0 for Windows и Microsoft Office (Word, Excel). Применялись методы корреляционного, регрессионного, дисперсионного анализа.

**Результаты и их обсуждение.** Мытищинский район Московской области характеризуется высокой степенью концентрации промышленного производства с хорошо развитой транспортной сетью и относится к промышленно развитым регионам, где на протяжении многих лет индекс загрязнения атмосферы остается достаточно высоким. Анализ санитарно-гигиенической ситуации в последние годы показал, что приоритетными факторами риска для здоровья населения, особенно детского, являются атмосферный воздух и вода.

Самый весомый вклад (до 70 %) в загрязнение атмосферного воздуха вносят предприятия машиностроительной промышленности, теплоэнергетики, промышленных стройматериалов и автотранспорт. Наличие в непосредственной близости к жилым кварталам города крупных автодорожных магистралей федерального значения приводит к увеличению вклада автотранспорта в загрязнение воздуха, что составляет от 40 до 80 %.

В атмосферном воздухе жилых районов, тяготеющих к промышленным предприятиям, обнаружены оксид углерода (в максимальных концентрациях достигающий 3 ПДК), диоксид серы (до 1,5 ПДК), бензол (до 2 ПДК), оксиды азота (до 3,5 ПДК), взвешенные вещества (до 3–4 ПДК), сероуглерод (до 3 ПДК), бенз(а)пирен (до 2 ПДК), а также фенол, формальдегид и другие вещества.

Расчет средних значений концентраций и комплексного коэффициента техногенной нагрузки показал, что наибольший вклад в его величину вносят диоксид азота (19,3–32,9 %), бенз(а)пирен (10,4–40,8 %), фенол (5,1–23,1 %), бензол (7,1–11,3 %).

По результатам исследования воды централизованных источников отмечается превышение предельно допустимых концентраций по следующим показателям: железу – до 2,7 ПДК, марганцу – до 2,5 ПДК и жесткости – до 1,1 ПДК. Основными причинами несоответствия качества воды должному по санитарно-химическим показателям является отсутствие систем водоподготовки, использование старых технологических решений водоподготовки, низкое санитарно-техническое состояние существующих водопроводных сетей и сооружений.

Доля проб воды, не соответствующих гигиеническим требованиям по органолептическим показателям, составила 12,5 %, а по содержанию фтора – 6,9 %.

Качество воды из распределительной сети по микробиологическим показателям за последние пять лет остается стабильным (доля нестандартных проб составляет 0,7–0,9 %).

Загрязнение почвы исследуемого района связано с влиянием автотранспорта, предприятий энергетики, машиностроения и радиотехнических производств, а также с поступлением неочищенных сточных вод и твердых бытовых отходов, что объясняет обнаружение в ней кадмия, кобальта, свинца, ртути, меди, никеля, хрома, пестицидов в концентрациях, не превышающих допустимых нормативов.

Уровни шума в последние годы имеют тенденцию к росту в связи с увеличением численности и мощности различных видов транспорта, создающих более 90 % общего шума в условиях населенных мест. Превышение допустимого уровня шума составило 15–20 дБА. Суммарная шумовая нагрузка (доза шума  $K_{\text{шума}}$ ) на территории составила 3,3.

Показатели комплексного загрязнения атмосферного воздуха ( $K_{\text{возд}} = 8,6–7,8$ ) и воды ( $K_{\text{воды}} = 7,2–6,4$ ), а также суммарная техногенная нагрузка среды ( $K_{\text{н}} = 4,9–5,4$ )

отражают достаточно высокий уровень загрязнения среды обитания, что может способствовать неблагоприятным сдвигам в состоянии здоровья детского населения.

Высокие значения коэффициента техногенной нагрузки на атмосферный воздух согласуются с показателями неканцерогенного риска для здоровья, обусловленного воздействием химических загрязнителей воздуха селитебной территории, которые имеют высокие значения, в первую очередь, для заболеваний органов дыхания ( $HI = 9,63$ ). Неприемлемый неканцерогенный риск ( $HQ > 1$ ) в различные годы отмечался для диоксида азота, фенола, бенз(а)пирена, бензола. Наибольшие значения коэффициентов опасности приходятся на диоксид азота ( $HQ = 3,5$ ) и бенз(а)пирен ( $HQ = 1,83$ ).

Анализ заболеваемости детского населения выявил негативную тенденцию роста показателей за последние годы.

У детского населения Мытищинского района за рассматриваемый период отмечается интенсивный рост заболеваемости по сравнению с показателями по РФ по таким ведущим классам болезней, как болезни органов дыхания (в 1,6 раза), болезни кожи и подкожно-жировой клетчатки (в 1,4 раза), болезни органов пищеварения (в 2,1 раза).

В структуре заболеваемости первое ранговое место занимают болезни органов дыхания, второе место – болезни органов пищеварения, третье – инфекционные болезни; четвертое – болезни кожи и подкожной клетчатки.

Учитывая присутствие в атмосферном воздухе веществ раздражающего и аллергизирующего действия, более пристальное внимание при анализе детской заболеваемости было уделено таким классам, как «Болезням органов дыхания» (класс X) и «Болезням кожи и подкожной клетчатки» (класс XII).

Анализ структуры болезней органов дыхания показал, что удельный вес заболеваний верхних дыхательных путей у детского населения составляет 51,6 %, на долю случаев бронхолегочных заболеваний (в основном заболевания пневмонией, бронхиальной астмой) приходится 48,4 %. В группе заболеваний верхних дыхательных путей ведущие места занимают хронический фарингит, назофарингит, ринит, синусит – 17,6 % случаев; аллергический ринит, поллиноз – 17,3 % и хронические болезни миндалин и аденоидов, паратонзиллярный абсцесс – 16,8 %.

Проведенный корреляционный анализ между заболеваемостью и загрязнением атмосферного воздуха выявил сильную причинно-следственную зависимость влияния комплексной техногенной нагрузки и отдельных химических факторов на формирование заболеваний органов дыхания у детей. Выявлена сильная причинно-следственная взаимосвязь между заболеваемостью верхних дыхательных путей (аллергическим и катаральным ринитом, хроническим фарингитом, синуситом, хроническими болезнями миндалин) и загрязнением атмосферного воздуха диоксидом азота, фенолом, взвешенными веществами ( $r = 0,7-0,8$ ), что позволяет в определенной степени доказательности отнести их к экологически обусловленным заболеваниям.

Расчет вклада (доли влияния) факторов окружающей среды в формирование заболеваний верхних дыхательных путей составил для атмосферного воздуха – 63,9 %.

Определен рост показателей патологии кожи в последние годы (на 1000 детей с 86,3 до 94,8 случая). Из них более 40 % составляют аллергические дерматозы (атопический дерматит – 35,0 %, экзема – 7,5 %), группа прочих заболеваний кожи составила 57,5 % (псориаз, угревая болезнь, бактериальные и грибковые поражения кожи и др.).

Показатели заболеваемости атопическим дерматитом оставались на достаточно высоком уровне как по данным обращаемости, так и по данным стационарной дерматологической помощи. За исследуемый период появилась отчетливая тенденция роста данной нозологии ( $R = 0,98$ ). Доля детей, страдающих атопическим дерматитом средней степени и тяжелого течения, выросла на 15 и 7 % соответственно.

Проведенный статистический анализ выявил значимую положительную корреляционную связь средней силы между уровнем заболеваемости кожи, в том числе атопическим дерматитом, и показателями загрязнения окружающей среды: комплексным показателем техногенной нагрузки, коэффициентом загрязнения атмосферного воздуха, воды ( $r = 0,72-0,85$ ).

Для определения влияния неблагоприятных факторов окружающей среды на формирование дерматологической заболеваемости детского населения рассчитан вклад каждого фактора, который составил для атмосферного воздуха – 51,0 %, воды – 46,5 %, шума – 2,5 %.

Следует отметить, что по классам болезней глаза и придаточного аппарата (VII класс), травмы и отравления (XVII класс), болезни костно-мышечной системы (XIII класс) заболеваемость в Мытищинском районе на 1000 населения меньше, чем в целом по Московской области. В то же время показатели заболеваемости болезнями уха и сосцевидного отростка (VIII класс) превышают среднеобластные данные в 1,3–1,7 раза. Несколько выше показатели болезней нервной системы (VI класс), психических расстройств (V класс). За изучаемый период показатели заболеваемости по остальным классам болезней: болезни кровообращения (IX класс); болезни эндокринной системы (IV класс); патология беременности и родов (XV класс); врожденные аномалии (XVI класс); болезни крови и кроветворных органов (III класс); новообразования (II класс) занимали с 11-го по 17-е ранговые места в структуре заболеваемости детского населения соответственно.

На основании проведенных исследований и полученных результатов разработан комплекс профилактических и лечебно-оздоровительных мероприятий, направленных на улучшение состояния среды обитания и снижение заболеваемости детского населения. Основными этапами их реализации является мониторинг и комплексная оценка гигиенических факторов среды обитания (качества атмосферного воздуха, почвы, воды, уровня шумовой нагрузки), оценка здоровья населения с углубленным анализом заболеваемости по классам «Болезни органов дыхания», «Болезни кожи и подкожной клетчатки», выявление причинно-следственных связей с факторами окружающей среды, прогноз заболеваемости, разработка рекомендаций для диспансерного наблюдения за группами риска.

Одним из важных этапов является диспансеризация детского населения с формированием групп детей для проведения активного динамического наблюдения. К первой группе относятся пациенты с установленным диагнозом, которые в зависимости от стадии и степени выраженности процесса направляются на лечение (стационарное, амбулаторное, санаторно-курортное). Особого внимания требуют дети с отягощенным наследственным анамнезом и страдающие бронхиальной астмой и/или поллинозом, которые составляют 2-ю и 3-ю группы риска соответственно. При наличии атопического дерматита в план обследования обязательно включение специфических обследований (оценка иммунного и антиоксидантного статуса, аллергологическое обследование, выявление сопутствующей патологии желудочно-кишечного тракта, органов дыхания, нервной системы) и курса профилакти-

ческого медикаментозного лечения (прием энтеросорбентов, пребиотиков и пробиотиков, иммуномодуляторов, витаминов, комплексов микроэлементов).

С целью профилактики бронхолегочных заболеваний особое внимание следует уделять оценке состояния верхних дыхательных путей и проведению соответствующих лечебно-оздоровительных мероприятий в рамках оториноларингологической службы. В группах риска следует широко использовать комплексное физиотерапевтическое и санаторно-курортное лечение.

Особое внимание должно быть уделено контрольным группам наблюдения для оценки эффективности проводимых мероприятий, а также составления прогнозных оценок.

В целом мероприятия, предупреждающие развитие острых и хронических заболеваний респираторного тракта, должны быть направлены на повышение устойчивости организма, которое достигается рациональным режимом дня, гимнастикой, закаливанием, санацией полости рта и очагов инфекции. Необходимо также соблюдение рекомендаций, направленных на улучшение социально-бытовых условий жизни, оптимизацию питания, здоровый образ жизни.

Таким образом, внедрение мероприятий по сохранению здоровья детского населения промышленного региона, включающих мониторинг гигиенических факторов среды обитания, комплексную оценку приоритетных факторов окружающей среды, оценку показателей заболеваемости, оптимизацию лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий, будет способствовать снижению впервые выявленной заболеваемости и распространенности выраженных форм заболеваний.

### Список литературы

1. Бухарова Е.М. Влияние факторов городской среды на физическое развитие и состояние здоровья детей // Здравоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 5. – С. 18–24.
2. Бондин В.И., Почекаева В.И., Попова Т.В. Формирование состояние здоровья детского населения на территориях с высокой антропогенной нагрузкой // Валеология. – 2011. – № 4. – С. 7–10.
3. Гигиеническая оценка окружающей среды и здоровья детей города Пензы / Ю.В. Корочкина, М.В. Перекусихин, В.В. Васильев, Г.В. Пантелеев // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3 (11). – С. 33–39.
4. Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Штайгер В.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5. – С. 20–31.
5. Горшков А.И., Черкасова Л.В., Осипова Е.М. Комплексная гигиеническая оценка окружающей среды и здоровья детей в Северном административном округе Москвы // Гигиена и санитария. – 2012. – № 2. – С. 77–79.
6. Модестов А.А. Заболеваемость детского населения России // Литагент: ПедиатрЪ. – 2013. – Вып. 18. – 135 с.
7. Петров С.Б. Оценка комплексного влияния аэротехногенных загрязнителей городской среды на заболеваемость населения // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 5. – С. 100–104.
8. Рахманин Ю.А., Леванчук А.В., Копытенкова О.И. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга территорий крупных городов // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 4. – С. 298–301.

## Особенности формирования сочетанной патологии у детей в условиях аэрогенного воздействия техногенных химических факторов

**О.А. Маклакова, Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Представлены результаты комплексного клинического обследования 327 детей в возрасте 5–10 лет. Установлено, что у экспонированных детей регистрируются повышенные концентрации в крови ванадия, марганца относительно фонового уровня и показателей в группе сравнения. Отмечено, что в условиях аэрогенного воздействия металлов и взвешенных веществ у детей с хроническими заболеваниями органов дыхания коморбидные состояния (вторичный иммунодефицит и патология нервной системы) до 24,5 % случаев ассоциированы с воздействием техногенных химических веществ и обусловлены снижением антиоксидатной защиты, нарушением клеточного иммунитета, вегетативным дисбалансом, изменением клеточного метаболизма и нарушением респираторной функции, связанных с концентрацией в крови ванадия, марганца и уровнем содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе.

**Ключевые слова:** дети, коморбидная патология, химические вещества техногенного происхождения.

Проведенные эпидемиологические исследования показали, что длительное воздействие техногенных химических веществ оказывает негативное влияние на здоровье детского населения [2, 4, 5, 8]. По данным статистической отчетности за последние пять лет респираторная заболеваемость составляет более 50 % в структуре общей заболеваемости и до 65 % среди впервые выявленной патологии [3]. В 2017 г. распространенность поллинозов, хронического бронхита, бронхиальной астмы, установленных впервые в жизни, составила 28,0–173,9 случаев на 100 тысяч детского населения Российской Федерации, в 23–34 субъектах федерации, включая Пермский край, их уровень превышал общероссийские показатели [7]. Несмотря на то что в последние годы наметилась устойчивая тенденция повышения качества атмосферного воздуха, в 2017 г. на территории 15 субъектов Российской Федерации отмечались высокие уровни загрязнения воздушной среды, преимущественно тяжелыми металлами, фенолом, взвешенными веществами [6].

Согласно многочисленным исследованиям, на территориях промышленных городов отмечается высокий уровень заболеваемости детей респираторной патологией, которая зачастую сочетается с несколькими синдромами и заболеваниями [1, 4, 5]. Вопросам коморбидности в последние годы уделяется особое внимание в клинической практике. Совокупность заболеваний часто связана не только с общностью факторов риска, но и с едиными патогенетическими механизмами развития болезней. При этом сочетанность заболеваний не только изменяет клинические проявления и течение ведущей патологии, но и обуславливает диагностические трудности и полипрагмазию в лечебном процессе [1, 4, 10].

Таким образом, понимание особенностей формирования коморбидных состояний у детей с респираторными заболеваниями в условиях аэрогенного воздействия техногенных химических веществ может способствовать повышению качества оказания медицинской помощи детскому населению с патологией дыхательной системы.

**Цель исследования** – выявить особенности сочетанной патологии у детей в условиях аэрогенного воздействия химических техногенных факторов среды обитания.

**Материалы и методы.** Проведено комплексное клиническое обследование 327 детей в возрасте 5–10 лет с хроническими респираторными заболеваниями (аллергический ринит, хронические лимфопролиферативных заболевания носоглотки, рецидивирующий бронхит, бронхиальная астма). Группу наблюдения составили 158 человек (52,5 % мальчиков и 47,5 % девочек; средний возраст  $7,73 \pm 0,29$  г.), проживающих в промышленном центре Пермского края, где расположено градообразующее предприятие черной металлургии. По результатам мониторинговых наблюдений и натурных исследований атмосферного воздуха, проводимых ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» и ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», в 2010–2015 гг. на территории проживания детей отмечено превышение гигиенических нормативов содержания ванадия до 1,2 ПДК<sub>сс</sub> (средняя суточная предельно допустимая концентрация), марганца и его соединений до 2,2 ПДК<sub>сс</sub> и присутствие взвешенных частиц на уровне до 1 ПДК<sub>мр</sub> (максимальная разовая предельно допустимая концентрация), что при хроническом ингаляционном воздействии формирует опасность развития нарушений со стороны органов дыхания (*НИ* – до 57,32), центральной нервной (*НИ* – до 32,51) и сердечно-сосудистой системы (*НИ* – до 1,65). В группу сравнения вошли 97 детей (53,6 % мальчиков и 46,4 % девочек; средний возраст  $7,77 \pm 0,39$  г.), проживающих в условиях санитарно-гигиенического благополучия. Группы были сопоставимы по полу-возрастному и социальным критериям ( $p = 0,14–0,17$ ).

Медико-биологические исследования выполнены с соблюдением международных и национальных этических принципов (Хельсинкская декларация (1975 г. с доп. 1983 г), Национальный стандарт РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP)) и включали медико-социальное анкетирование, клиническое, функциональное, инструментальное и лабораторное обследование. Методами функциональной и инструментальной диагностики оценивалось состояние дыхательной (риноманометрия, спирография, импульсная осциллометрия), сердечно-сосудистой (электрокардиография, Эхо-кардиография), вегетативной нервной системы (кардиоинтервалография) и желудочно-кишечного тракта (ультразвуковое исследование печени, поджелудочной железы, желчного пузыря). Химико-аналитическое определение в крови металлов (ванадий, марганец) проводилось методом хромато-масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в соответствии с МУК 4.1.3230-14. Обязательным условием включения ребенка в исследование являлось получение предварительного добровольного согласия на медицинское вмешательство законного представителя несовершеннолетнего.

Анализ полученной информации проводился с использованием статистической программы Statistica 6.0 и с помощью специально разработанных про-



граммных продуктов, сопряженных с приложениями MS-Office. Для установления причинно-следственных связей между воздействием техногенных химических веществ и развитием коморбидных состояний у детей выполнено математическое моделирование. Достоверность численных значений оценивалась по критерию Фишера, *t*-критерию Стьюдента при заданном уровне значимости  $p \leq 0,05$  [9].

**Результаты и их обсуждение.** По результатам химико-аналитических исследований у детей группы наблюдения содержание ванадия в крови достигало  $4,7 \cdot 10^{-4} \pm 0,5 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup>, что было в 1,9 раза выше референтного уровня ( $p = 0,001$ ) и в 4,7 раза показателя группы сравнения ( $1,0 \cdot 10^{-4} \pm 0,1 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,001$ ). Концентрация марганца в крови детей группы наблюдения составила  $0,012 \pm 0,0004$  мг/дм<sup>3</sup>, превышая показатель группы сравнения ( $0,01 \pm 0,0005$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,001$ ). Выявлено, что повышенное содержание данных металлов в крови регистрировалось у 62,9–89,7 % детей группы наблюдения.

По данным углубленного клинического обследования установлено, что у 42,6 % детей с хроническими респираторными заболеваниями группы наблюдения встречалась вторичная иммунная недостаточность, которая в 1,3 раза реже регистрировалась в группе сравнения (34,0 %;  $p = 0,16$ ). У  $\frac{2}{3}$  детей с хроническими болезнями органов дыхания диагностировалась патология нервной системы, что было в 1,2 раза чаще сравниваемой группы (53,5 %;  $p = 0,033$ ). Одновременно синдром вегетативной дистонии встречался в 1,5 раза, а астено-невротический и неврозоподобный синдромы – в 1,2 раза чаще, чем в группе сравнения ( $p = 0,23$ – $0,06$ ).

Результаты риноманометрии показали что, у 87 % детей группы наблюдения отмечалось затруднение носового дыхания (суммарная общая скорость потока (СОП)  $454,27 \pm 23,51$  см<sup>3</sup>/с), что было в 1,6 раза чаще, чем в группа сравнения (52,9 %; СОП =  $587,75 \pm 28,16$  см<sup>3</sup>/с,  $p = 0,0001$ ). При этом в 43,5 % случаев имела место выраженная носовая обструкция (17,6 % в группе сравнения,  $p = 0,03$ ). У детей группы наблюдения установлена достоверная причинно-следственная связь вероятности снижения суммарной общей скорости носового потока с обеих сторон при повышении концентрации ванадия, марганца в крови и уровня среднесуточного содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе ( $R^2 = 0,27$ – $0,78$ ;  $87,35 \leq F \leq 978,16$ ;  $p = 0,0001$ ).

Оценка состояния функции внешнего дыхания выявила у 10,9 % детей группы наблюдения снижение объема жизненной емкости легких (SVC %), у 15,6 % – нарушение легочной вентиляции по обструктивному типу ( $p = 0,03$ – $0,037$ ). Выявлена зависимость снижения SVC %, MEF25 от содержания ванадия в крови ( $R^2 = 0,24$ – $0,46$ ;  $86,49 \leq F \leq 233,14$ ;  $p = 0,0001$ ) и повышения Rrs20 % и  $\Delta$  (Rrs5–Rrs20) % при увеличении концентрации ванадия в крови и уровня среднесуточного содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе ( $R^2 = 0,46$ – $0,89$ ;  $232,85 \leq F \leq 2169,96$ ;  $p = 0,0001$ ).

Нарушение функции автоматизма по типу синусовой аритмии встречалось в 39,1 % случаев в группе наблюдения, что было в 3,2 раза чаще группы сравнения (12,3 %,  $p = 0,0001$ ). При анализе вариабельности сердечного ритма установлено, что у 30,3 % детей, проживающих в условиях аэрогенного воздействия ванадия, марганца и взвешенных веществ, определялся гиперсимпатический исходный веге-

тативный тонус, в 2/3 – гиперсимпатико-тоническая вегетативная реактивность, что было в 1,3–1,9 раза чаще, чем в сравниваемой группе (23,1 и 38,5 % соответственно,  $p = 0,0001$ ). Установлена достоверная причинно-следственная связь повышения показателей АМо, ИН2/ИН1 при увеличении концентрации ванадия в крови и уровня среднесуточного содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе ( $R^2 = 0,23–0,59$ ;  $168,49 \leq F \leq 776,76$ ;  $p = 0,0001$ ).

Результаты биохимического исследования крови показали, что у детей, проживающих в условиях аэрогенного воздействия ванадия, марганца и взвешенных веществ, развивался дисбаланс антиоксидантной и оксидантной систем организма. Так, у детей группы наблюдения регистрировался повышенный уровень гидроперекиси липидов в сыворотке крови ( $464,17 \pm 16,9$  мкмоль/дм<sup>3</sup>), который в 1,3 раза был достоверно выше физиологической нормы и в 1,7 раза показателя группы сравнения ( $p = 0,0001$ ). Установлена достоверная причинно-следственная связь вероятности повышения уровня гидроперекиси липидов в крови при повышенном содержании марганца ( $r = 0,25$ ;  $p = 0,0001$ ) и среднесуточного содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе ( $R^2 = 0,72$ ;  $F = 1535,87$ ;  $p = 0,0001$ ). У детей, проживающих в условиях аэрогенного воздействия металлов и взвешенных веществ, выявлено снижение общей антиоксидантной способности до  $205,63 \pm 6,86$  мкмоль/дм<sup>3</sup>, что было в 1,4–1,5 раза ниже физиологического норматива и уровня группы сравнения ( $p = 0,0001$ ). Активность супероксиддисмутазы (СОД) в сыворотке крови детей группы наблюдения составила  $38,10 \pm 1,40$  нг/см<sup>3</sup>, что ниже в 1,2 раза относительно физиологической нормы и показателя группы сравнения ( $p = 0,0001$ ). У 32,7 % детей группы наблюдения регистрировался сниженный уровень глататион-S-трансферазы в сыворотке крови, что было в 2,4 раза чаще группы сравнения (13,6 %,  $p = 0,006$ ). Установлена обратная зависимость снижения СОД, глататион-S-трансферазы от уровня среднесуточного содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе ( $R^2 = 0,24–0,72$ ;  $181,52 \leq F \leq 291,03$ ;  $p = 0,0001$ ).

Оценка иммунологического статуса показала, что у 35,9 % детей, проживающих в условиях аэрогенного загрязнения металлами и взвешенными веществами, имело место низкое содержание сывороточного иммуноглобулина А, что было в 1,9 раза чаще, чем в сравниваемой группе ( $p = 0,08$ ). Установлена достоверная причинно-следственная связь вероятности снижения сывороточного IgA, обусловленного повышением в крови концентрации ванадия и уровня среднесуточного содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе ( $R^2 = 0,15–0,52$ ;  $49,99 \leq F \leq 656,81$ ;  $p = 0,0001$ ). Нарушение клеточного иммунитета проявлялось в 13,2 % снижением абсолютного числа CD25<sup>+</sup>-лимфоцитов, в 60,3–62,3 % – абсолютного и относительного содержания CD95<sup>+</sup>-клеток относительного физиологических уровней; в группе сравнения отмечено снижение только абсолютного количества CD95<sup>+</sup>-клеток у 25 % детей ( $p = 0,06–0,0001$ ). Установлена зависимость между количеством CD95<sup>+</sup>-лимфоцитов в крови и уровнем среднесуточного содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе ( $R^2 = 0,29–0,51$ ;  $49,24 \leq F \leq 252,12$ ;  $p = 0,0001$ ).

Отмечено, что у детей, проживающих в условиях аэрогенного воздействия ванадия, марганца и взвешенных веществ, повышенная активность креатинфосфокиназы, участвующей в энергетическом обмене клетки, встречалась в 4,4 раза чаще,

чем в группе сравнения (15,1 и 3,4 % соответственно,  $p = 0,05$ ). У детей группы наблюдения выявлена достоверная причинно-следственная связь вероятности повышения креатинфосфокиназы при увеличении концентрации ванадия в крови ( $R^2 = 0,26$ ;  $F = 96,68$ ;  $p = 0,0001$ ). У 95,5 % детей группы наблюдения регистрировалось повышенное содержание ионизированного кальция в крови, что было в 1,2 раза чаще, чем в сравниваемой группе ( $p = 0,014$ ). Установлена зависимость между уровнем ионизированного кальция и содержанием ванадия и марганца в крови ( $R^2 = 0,48-0,49$ ;  $155,45 \leq F \leq 257,65$ ;  $p = 0,0001$ ).

Проведенный анализ данных последовательного математического моделирования позволил выявить более высокую вероятность развития коморбидных состояний, патогенетически связанных с отклонением лабораторных и функциональных показателей при повышенной концентрации ванадия, марганца и взвешенных веществ. Установлено, что снижение содержания глутатион-S-трансферазы, супероксиддисмутазы в крови, абсолютного количества CD 25<sup>+</sup>-лимфоцитов, суммарной общей скорости носового потока с обеих сторон и повышение ИН2/ИН1, связанных с концентрацией в крови ванадия, марганца и уровнем содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе, обуславливали вероятность развития аллергического ринита ( $R^2 = 0,24-0,74$ ;  $p = 0,001$ ), хронических лимфопролиферативных заболеваний носоглотки ( $R^2 = 0,13-0,62$ ;  $p = 0,0001$ ) и коморбидной патологии в виде вторичного иммунодефицита ( $R^2 = 0,13-0,86$ ;  $p = 0,0001$ ), расстройства вегетативной нервной системы ( $R^2 = 0,12-0,71$ ;  $p = 0,0001$ ), астеноневротического синдрома ( $R^2 = 0,26-0,77$ ;  $p = 0,0001$ ). Повышение в крови уровня креатинфосфокиназы, ионизированного кальция и снижение SVC %, связанные с концентрацией в крови ванадия, марганца и уровнем содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе способствовали развитию бронхиальной астмы ( $R^2 = 0,19-0,73$ ;  $p = 0,0001$ ) и сопутствующего астеноневротического синдрома ( $R^2 = 0,13-0,46$ ;  $p = 0,0001$ ). Установлено, что доля коморбидных состояний, ассоциированных с исследуемыми химическими веществами, составила 8,2–24,5 %. Вклад металлов и взвешенных веществ в формирование сочетанной патологии может достигать 23,5 %. Количество дополнительных случаев аллергического ринита, хронических лимфопролиферативных заболеваний носоглотки, бронхиальной астмы и коморбидной патологии, вероятностно связанных с повышенным содержанием в крови ванадия, марганца и уровнем взвешенных веществ в атмосферном воздухе, в среднем может составить до 1765 случаев в год.

**Выводы.** У 62,9–89,7 % детей с хроническими заболеваниями органов дыхания в условиях с аэрогенного воздействия металлов и взвешенных веществ регистрируется в крови повышенное содержание ванадия, марганца относительно фонового уровня и показателей в группе сравнения (до 4,7 раза). У экспонированных детей болезни органов дыхания сопровождаются в 66,5 % случаев патологией нервной системы (вегетативной дисфункцией, астеноневротическим синдромом), в 42,6 % – вторичной иммунной недостаточностью, среди которых доля коморбидных состояний, ассоциированных с исследуемыми химическими веществами, достигает 24,5 %. Установлено, что вероятность развития хронических заболеваний органов дыхания и сопутствующих вторичного иммунодефицита, патологии нервной системы (расстройства вегетативной нервной системы, астеноневротического синдрома) обусловлена снижением антиоксидантной защиты (содержание глутати-

он-S-трансферазы, супероксиддисмутазы в крови), нарушением клеточного иммунитета (абсолютное количества CD 25<sup>+</sup>-лимфоцитов), вегетативным дисбалансом (ИН2/ИН1), изменением клеточного метаболизма (креатинфосфокиназа, ионизированный кальций) и нарушением респираторной функции (суммарная общая скорость носового потока с обеих сторон, жизненная емкость легких), связанных с концентрацией в крови ванадия, марганца и уровнем содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе.

### Список литературы

1. Артамонов Р.Г. К вопросу о коморбидности в педиатрической практике // Педиатрия. – 2012. – Т. 91, № 4. – С. 146–149.
2. Гигиеническая оценка окружающей среды и здоровья детей города Пензы / Ю.В. Корочкина, М.В. Перекусихин, В.В. Васильев, Г.В. Пантелеев // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3. – С. 33–39.
3. Заболеваемость детей в возрасте от 5 до 15 лет в Российской Федерации / Л.С. Намазова-Баранова, В.Р. Кучма, А.Г. Ильин, Л.М. Сухарева, И.К. Рапопорт // Медицинский совет. – 2014. – № 1. – С. 6–10.
4. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Аминова А.И. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания // Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.
5. Нуриахметова А.Ж., Файзуллина Р.М. Клинико-anamнестические особенности у детей с рецидивирующими и хроническими заболеваниями органов дыхания в промышленном регионе // Медицинский вестник Башкортостана. – 2013. – № 3. – С. 67–71.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – М., 2018. – 268 с.
7. Общая заболеваемость детского населения России (0–14 лет) в 2017 году: Статистические материалы // Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации. – М., 2018. – Часть V. – 144 с.
8. Распространенность болезней органов дыхания среди населения крупного промышленного города / М.Н. Омарова, А.Т. Кенжебаева, А.Н. Жумагулова, Д.Р. Аспетов, Б.Х. Жуматова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12 (5). – С. 828–831.
9. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. – М.: Медиа Сфера, 1998. – 352 с.
10. Ширинский В.С., Ширинский И.В. Коморбидные заболевания – актуальная проблема клинической медицины // Сибирский медицинский журнал. – 2014. – Т. 29. – № 1. – С. 7–12.

## Оценка эффективности применения медико-профилактической технологии оздоровления детей и подростков с функциональными расстройствами билиарного тракта в условиях загородного летнего оздоровительного лагеря

Н.И. Мамыкина<sup>1</sup>, И.Е. Штина<sup>1</sup>, С.Л. Валина<sup>1</sup>,  
О.Ю. Устинова<sup>1,2</sup>, Д.А. Эйфельд<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,  
<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Пермь, Россия

Функциональные нарушения работы органов желудочно-кишечного тракта занимают одно из ведущих мест в структуре детской заболеваемости. Одним из перспективных подходов к организации и проведению реабилитационных мероприятий является использование возможностей детских оздоровительных лагерей. Представлены результаты апробированной медико-профилактической технологии у детей с функциональными расстройствами билиарного тракта в условиях детского оздоровительного лагеря. Медико-профилактическая технология включала нормализацию режима дня, питания, двигательной активности, магнитотерапию и применение лекарственного препарата, содержащего экстракт артишока. По окончании применения технологии у детей улучшилось самочувствие, снизилось содержание общего билирубина и холестерина, улучшилось функциональное состояние желчного пузыря (подтвержденное методом ультразвукового сканирования).

**Ключевые слова:** дети, детский оздоровительный лагерь, дисфункция желчного пузыря.

Отечественное здравоохранение осуществляет переход отрасли от системы, ориентированной преимущественно на лечение заболеваний, к расширению мер охраны здоровья граждан, основанных на повышении функциональных возможностей организма и профилактике заболеваний, прежде всего у детей. Результаты ежегодной Всероссийской диспансеризации детей свидетельствуют о высокой заболеваемости детей и подростков, а также недостаточной эффективности применяемых в настоящее время программ реабилитации [5]. По данным официальной статистики в РФ сохраняется рост как функциональной патологии, так и хронических заболеваний среди детского населения. Болезни пищеварительного тракта занимают одно из первых мест в структуре соматической патологии у детей [4]. В Пермском крае, по данным статистики, 79 % патологии пищеварительного тракта занимают заболевания желчевыводящих путей, 92 % из них приходится на дисфункции билиарного тракта [11]. Нарушение пассажа желчи без отсутствия эффективных реабилитационных мероприятий может приводить к формированию серьезной органической патологии желчевыводящей системы, печени, поджелудочной железы и кишечника [3, 6, 11]. Как известно, ведущая роль в возникновении функциональных заболеваний пищеварительного тракта принадлежит психоэмоцио-

нальным факторам, нарушениям в деятельности ЦНС и вегетативной регуляции. По результатам исследований дебют заболеваний после психоэмоциональных и психотравмирующих жизненных моментов происходит у 39 % детей [3, 6, 11]. В первую очередь функциональные заболевания находят реализацию у детей школьного возраста и подростков. В современных городских школах за последние годы значительно увеличился объем и сложность учебной нагрузки, введены новые дисциплины, новаторские технологии. Школьные программы рассчитаны на продвинутый уровень образования и не соответствуют физиологическим возможностям 80 % детей [8, 10].

В течение учебного года дети находятся в состоянии хронического стресса, испытывают дефицит свободного времени, мало двигаются, неправильно питаются [4]. Горячее питание в школах получают лишь 66,0 % детей, 20,0 % используют буфетное питание, 10,5 % не питаются совсем, нарушается режим питания. Все большую популярность приобретает «быстрое» питание в фастфудах, которое избыточно по содержанию углеводов, ощущается дефицит «домашнего» питания [10]. За период обучения количество детей с функциональными нарушениями органов пищеварения увеличивается в 3,7 раза [12]. Подростковый возраст наиболее уязвим в плане развития функциональной патологии, так как он является одним из наиболее сложных этапов достижения ребенком биологической зрелости, и все системы организма работают на пределе функциональных возможностей [1]. Проживание в крупном городе накладывает свой отпечаток на структуру билиарной патологии у подрастающего поколения. В регионах с высоким уровнем развития многопрофильной промышленности распространенность заболеваний билиарными дисфункциями оказывается намного выше, чем у детей с сельских территорий [2, 11]. Таким образом, в условиях современного мегаполиса множество неблагоприятных факторов способны вызывать нарушения билиарной функции у школьников и подростков [2]. Одним из перспективных подходов к организации и проведению реабилитационных мероприятий является использование возможностей загородных лагерей летнего отдыха [5, 9]. В систему лагерей заложены уникальные по многогранности воздействия естественные оздоровительные факторы, а также оптимально организованные режим дня, питание и двигательная активность. Разумно организованные мероприятия педагогического, воспитательного, спортивного, досугового характера помогают зарядиться детям положительными эмоциями, снять накопленный стресс; являются профилактикой психосоматических и вегетативных нарушений, способствуют повышению функциональных возможностей организма [13, 5]. Целесообразна продолжительность смены не менее 21 дня для обеспечения этапа стабилизации и закрепления оздоровительного эффекта [9]. Правильная диета, режим питания, регулярная физическая активность способствуют нормализации моторно-эвакуаторной функции желудочно-кишечного тракта, регулярному опорожнению желчного пузыря и протоковой системы, профилактике желчнокаменной болезни [6]. В летних детских лагерях имеется возможность повысить эффективность оздоровления детей с билиарными нарушениями с помощью применения медико-профилактической технологии, проводимой под контролем врачей-педиатров и среднего медицинского персонала, включающей в себя курсовое патогенетическое медикаментозное и физиотерапевтическое лечение в сочетании со специально-ориентированным комплексом лечебной физкультуры. Все вышеизложенное определило цель и задачи данного исследования.

**Цель работы** – оценить эффективность реализованной медико-профилактической технологии у детей с функциональными расстройствами билиарного тракта в условиях детского оздоровительного лагеря.

**Материалы и методы.** В условиях детского оздоровительного лагеря (ДОЛ) в течение 21 дня были отобраны 70 детей с установленным ранее диагнозом билиарной дисфункции. В исследование были включены дети в возрасте 7–14 лет (девочек – 60,0 %, мальчиков – 40,0 %, средний возраст  $11,4 \pm 1,3$  г.). При оформлении в ДОЛ детям проведены обязательные антропометрические измерения (рост, масса тела), а также оценка мышечной силы и жизненной емкости легких (ЖЕЛ) с использованием стандартного инструментария. Выполнен общий анализ крови, биохимическое исследование крови с определением содержания общего белка, глюкозы, общего билирубина, холестерина, активности щелочной фосфатазы, аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы. Исследование показателей выполнено унифицированными биохимическими методами с помощью автоматического биохимического анализатора Keylab (BPC+Biosed, Италия). Ультразвуковое исследование печени (размеры долей, контур, оценка эхоструктуры, эхогенности паренхимы), желчного пузыря (расположение, форма, размеры, толщина стенок, содержимое пузыря), внепеченочных желчных протоков выполнено по стандартной методике на аппарате экспертного класса Vivid q (GE Vingmed Ultrasound AS, Норвегия) с использованием конвексного датчика (1,8–6,0 МГц).

Динамический контроль показателей лабораторных и инструментальных исследований проводился с интервалом в 3 недели.

Медико-профилактическая технология включала специально разработанный комплекс лечебной физкультуры, направленный на улучшение моторики желчевыводящих путей (10 занятий). Комплекс чередовался с классической схемой общей физической подготовки, магнитотерапию на область правого подреберья (7 процедур) и растительный препарат, содержащий 0,2 г экстракта листьев артишока (*Cynarae scomuli foliae extract*), по одной таблетке 3 раза в день курсом 14 дней.

Клинико-лабораторные обследования проводили с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1983), Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP), и с учетом требований этического комитета ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». У родителей и законных представителей обследованных детей было получено добровольное информированное согласие на проведение реабилитации, функциональных и лабораторных исследований.

Статистическую обработку полученного материала осуществляли с помощью стандартных методов и специальных программных продуктов с приложениями MS-Office.

**Результаты и их обсуждение.** При проведении медицинского осмотра детей в период заезда в ДОЛ все дети, включенные в обследование, имели характерные для билиарной дисфункции клинические проявления: болевой, диспепсический, холестатический, астеновегетативный синдромы [6].

При оценке показателей общего анализа крови до начала применения медико-профилактической технологии среднегрупповые значения основных показателей общего анализа крови находились в пределах установленных возрастных нормативов (табл. 1). В то же время содержание гемоглобина ниже физиологического

уровня выявлено у 5,0 % детей. У 3,0 % детей отмечено снижение числа эритроцитов. При анализе лейкоцитарного звена снижение общего количества лейкоцитов зафиксировано у 12,0 % детей, у 20,0 % детей выявлена относительная и абсолютная эозинофилия крови.

Таблица 1

Сравнительный анализ среднегрупповых гематологических показателей у детей до и после применения технологии

Показатель	Физиологическая норма	До проведения программы	После проведения программы	<i>p</i> *
Гемоглобин, г/дм <sup>3</sup>	115–135	132,6 ± 10,4	134,3 ± 10,5	0,3
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /дм <sup>3</sup>	3,9–5,3	4,4 ± 0,3	4,6 ± 0,3	0,0001
Цветной показатель, пг	24–30	28,8 ± 3,3	28,4 ± 1,4	0,4
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	5,5–7,0	5,5 ± 1,2	6,3 ± 1,5	0,0007
СОЭ, мм/ч	1–10	6,3 ± 3,6	8,0 ± 4,2	0,01
Эозинофилы, %	0–3	4,5 ± 3,6	3,6 ± 2,5	0,09
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0–3	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,3	1,0
Сегментоядерные нейтрофилы, %	37–41	50,6 ± 7,9	53,0 ± 9,1	0,07
Лимфоциты, %	36–40	37,5 ± 6,4	35,0 ± 7,9	0,04
Моноциты, %	5–6	6,4 ± 1,6	7,2 ± 1,9	0,008
Базофилы, %	0–1	0,04 ± 0,2	0,02 ± 0,15	0,5
Ретикулоциты, %	0,2–0,7	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	1,0
Тромбоциты, 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	180–320	279,7 ± 59,6	307,7 ± 62,9	0,008
Анизоцитоз, усл. ед.	0–0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	1,0
Гематокрит (HCT), %	31–45	40,5 ± 4,11	43,1 ± 3,3	0,0001
Средняя концентрация гемоглобина внутри эритроцита (MCHC), г/дм <sup>3</sup>	322–368	325,2 ± 20,3	299,3 ± 53,9	0,0002
Средний объем эритроцита (MCV), фл	76–91	90,1 ± 5,2	91,1 ± 9,6	0,4
Средний объем тромбоцитов (MPV), фл	8,8–9,2	7,7 ± 0,7	7,8 ± 1,4	0,6
Анизоцитоз эритроцитов (RDWc), %	11,5–14,5	11,1 ± 1,9	9,8 ± 0,6	0,000

Примечание: \**p* – достоверность межгрупповых различий.

Оценка средних групповых исходных значений показателей биохимического анализа крови не выявила отличий от физиологических значений (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ среднегрупповых биохимических показателей у детей до и после применения медико-профилактической технологии

Показатель	Физиологическая норма	До проведения программы	После проведения программы	<i>p</i> *
Общий белок, г/дм <sup>3</sup>	60–80	73,4 ± 5,1	75,2 ± 3,4	0,02
Глюкоза, ммоль/дм <sup>3</sup>	3,33–5,55	4,6 ± 0,5	4,3 ± 0,4	0,000
Билирубин общий, мкмоль/дм <sup>3</sup>	0–18,8	17,2 ± 8,0	11,9 ± 5,2	0,000
Щелочная фосфатаза, Е/дм <sup>3</sup>	71–645	408,9 ± 151,9	383,1 ± 137,7	0,3
АЛАТ, Е/дм <sup>3</sup>	5–42	14,1 ± 5,7	14,3 ± 5,1	0,8
АСАТ, Е/дм <sup>3</sup>	6–37	31,8 ± 11,8	28,4 ± 11,4	0,08
Холестерин общий, мкмоль/дм <sup>3</sup>	3,11–5,44	4,11 ± 0,7	3,6 ± 0,6	0,000

Примечание: \**p* – достоверность межгрупповых различий.



При анализе исходных показателей биохимического анализа крови у каждого четвертого ребенка выявлено повышенное содержание общего билирубина (25,0 %), у каждого пятого – повышение активности аспартатаминотрансферазы (20,0 %), у 12 % – щелочной фосфатазы, у 5 % – превышение общего холестерина (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Доля повышенных проб показателей биохимического анализа крови, у детей до и после применения медико-профилактической технологии, %

Показатель	До проведения программы	После проведения программы	<i>p</i> *
Билирубин общий, мкмоль/дм <sup>3</sup>	25,0	12,0	0,048
Щелочная фосфатаза, Е/дм <sup>3</sup>	12,0	6,0	0,3
АЛАТ, Е/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	1,0
АСАТ, Е/дм <sup>3</sup>	20,0	8,0	0,04
Холестерин общий, мкмоль/дм <sup>3</sup>	5,0 %	0,0	0,06

П р и м е ч а н и е : \**p* – достоверность межгрупповых различий.

До начала проведения оздоровительной программы по результатам ультразвукового сканирования нормальное состояние органов гепатобилиарной системы констатировано у 28,5 % детей. У большей части детей (54,0 %) исследуемой группы отмечено увеличение объема желчного пузыря и у 41 % признаки нарушения реологических свойств желчи и реактивные изменения стенки желчного пузыря (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Доля ультразвукового исследования желчного пузыря и желчевыводящих путей у детей до и после применения медико-профилактической технологии, %

Данные ультразвукового исследования	До проведения программы	После проведения программы	<i>p</i>
Ультразвуковая норма	28,5	42,0	0,1
УЗ-признаки отклонения от нормы	71,5	58,0	0,1
Увеличение объема желчного пузыря	54,0	27,0	0,001
Признаки дисхолии	41,0	16,0	0,001
Реактивные изменения стенки желчного пузыря	41,0	24,0	0,03

П р и м е ч а н и е : \**p* – достоверность межгрупповых различий.

При оценке клинической эффективности технологии установлено, что число детей, предъявляющих жалобы гепатобилиарного характера, уменьшилось до 20,0 % (против 100,0 % исходных, *p* = 0,000). Общее улучшение самочувствия отмечалось у 86,0 % детей.

Анализ динамики показателей крови показал достоверное увеличение содержания общего белка (с 73,4 ± 5,1 до 75,2 ± 3,4 г/дм<sup>3</sup>, *p* = 0,02). Достоверно снизилось среднegrupповое содержание общего билирубина (с 17,2 ± 8,0 до 11,9 ± 5,2 мкмоль/дм<sup>3</sup>, *p* = 0,000) и общего холестерина (с 4,11 ± 0,7 до 3,6 ± 0,6 мкмоль/дм<sup>3</sup>, *p* = 0,000). Следует отметить, что доля детей с повышенным билирубином уменьшилась в два раза –

с 25,0 до 12,0 % ( $p = 0,048$ ), с повышенной активностью АСТ – в 2,5 раза (с 20,0 до 8,0 %,  $p = 0,04$ ).

Положительная динамика гематологических и биохимических показателей сопровождалась позитивными изменениями ультразвукового исследования желчного пузыря. По данным динамического наблюдения число детей с нормальными показателями ультразвукового исследования желчного пузыря и желчевыводящих путей увеличилось в 1,5 раза (с 28,5 до 42,0 %,  $p = 0,1$ ). Позитивная тенденция обусловлена снижением числа детей с увеличенным объемом желчного пузыря в 2 раза (с 54,0 до 27,0 %,  $p = 0,001$ ), с признаками дисхолии – 2,6 раза (с 41,0 до 16,0 %,  $p = 0,001$ ), с реактивными изменениями – в 1,7 раза (с 41,0 до 24,0 %,  $p = 0,03$ ).

**Выводы.** Полученные результаты сравнительной оценки свидетельствуют об эффективности апробированной технологии коррекции функциональных нарушений желчевыводящих путей у детей в условиях ДОЛ. Сочетание оптимального режима питания, достаточной двигательной активности, применения желчегонного препарата, а также курса магнитотерапии способствует нормализации показателей билирубинового обмена (снижение общего билирубина и холестерина) и функционального состояния желчного пузыря (подтвержденного методом ультразвукового сканирования).

### Список литературы

1. Богомолова Е.А. Медицинские и социальные факторы риска формирования вегетативной дисфункции у детей подросткового возраста: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пермь, 2008. – 206 с.
2. Васильев В.В., Перекусихин М.В., Корочкина Ю.В. Влияние экологических и социально-гигиенических факторов на состояние здоровья детей школьного возраста // Гигиена и санитария. – 2016. – № 8. – С. 66–70.
3. Вовк Е.И. Желчнокаменная болезнь в XXI веке: что нового // Лечащий врач. – 2011. – № 2. – С. 58–65.
4. Динамика распространенности школьно-обусловленных заболеваний у детей и подростков г. Н. Новгорода (1980–2015 гг.) / Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев, Т.В. Бадеева [и др.] // Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи: мат. V Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием. – М.: ФГАУ НЦЗД, – 2016. – С. 33–37.
5. Литвинова Е.В. Оптимизация технологий медицинского обеспечения детей и подростков в период их организованного отдыха: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 24 с.
6. Лоранская И.Д. Функциональные расстройства билиарного тракта: пособие. – М., 2013. – 88 с.
7. Науменко Г.В. Клинико-эпидемиологические особенности дисфункциональных расстройств билиарного тракта у детей и подростков Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Краснодар, 2016. – 22 с.
8. Новикова И.И. Гигиеническая оценка закономерностей формирования здоровья школьников в крупном промышленном центре: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Омск, 2006. – 34 с.
9. Новикова И.И. Гигиенические основы оценки эффективности оздоровления детей и подростков в летних стационарных загородных лагерях // Вестник Российского государственного университета. – 2013. – № 5–6. – С. 92–95.

10. Педагогическая технология как способ профилактики утомления учащихся / М.И. Степанова, З.И. Сазанюк, М.А. Поленова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 3 (228). – С. 10–12.

11. Репецкая М.Н., Бурдина О.М., Лишке Д.В. Современные особенности течения билиарной дисфункции у детей // Пермский медицинский журнал. – 2016. – № 3. – С. 31–35.

12. Сухарева Л.М., Намазова-Баранова Л.С., Рапопорт И.К. Заболеваемость московских школьников в динамике обучения с первого по девятый класс // Российский педиатрический журнал. – 2013. – № 4. – С. 48–53.

13. Танина Н.А. Оценка эффективности оздоровительных мероприятий в летних загородных учреждениях отдыха и оздоровления детей // Медицинский альманах. – 2015. – № 2 (37). – С. 77–79.

## **Гендерные особенности эндокринного статуса у школьников препубертатного периода, обучающихся в профильном образовательном учреждении**

**Л.В. Ошева<sup>1</sup>, И.Е. Штина<sup>1</sup>, А.М. Мифтахова<sup>1</sup>,  
Д.А. Эйфельд<sup>1</sup>, О.Ю. Устинова<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Пермь, Россия

Для современной школы характерно нарастание интенсификации учебной деятельности, которое оказывает негативное влияние на формирующийся организм. Целью исследования явилось изучение гендерных особенностей эндокринного статуса и липидного обмена у учащихся профильных классов в препубертатном периоде. В результате выявлено, что образовательный процесс у учащихся профильной школы относительно типовых школ является более напряженным. В ходе клинико-лабораторного исследования установлено, что у мальчиков профильной школы в 2,5 раза чаще регистрировался избыток массы тела, сопровождающийся повышением уровня триглицеридов в крови ( $p < 0,05$ ). У девочек липидный профиль крови можно охарактеризовать как атерогенный, по сравнению с мальчиками, однако выявлены признаки перенапряжения адаптационных гуморальных процессов в виде нарушения механизма «обратной связи» в гипофизарно-тиреоидной системе, у мальчиков профильных классов установлено повышение уровня кортизола в крови, что может свидетельствовать о начале формирования хронического стресс-синдрома.

**Ключевые слова:** образовательный процесс, половые особенности, липидный спектр, эндокринный статус.

Современная школьная программа, направленная на внедрение новых технологий и усовершенствование процесса обучения, оказывает многофакторное влияние на состояние здоровья учащихся. Интенсификация учебного процесса нередко сопровождается нарушениями гигиенических нормативов организации учебного процесса, из которых наиболее часто регистрируются нерациональное формирование расписания без учета динамики дневной и недельной умственной работоспособности, а также превышение максимально допустимой учебной нагрузки в течение недели. Согласно проведенным исследованиям в 2014–2016 гг., в гимназиях, лицеях и профильных классах показатель напряженности учебной деятельности достоверно выше по сравнению с традиционной школой [5, 6]. Результаты многофакторного анализа показывают, что в инновационной школе первое ранговое место по вкладу в здоровье обучающихся занимает организация образовательного процесса (до 25 %), в то время как в школах с традиционным обучением динамику показателей здоровья школьников определяют преимущественно социальные факторы (до 24 %) [3]. Обучение в большинстве школ характеризуется интенсификацией учебного процесса без учета особенностей пола при организации процесса обучения. Единые стандарты обучения, применяемые в школе к учащимся без учета темпов формирования и последовательности развития функциональных систем организма у детей разного пола, могут привести к дезадаптации, а в дальнейшем оказывать негативное воздействие на формирование психофизиологических характеристик мальчиков и девочек. Высокая учебная нагрузка приводит к напряжению адаптационных резервов и развитию у учащихся стресс-синдрома, сопровождающегося нарушением нейровегетативного равновесия, проявляющегося дисбалансом секреции гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и гипоталамо-гипофизарно-тиреодной осей [1, 9]. В условиях современного образования школьники в связи с усложнением программного материала, компьютеризацией процесса обучения вынуждены длительное время проводить в сидячем, зачастую неэнергичном состоянии за учебным столом или у экранов мониторов. Это приводит к значительным ограничениям двигательной активности, сопровождающейся ухудшением функционального состояния центральной нервной системы и снижению качества выполнения ею трофической функции – контроля над процессами обмена веществ [10]. На фоне гиподинамии наблюдается снижение функций желез внутренней секреции и снижается интенсивность энергетического обмена. Кроме высокой интенсивности учебного процесса на здоровье учащихся негативно влияют нарушения качественного и количественного состава пищи и режима питания [2]. Проведенные исследования по анализу фактического питания школьников крупных городов выявили основные нарушения: недостаток продуктов животного происхождения (молока, сливочного масла, яиц, мяса, рыбы и морепродуктов), потребление овощей и фруктов в количествах меньше рекомендуемой нормы на фоне преобладания картофеля, избытка макаронных и кондитерских изделий [7]. Следствием совокупного воздействия вышеперечисленных факторов является увеличение числа школьников, страдающих алиментарно-зависимыми патологиями, развитие которых в определенной степени связано с нарушением липидного обмена [1]. Вышеизложенное свидетельствует об актуальности изучения состояния эндокринного статуса, оценки питания и параметров липидного обмена учащихся профильных классов с учетом половой принадлежности с целью выявления предикторов напряжения компенсаторно-адаптационных механизмов.

**Цель исследования** – изучить гендерные особенности эндокринного статуса и липидного обмена в условиях высокой интенсивности образовательного процесса у учащихся профильных классов в препубертатном периоде.

**Материалы и методы.** Проведено исследование 249 учащихся первого уровня образования средней общеобразовательной школы с углубленным изучением предметов физико-математического профиля (СОШ ФМП) и типовой средней общеобразовательной школы (СОШ). Группу наблюдения составили 123 учащихся СОШ ФМП, из них 50 девочек (40,6 %) и 73 мальчика (59,4 %), группа сравнения представлена 126 учащимися СОШ, из них 60 девочек (47,6 %) и 66 мальчиков (52,4 %). Средний возраст детей группы наблюдения равнялся  $9,8 \pm 1,2$  г., группы сравнения –  $10,1 \pm 1,3$  г. Группы были сопоставимы по половому, возрастному и социальному признаку,  $p > 0,05$ .

Медико-биологические исследования проводились с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1975 г. с доп. 1983 г.) и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP) после полученного у законных представителей детей письменного информированного добровольного согласия.

Гигиеническая оценка режимов образовательного процесса в изучаемых школах проведена согласно требованиям СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях».

Анализ особенностей образа жизни и питания выполнен по результатам разработанных для родителей анкет.

Антропометрические измерения проводились с применением стандартного антропометрического инструментария. Оценка уровня физического развития школьников выполнялась с использованием региональных центильных таблиц, индекс массы тела оценивался по международным нормативам, рекомендованным Всемирной организацией здравоохранения (шкала SDS).

Состояния липидного обмена учащихся оценивалось по содержанию в сыворотке крови общего холестерина, триглицеридов, липопротеинов высокой и низкой плотности (ЛПВП и ЛПНП). В качестве маркеров нейроэндокринной регуляции оценены уровни кортизола, тиреотропного гормона (ТТГ) и тетрайодтиронина свободного ( $T_{4cb}$ ). Лабораторная диагностика выполнена с помощью автоматического биохимического анализатора Konelab 20 (Финляндия, ThermoFisher), иммуноферментного анализатор Infinite F50 (Австрия, Tecan), светового микроскопа AXIO Scope.A1 (Германия, Karl Zeiss), проточного цитометра FACSCalibur фирмы Becton Dickinson.

Статистическая обработка полученного материала выполнена с помощью стандартных методов статистики и специальных программных продуктов с приложениями MS Office, различия считали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Проведенная гигиеническая оценка организации образовательного процесса в средней образовательной школе с углубленным изучением предметов физико-математического профиля выявила следующие нарушения требований СанПиН 2.4.2.2821-10: меньшая площадь, приходящаяся на одного учащегося, – около  $1,7 \text{ м}^2$  (не менее  $2,5 \text{ м}^2$  на человека согласно п. 10.1.), уменьшение длительности малых перемен в первую и вторую смены – 5 мин (п. 10.12.), отсутствие перерыва между сменами и факультативными занятиями в расписании (п. 10.13), увеличение объема дневной учебной нагрузки – более 5 уроков, три дня

в неделю проводилось 6 уроков за счет обязательных кружков во вторник и среду и нулевого урока в пятницу (п. 10.6.) и превышение допустимой недельной нагрузки (31 час при допустимой норме 26 часов). Учебный процесс в типовой средней общеобразовательной школе организован в соответствии с требованиями СанПиН 2.4.2.2821-10: соблюдена продолжительность малых и больших перемен, отсутствует превышение объема дневной и недельной нагрузки, площадь, предусмотренная на одного ученика, близка к нормативной и составила 2,4 м<sup>2</sup>.

При анализе результатов анкетирования родителей учащихся установлено, что высокая напряженность образовательного процесса в профильной школе сочеталась с достоверно меньшими временными затратами на спортивную деятельность ( $p = 0,0001$ ). Число школьников, регулярно (4–5 раз в неделю) занимающихся спортом, в группе наблюдения было в 1,7 раза меньше относительно группы сравнения (51 против 90 %,  $p = 0,001$ ). Более 9 часов в неделю на тренировки тратили 19 % учащихся группы наблюдения и 54 % группы сравнения ( $p = 0,003$ ), половина детей группы наблюдения занималась спортом менее 5 часов (против 17 % учащихся группы сравнения,  $p = 0,006$ ).

Изучение особенностей домашнего питания по данным «Дневника питания школьника» показало, что еда «всухомятку» имела место у 100 % учеников в школе СОШ и в 84,8 % – в СОШ ФМП. Среди респондентов профильной школы 86,7 % отметили прием пищи детьми на ночь (менее чем за 2 часа до сна), в то время как в СОШ такое пищевое поведение характерно для всех семей. Употребление фаст-фуда, продуктов снековой группы (чипсы, сухарики, семечки), газированных напитков отметили 80 % родителей и школьников, участвующих в опросе (75,7 % – в СОШ ФМП и 83,5 % – в СОШ).

Таким образом, домашнее питание учащихся исследуемых школ носит несбалансированный характер в силу низкой культуры питания в семьях, что создает предпосылки для формирования отклонений в росте и развитии школьников и повышает риск возникновения различной патологии.

При оценке массы тела учащихся установлено, что среднее значение показателя у мальчиков группы наблюдения составило  $41,11 \pm 10,14$  кг, что достоверно превышало показатель группы сравнения ( $35,84 \pm 7,14$  кг,  $p = 0,05$ ), тогда как среднее значение массы тела у девочек в обеих группах соответствовало физиологическим возрастным нормативам и не имело достоверных межгрупповых отличий ( $31,96 \pm 5,23$  кг в группе наблюдения и  $34,66 \pm 7,92$  кг в группе сравнения,  $p = 0,4$ ). Среди мальчиков СОШ ФМП избыток массы тела I степени отмечался в 10,5 % случаев против 4,2 % случаев в группе сравнения ( $p = 0,3$ ), II степени – в 15,8 % (в группе сравнения не регистрировалось,  $p = 0,08$ ). Индекс массы тела у мальчиков группы наблюдения составил  $19,37 \pm 3,90$  и был достоверно выше, чем в группе сравнения ( $p = 0,04$ ). Среди обследованных девочек доля детей с отклонениями в массе тела не имела достоверных межгрупповых различий (17,0 и 20,0 %,  $p > 0,05$ ).

При анализе результатов биохимического исследования крови учащихся обеих школ установлено, что средние значения показателей липидного профиля находились в пределах нормативных значений.

У девочек профильной школы выявлена более атерогенная структура липидного спектра за счет достоверно более высоких показателей ЛПНП на фоне статистически достоверно более низких значений ЛПВП, чем у мальчиков. Однако концентрация триглицеридов у девочек в препубертатном периоде в профильном клас-

се была достоверно ниже, чем у мальчиков (таблица). Этот факт можно объяснить более высокой потребностью мужского организма в энергии, связанной с интенсивным процессом увеличения массы тела на фоне повышенной мышечной активности [10]. Триглицериды представляют собой форму депонирования энергии, служат основным поставщиком и источником макроэргических связей, необходимых для метаболических реакций организма.

Показатели липидного спектра у учащихся первого уровня образования средней общеобразовательной школы с углубленным изучением предметов физико-математического профиля

Показатель	Физиологическая норма	Девочки	Мальчики	<i>p</i> *
Холестерин общий, ммоль/дм <sup>3</sup>	3,4–5,44	4,30 ± 0,64	4,17 ± 0,64	0,26
Холестерин ЛПНП, ммоль/ дм <sup>3</sup>	1,55–3,5	2,78 ± 0,52	2,47 ± 0,56	0,00
Холестерин ЛПВП, ммоль/ дм <sup>3</sup>	0,8–2,2	1,28 ± 0,36	1,39 ± 0,42	0,13
Триглицериды, ммоль/дм <sup>3</sup>	0,3–1,7	0,54 ± 0,16	0,67 ± 0,31	0,01

Пр и м е ч а н и е : \**p* – достоверность межгрупповых различий.

Среднее значение концентрации гормонов гипофизарно-тиреоидной системы у учащихся обеих школ находилось в пределах референтного уровня. Однако содержание Т<sub>4св</sub> в крови у девочек профильной школы было ниже, чем у мальчиков (12,68 ± 1,96 и 13,38 ± 1,68 пмоль/л соответственно, *p* = 0,06), на фоне отсутствия закономерного увеличения уровня тиреотропного гормона. Показатели Т<sub>4св</sub> и ТТГ у учащихся СОШ не имели половых различий. Сравнение значений гормонов учащихся разных школ показало, что уровень Т<sub>4св</sub> у мальчиков и девочек СОШ ФМП, меньше чем у учащихся СОШ (девочки 12,68 ± 1,96 против 15,35 ± 1,68 пмоль/л соответственно, *p* = 0,01; мальчики 13,38 ± 2,14 против 15,47 ± 2,90 пмоль/л соответственно, *p* = 0,02). Более низкие значения Т<sub>4св</sub> у девочек СОШ ФМП сочеталось с сниженным, по сравнению с девочками СОШ, уровнем ТТГ (2,00 ± 0,89 и 2,39 ± 1,05 мкМЕ/см<sup>3</sup> соответственно, *p* = 0,01), что не отмечалось среди мальчиков.

Уровень кортизола у обследованных детей обоих полов как в профильной, так и в средней образовательной школах находился в пределах физиологических нормативов и не имел гендерных отличий, однако у мальчиков группы наблюдения значение кортизола достоверно превышало показатель группы сравнения (408,38 ± 187,18 против 348,14 ± 1,05 нмоль/см<sup>3</sup> соответственно, *p* = 0,03). У девочек значимых межгрупповых различий в уровне кортизола не установлено.

**Выводы.** Для общеобразовательных учреждений с углубленным изучением предметов физико-математического профиля характерен более напряженный режим образовательного процесса, большая продолжительность и интенсивность учебных занятий, меньшие временные затраты на двигательную активность, преобладание «углеводно-жировой» модели домашнего питания. Клинико-лабораторное исследование выявило, что у мальчиков профильной школы в 2,5 раза чаще регистрировался избыток массы тела, сопровождающийся повышением уровня триглицеридов в крови (*p* < 0,05). У девочек физико-математической школы в препубертатном периоде липидный профиль крови можно охарактеризовать как атерогенный за счет более высоких показателей ЛПНП и низких показателей ЛПВП по сравнению с мальчиками. В результате исследования у девочек, обу-

чающихся в образовательных организациях инновационного типа, выявлены признаки перенапряжения адаптационных гуморальных процессов в виде нарушение механизма «обратной связи» в гипофизарно-тиреоидной системе (снижение значения  $T_{4cb}$  в сочетании со сниженным, по сравнению с девочками СОШ, уровнем ТТГ). В то время как у мальчиков профильных классов установлено повышение уровня кортизола в крови, что может свидетельствовать о начале формирования хронического стресс-синдрома.

### Список литературы

1. Ефимова Н.В., Катульская О.Ю., Жданова-Заплесвичко И.Г. Алиментарно-зависимая патология у детского и подросткового населения Иркутской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 5 (2). – С. 333–335.
2. Земляной Д.А. Гигиеническая оценка факторов школьной среды и состояния здоровья обучающихся (на примере Невского и Выборгского районов Санкт-Петербурга): автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2014. – 25 с.
3. Зорина И.Г. Социально-гигиенический мониторинг факторов среды обитания и состояния здоровья как метод определения приоритетов профилактики в гигиене обучения детей // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 1. – С. 17–18.
4. Комплексная оценка состояния здоровья и условий обучения детей в общеобразовательных школах-интернатах г. Уфы / Ю.Р. Акбашева, Р.А. Ахметшина, И.Ю. Грачева, Е.А. Поварго, Н.А. Кучимова // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 3 (252). – С. 26–28.
5. Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Ефимова Н.В. Интенсификация учебной деятельности детей в современных условиях // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – № 1. – С. 3–11.
6. Ткачук Е.А., Мыльникова И.В., Ефимова Н.В. Гигиеническая оценка напряженности учебного труда школьников // Экология человека. – 2014. – № 6. – С. 20–24.
7. Фактическое питание детей, проживающих в экологических условиях современного города / Г.Г. Ладнова, М.Г. Курочичка, М.Н. Гладских, Е.И. Грядунова // Вестник Брянского государственного университета. – 2012. – № 4 (1). – С. 119–121.
8. Хорькова А.С. Морфофункциональные особенности адаптации женского организма к физическим нагрузкам // Вестник Югорского государственного университета. – 2016 г. – № 1 (40). – С. 204–208.
9. Черная Н.Л., Злакоманова Е.И., Кучма В.Р. Особенности формирования здоровья младших школьников в условиях поло-личностного образования // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 8 (269). – С. 34–37.
10. Шалупин В.И., Морщина Д.В. Повышение профессиональной надежности специалистов управления воздушного движения гражданской авиации с помощью средств и методов физической тренировки // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2010. – № 159. – С. 133–135.



## Проблемы санитарно-эпидемиологического благополучия общеобразовательных организаций и популяционное здоровье подрастающего поколения

М.В. Перекусихин<sup>4</sup>, В.В. Васильев<sup>1, 2, 3</sup>, Е.В. Васильев<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,

<sup>2</sup> Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России,

<sup>3</sup> ГБУЗ «Пензенская областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко»,

<sup>4</sup> Управление Роспотребнадзора по Пензенской области,

<sup>5</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пензенской области» Роспотребнадзора,  
г. Пенза, Россия

Повышение уровня санитарно-эпидемиологического благополучия общеобразовательных организаций, в том числе совершенствование питания и медицинского обеспечения обучающихся в масштабах областного центра и региона в целом позволило добиться уменьшения влияния негативных факторов школьной среды на здоровье обучающихся, что подтверждается рядом положительных тенденций в динамике зарегистрированной общей и первичной заболеваемости детей и подростков, средней и сильной корреляционной связью между отдельными факторами риска и школьно обусловленной патологией. Результаты углубленного анализа динамики заболеваемости детей и подростков послужили основой для разработки обоснованных рекомендаций по снижению риска нарушений здоровья детского населения на перспективу.

**Ключевые слова:** уровень санитарно-эпидемиологического благополучия, заболеваемости детей и подростков.

Начало XXI в. в Российской Федерации характеризовалось неуклонным ростом показателей заболеваемости детей и подростков практически по всем классам болезней [3, 5, 10]. Стабилизация и незначительное снижение уровня заболеваемости у детей наметилось с 2012 г. [4], у подростков – с 2014 г. [7]. Формирование здоровья детей и подростков в школьном возрасте происходит при сочетанном воздействии школьных и внешкольных средовых факторов [1, 2, 10, 11], включая санитарно-гигиенические [6, 8]. В связи с этим изучение обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся в общеобразовательных организациях и разработка обоснованных рекомендаций представляет особый научный интерес, что и предопределило выполнение данного исследования.

**Цель исследования** – сравнительная гигиеническая оценка санитарно-эпидемиологического благополучия общеобразовательных организаций (ОО) и характеристика динамики, тенденций заболеваемости детей и подростков областного центра и региона.

**Материалы и методы.** Исследование выполнялось на территории города Пензы и Пензенской области. Оценку санитарно-эпидемиологического благополучия (СЭБ) общеобразовательных организаций проводили по формам статистического наблюдения № 18, 9–14 за 2008–2017 гг. Выбор 2008 г. за точку отсчета обу-

словлен тем, что в предыдущие годы (2001–2007 гг.) к первой группе санитарно-эпидемиологического благополучия относилось 24,0–27,7 % общеобразовательных организаций, а с 2008 г. намечилось существенное увеличение числа школ, относящихся первой группе. Динамику заболеваемости детей и подростков изучали по формам учета № 12 за период с 2008 по 2017 г. Проведено выравнивание динамических рядов показателей заболеваемости. Для обобщенной количественной оценки тенденций заболеваемости за наблюдаемый период рассчитан средний темп прироста. Проведен корреляционный анализ. Используются общепринятые методы статистической обработки результатов исследования.

**Результаты и их обсуждение.** В 2008–2017 гг. произошло значительное улучшение материально-технической базы общеобразовательных организаций. В целом по Пензенской области доля не канализованных ОО уменьшилась с 11,3 % в 2008 г. до 1,0 % в 2017 г. ( $p < 0,05$ ), доля не имеющих централизованного водоснабжения – с 9,9 до 0,8 % ( $p < 0,05$ ), не имеющих центрального отопления – с 4,1 до 0,2 % ( $p < 0,05$ ). В городе Пензе с 2008 г. неканализованных школ, без центрального отопления и централизованного водоснабжения не было.

Следует отметить, что ввиду давних сроков постройки и естественного износа зданий и сооружений доля требующих капитального ремонта школ в целом по области незначительно увеличилась – в 2008 г. – 4,7 %, в 2017 г. – 5,9 %, в городе Пензе – 4,0 и 4,2 % соответственно. Число обследованных в Пензенской области ОО, где микроклимат не отвечает санитарным нормам и правилам, увеличилось с 6,74 до 16,25 %. При этом число замеров микроклимата, не соответствующих гигиеническим нормативам, увеличилось с 2,7 до 9,58 %. В городе Пензе число обследованных ОО, не отвечающих санитарным нормам и правилам по микроклимату, увеличилось с 9,2 до 43,9 %, число замеров, не отвечающих санитарным нормам и правилам, – с 7,7 до 41,8 %.

В области число обследованных школ, не отвечающих по уровню освещенности санитарным нормам и правилам, уменьшилось с 14,28 до 3,19 %, число замеров, не соответствующих гигиеническим нормативам, – с 6,58 до 2,03 %. Число обследованных ОО, не отвечающих по уровню освещенности санитарным нормам и правилам коррелировало с числом замеров, не соответствующих гигиеническим нормативам ( $r = 0,66$ ). В городе Пензе число обследованных ОО, не отвечающих по уровню освещенности санитарным нормам и правилам, уменьшилось с 20,8 до 2,6 % ( $p < 0,05$ ), число замеров, не отвечающих санитарным нормам и правилам, – с 14,6 до 0,31 % ( $p < 0,01$ ).

Число обследованных школ, не отвечающих по уровню электромагнитных полей санитарным нормам и правилам, уменьшилось с 14,89 до 0 %, число замеров, не соответствующих гигиеническим нормативам, – с 7,4 до 0 %. Количество обследованных ОО, не отвечающих по уровню электромагнитных полей санитарным нормам и правилам, коррелирует с числом замеров, не соответствующих гигиеническим нормативам ( $r = 0,72$ ). В городе Пензе число обследованных ОО, не отвечающих по уровню электромагнитных полей санитарным нормам и правилам, уменьшилось с 17,2 до 3,2 % ( $p < 0,05$ ), число замеров, не отвечающих санитарным нормам и правилам, – с 6,9 до 0,35 % ( $p < 0,05$ ).

Уровень шума в школах области и города преимущественно соответствовал гигиеническим нормативам, за исключением отдельных случаев превышения норматива в отдельные годы.

Важным компонентом формирования условий обучения является оборудование ОО мебелью, соответствующей росту-возрастным характеристикам обучающихся-

ся. С 2008 по 2017 г. число обследованных школ, не соответствующих по данному параметру санитарным нормам и правилам, в области уменьшилось с 11,9 до 4,3 % ( $p < 0,05$ ), в городе Пензе – с 9,1 до 4,2 % ( $p < 0,05$ ). Существенно не изменилось число ОО, в которых при проведении исследований технические средства обучения не соответствовали стандартам: в целом в области в 2008 г. – 3,5 %, в 2017 г. – 3,9 %, в г. Пензе – 3,7 и 3,8 % соответственно.

По сравнению с 2008 г. в 2017 г. доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в школах области незначительно увеличилась с 7,63 до 9,78 % ( $p < 0,05$ ), а по микробиологическим показателям – с 1,33 до 3,67 % ( $p < 0,05$ ). В ОО города Пензы доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам, в 2017 г. по сравнению с 2008 г. уменьшилась: по санитарно-химическим показателям – с 25,8 до 1,5 % ( $p < 0,01$ ), по микробиологическим показателям – с 15,1 до 1,2 % ( $p < 0,01$ ).

Пробы готовых блюд в ОО Пензенской области в основном соответствовали гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, за исключением 2010, 2013 и 2014 гг., когда доля неудовлетворительных проб составляла от 2,3 до 14,9 %. По сравнению с 2008 г. в 2017 г. доля проб готовых блюд, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, снизилась с 3,12 до 1,34 % ( $p < 0,05$ ). Доля проб готовых блюд, не соответствующих гигиеническим нормативам по калорийности, за данный период наблюдения снизилась с 12,6 до 7,9 % ( $p < 0,05$ ). В ОО города Пензы несоответствие нормативам готовых блюд по санитарно-химическим показателям отмечалось только в 2013 г. в 6,7 % случаев. Доля проб готовых блюд, не соответствующих требованиям нормативов по микробиологическим показателям, уменьшилась с 6,3 % в 2008 г. до 0,83 % в 2017 г. ( $p < 0,01$ ), по калорийности – с 20,1 до 9,7 % соответственно ( $p < 0,01$ ).

Результаты санитарно-бактериологических исследований свидетельствуют о стабильности санитарного состояния ОО Пензенской области: доля неудовлетворительных санитарно-гигиенических смывов находилась в диапазоне 0,63–1,77 %, в ОО города Пензы уменьшилась с 2,8 % в 2008 г. до 1,4 % в 2017 г.

Таким образом, за наблюдаемый период в школах области, в том числе в г. Пензе, преимущественно улучшились показатели физических факторов образовательной среды, качества питьевой воды и готовых блюд, что вместе с улучшением показателей санитарно-технического благоустройства позволило повысить уровень санитарно-эпидемиологического благополучия ОО. Доля школ первой группы в целом в области увеличилась с 28,18 % в 2008 г. до 57,0 % в 2017 г. ( $p < 0,01$ ), доля школ второй группы уменьшилась с 71,87 до 43,0 % соответственно ( $p < 0,01$ ). В городе Пензе доля ОО первой группы за 10-летний период увеличилась с 20,0 до 47,14 % ( $p < 0,05$ ), второй группы – уменьшилась с 71,87 до 43,0 % ( $p < 0,05$ ).

Оценка распределения общеобразовательных организаций области в 2017 г. по потенциальному риску причинения вреда здоровью показала, что наибольшая доля приходится на школы, отнесенные к среднему риску (58,78 %), намного меньше – на объекты значительного риска (33,53 %). Школы, отнесенные к умеренному риску, занимают 5,13 %, к высокому риску – 2,56 %.

Повышению уровня санитарно-эпидемиологического благополучия ОО способствовала реализация на территории области проекта по совершенствованию организации школьного питания с 2008 по 2013 г., на что из консолидированного бюджета было израсходовано 447,4 млн рублей, прежде всего в городе Пензе.

Одним из критериев оценки школьного питания является охват горячим питанием обучающихся, который за 10 лет увеличился с 84,5 до 96,3 % ( $p < 0,05$ ) в целом в области и с 85,0 до 97,4 % в городе Пензе. Охват двухразовым горячим питанием в целом по области увеличился в 2,5 раза – с 16,71 до 41,84 % ( $p < 0,01$ ), в Пензе – с 25,66 до 32,73 % ( $p > 0,05$ ).

Изучение сбалансированности школьных обедов выявило увеличение обобщенного коэффициента обеспеченности питания белками животного происхождения и фруктами с 40,9 % в 2008 г. до 51,6 % ( $p < 0,05$ ) в 2014 г. в целом по области и с 38,9 до 47,3 % в школах Пензы.

В 11 ОО города Пензы и 55 школах области в 2006–2008 гг. были открыты отделения профилактики и реабилитации (ОПР), где без отрыва от учебно-воспитательного процесса по назначению врача школьники получают физиотерапевтические процедуры, осуществляется прием врача-педиатра, работает врач-стоматолог. ОПР были рассчитаны на лечение ежегодно 30–35 тысяч учащихся, т.е. не менее четверти обучающихся. Такому же количеству учащихся планировалось оказание стоматологической помощи. В дальнейшем количество пролеченных в ОПР увеличилось почти вдвое – до 70 362 в 2011 г., но в последующие годы, количество действующих ОПР уменьшилось, соответственно сократилось число пролеченных. ОПР функционируют также во время осенних, весенних и летних каникул с целью медицинского обеспечения учащихся, посещающих оздоровительные организации с дневным пребыванием (ООДП). Благодаря функционированию ООДП во время каникул, дети, попавшие в трудную жизненную ситуацию (их количество составляет 4,26 % в Пензе и 7,5 % в целом по области), имеют возможность получать бесплатно двухразовое горячее питание.

В динамике зарегистрированной заболеваемости детей и подростков отмечаются положительные тенденции. Общая заболеваемость по обращаемости (распространенность в целом по всем классам болезней) за 2008–2017 гг. среди детей в возрасте до 14 лет в Пензе уменьшилась с 273 243,5 до 253 105,91 на 100 тысяч соответствующего населения (на 13,42 %), у подростков – с 332 714,8 до 232 760,4 (на 30 %) соответственно. При этом прирост за год в среднем (среднегодовые темпы прироста заболеваемости) у детей за десятилетний период составил минус 1,94 %, а по пятилетним интервалам: 2008–2012 гг. – минус 1,66 %; 2013–2017 гг. – минус 2,24 %. Среднегодовые темпы прироста общей заболеваемости у подростков составили минус 7,8; 6,67; 15,34 % соответственно, что свидетельствует о том, что во втором пятилетнем интервале уменьшение общей заболеваемости подростков было существеннее, чем в первые пять лет.

В динамике общей заболеваемости среди детей в целом по области распространенность заболеваний в целом (по всем классам болезней) за 2008–2017 гг. уменьшилась на 10,46 % (с 229 673,5 до 205 645,6 на 100 тысяч соответствующего населения), среднегодовые темпы прироста составили в 2008–2017 гг. – минус 1,43 %, 2008–2012 гг. – минус 1,14 %, 2012–2017 гг. – минус 1,29 %. Хотя среди подростков распространенность заболеваний в целом (по всем классам болезней) увеличилась на 0,32 % (с 243 053 в 2008 г. до 243 842,6 в 2017 г. на 100 тысяч соответствующего населения), среднегодовые темпы прироста, составившие соответственно минус 0,3; 1,26; 0,15 % свидетельствуют не только о стабилизации, но и о незначительном снижении общей заболеваемости.

За данный период заболеваемость детей и подростков города Пензы с диагнозом, установленным впервые, также уменьшилась: среди детей на 12 % (с 226 712,4

до 199 505,6 на 100 тысяч соответствующего населения), среди подростков на 29,8 % (с 206 668,6 до 145 082,9). Среднегодовые темпы прироста первичной заболеваемости детей составили в 2008–2017 гг. – минус 1,95 %, 2008–2012 гг. – минус 1,02 %, 2012–2017 гг. – минус 2,83 %, у подростков – минус 3,01; 5,67; 5,44 % соответственно. Как среди детей, так и подростков снижение первичной заболеваемости было существеннее в 2012–2017 гг., чем в 2008–2012 гг.

Первичная заболеваемость среди детей в целом по Пензенской области за 10-летний период также уменьшилась на 8,05 % (с 181 217 в 2008 г. до 166 631,8 на 100 тысяч соответствующего населения в 2017 г.), а среди подростков – выросла на 3,61 % (с 151 696,7 до 157 168 соответственно). Среднегодовые темпы прироста первичной заболеваемости по указанным выше интервалам составили у детей минус 1,19; 0,46; 1,29 %, у подростков – +0,48; –0,65; –0,24 % соответственно.

Приведенные данные свидетельствуют о том, общая и первичная заболеваемость детей города Пензы и в целом по Пензенской области в 2008–2017 гг. характеризуются одинаковой тенденцией – снижением уровня заболеваемости. Несмотря на то что средний темп убыли в 2008–2017 гг. общей и первичной заболеваемости среди детей города Пензы выше, чем в целом среди детей по области, у детей города Пензы сохраняются более высокие уровни общей и первичной заболеваемости, которые в 2017 г. превышали аналогичные областные показатели соответственно на 13,06 и 16,4 %. За 10 анализируемых лет к 2017 г. произошло снижение и выравнивание уровней общей и первичной заболеваемости подростков города Пензы к уровню аналогичных показателей в целом по области. При этом уровень общей заболеваемости подростков в целом по Пензенской области на протяжении всех 10 лет оставался стабильно высоким, а уровень первичной заболеваемости повысился незначительно.

Доля случаев заболеваний с впервые установленным диагнозом в объеме общей заболеваемости детей города Пензы и Пензенской области в целом по всем болезням увеличилась с 82,97 % в 2008 г. до 84,33 % в 2017 г. и с 78,9 % в 2008 г. до 81,02 % в 2017 г. соответственно, что на фоне снижения их общей заболеваемости как в городе Пензе и в целом по области свидетельствует о незначительном росте острой патологии.

Среди подростков города Пензы доля случаев заболеваний с впервые установленным диагнозом в объеме общей заболеваемости в целом по всем болезням практически не изменилась – 62,11 % в 2008 г. и 62,33 % в 2017 г., что на фоне снижения их общей заболеваемости свидетельствует о стабилизации острой и хронической патологии и отсутствии резких колебаний. Доля случаев заболеваний с впервые установленным диагнозом в объеме общей заболеваемости подростков Пензенской области в целом по всем болезням увеличилась с 62,41 % в 2008 г. до 64,45 % в 2017 г., что на фоне незначительного роста общей заболеваемости свидетельствует о некотором росте острой патологии.

Анализ динамики заболеваемости в разрезе классов и отдельных болезней показал, что за 10-летний период прослеживается выраженная положительная тенденция снижения общей заболеваемости детей города Пензы по следующим классам: болезни системы кровообращения (темпы прироста –48,67; средний темп прироста –9,65), болезни уха и сосцевидного отростка (темпы прироста –48,15; средний темп прироста –5,66), болезни глаза и его придаточного аппарата (темпы прироста –45,43; средний темп прироста –4,53), болезни кожи и подкожной клетчатки (темпы прироста –43,29; средний темп прироста –7,67), болезни костно-мышечной системы

и соединительной ткани (температура прироста  $-42,39$ ; средний температур прироста  $-10,5$ ), болезни эндокринной системы, расстройств питания (температура прироста  $-41,93$ ; средний температур прироста  $-5,9$ ). Выраженное снижение отмечено по ряду других классов: врожденные аномалии (температура прироста  $-37,32$ ; средний температур прироста  $-5,19$ ), некоторые инфекционные и паразитарные заболевания (температура прироста  $-29,31$ ; средний температур прироста  $-2,12$ ). Негативная тенденция у детей отмечается только по таким классам, как новообразования (температура прироста  $+25,79$ ; средний температур прироста  $+0,01$ ), болезни мочеполовой системы (температура прироста  $+21,39$ ; средний температур прироста  $+1,98$ ), травмы, отравления и некоторые последствия воздействия внешних причин (температура прироста  $+4,77$ ; средний температур прироста  $+0,21$ ).

В отличие от детей, у подростков города Пензы позитивные и негативные тенденции носят более выраженный характер. Выраженное снижение общей заболеваемости подростков произошло по таким классам, как болезни системы кровообращения (температура прироста  $-66,29$ ; средний температур прироста  $-14,75$ ), болезни нервной системы (температура прироста  $-61,96$ ; средний температур прироста  $-2,63$ ), болезни глаза и его придаточного аппарата (температура прироста  $-58,66$ ; средний температур прироста  $-10,06$ ), некоторые инфекционные и паразитарные заболевания (температура прироста  $-57,48$ ; средний температур прироста  $-8,86$ ), болезни уха и сосцевидного отростка (температура прироста  $-54,35$ ; средний температур прироста  $-5,6$ ), болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (температура прироста  $-42,98$ ; средний температур прироста  $-7,45$ ), болезни кожи и подкожной клетчатки (температура прироста  $-41,35$ ; средний температур прироста  $-6,44$ ). Выраженная убыль общей заболеваемости отмечена по классам болезней органов дыхания (температура прироста  $-34,45$ ; средний температур прироста  $-4,66$ ), врожденные аномалии (температура прироста  $-24,92$ ; средний температур прироста  $-11,4$ ). Имел место скачкообразный отрицательный прирост по классу болезней эндокринной системы, расстройств питания (температура прироста  $-367,18$ ; средний температур прироста  $-14,9$ ). Положительный прирост общей заболеваемости подростков, как и у детей, отмечается по таким классам, как новообразования (температура прироста  $+32,28$ ; средний температур прироста  $+2,78$ ), травмы, отравления и некоторые последствия воздействия внешних причин (температура прироста  $+9,03$ ; средний температур прироста  $+3,22$ ), болезни мочеполовой системы (температура прироста  $+0,57$ ; средний температур прироста  $-1$ ), а также по классам болезней органов пищеварения (температура прироста  $+8,63$ ; средний температур прироста  $+0,46$ ).

Положительные тенденции снижения общей заболеваемости детей в целом по Пензенской области отмечаются по тем же классам и отдельным болезням, что и среди детей города Пензы, но менее выражены: болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (температура прироста  $-38,45$ ; средний температур прироста  $-6,55$ ), болезни кожи и подкожной клетчатки (температура прироста  $-34,04$ ; средний температур прироста  $-4,83$ ), болезни системы кровообращения (температура прироста  $-33,32$ ; средний температур прироста  $-5,36$ ), болезни уха и сосцевидного отростка (температура прироста  $-30,61$ ; средний температур прироста  $-3,32$ ), болезни глаза и его придаточного аппарата (температура прироста  $-23,95$ ; средний температур прироста  $-2,48$ ), врожденные аномалии (температура прироста  $-22,68$ ; средний температур прироста  $-2,58$ ), некоторые инфекционные и паразитарные заболевания (температура прироста  $-20,44$ ; средний температур прироста  $-0,94$ ). Незначительное увеличение распространенности заболеваний среди детей области наблюдается по таким классам, как болезни мочеполовой системы (температура прироста  $+5,86$ ; средний температур прироста  $+0,72$ ), болезни нервной системы (температура прироста  $+3,95$ ; средний температур прироста  $-1,78$ ), травмы, отравления и некоторые последствия воздействия

внешних причин (темп прироста +2,03; средний темп прироста +0,25), новообразования (темп прироста +1,4; средний темп прироста -1,26).

Тенденции в динамике распространенности заболеваний среди подростков в целом по Пензенской области не всегда совпадают с тенденциями, характерными для общей заболеваемости подростков города Пензы. Значительное снижение общей заболеваемости подростков области отмечается по классу некоторых инфекционных и паразитарных заболеваний (темп прироста -44,3; средний темп прироста -4,34). Менее выраженная убыль общей заболеваемости присуща классам: психические расстройства, расстройства поведения (темп прироста -29,54; средний темп прироста -4,02), болезни глаза и его придаточного аппарата (темп прироста -28; средний темп прироста -4,29), болезни уха и сосцевидного отростка (темп прироста -25,12; средний темп прироста -1,86), болезни кожи и подкожной клетчатки (темп прироста -22,6; средний темп прироста -3,3), болезни системы кровообращения (темп прироста -19,67; средний темп прироста -3,15), болезни нервной системы (темп прироста -13,04; средний темп прироста -2,95), болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (темп прироста -10,79; средний темп прироста -2,32). Выраженное увеличение общей заболеваемости произошло по таким классам, как болезни органов пищеварения (темп прироста +39,7; средний темп прироста +5,78), болезни эндокринной системы, расстройств питания (темп прироста +35,46; средний темп прироста -3,13), новообразования (темп прироста +35,09; средний темп прироста +1,03), травмы, отравления и некоторые последствия воздействия внешних причин (темп прироста +30,09; средний темп прироста +4,24). Менее выраженный прирост общей заболеваемости наблюдается по классам: болезни мочеполовой системы (темп прироста +21,95; средний темп прироста +1,93), болезни органов дыхания (темп прироста +2,61; средний темп прироста +0,01), врожденные аномалии (темп прироста +1,82; средний темп прироста +0,71).

Тенденции в динамике первичной заболеваемости детей и подростков как в городе Пензе, так и в целом по области соответствуют тенденциям распространенности заболеваний.

Установлено позитивное влияние повышения уровня СЭБ на состояние здоровья детей и подростков. В динамике с 2008 по 2017 г. общая заболеваемость детей миопией, одной из наиболее распространенных школьно-обусловленных патологий, уменьшилась на 43,57 % в городе Пензе и на 15,77 % в целом по Пензенской области, среди подростков соответственно в 3,6 раза и на 40,14 %. Уровень впервые выявленной заболеваемости миопией также сократился на 57,14 % в городе Пензе и на 6,02 % в целом по Пензенской области, среди подростков соответственно в 13,52 раза и на 54,89 %.

Общая заболеваемость детей города Пензы болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани уменьшилась в 2,27 раза, в целом по области - на 38,45 %, среди подростков - на 42,97 и 10,79 % соответственно. Впервые выявленная заболеваемость детей города Пензы уменьшилась в 2,6 раза, в целом по области - в 2,05 раза, среди подростков - в 2,32 раза и на 28,29 % соответственно.

При проведении корреляционного анализа выявлена от низкой до сильной связь между улучшением уровня СЭБ общеобразовательных организаций города Пензы и в целом по Пензенской области с уменьшением общей и первичной заболеваемости детей и подростков психическими расстройствами, расстройствами поведения ( $r = 0,97$  и  $r = 0,27$  в городе,  $r = 0,92$  и  $r = 0,91$  в целом по области), болезнями

нервной системы ( $r = 0,32$  и  $r = 0,93$  в городе,  $r = 0,85$  и  $r = 0,79$  в целом по области), миопией ( $r = 0,45$  и  $r = 0,78$  в городе,  $r = 0,85$  и  $r = 0,58$  в целом по области), болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани ( $r = 0,91$  и  $r = 0,95$  в городе,  $r = 0,85$  и  $r = 0,77$  в целом по области).

Выявлена средняя и сильная связь между уменьшением количества ОО, не отвечающих нормативам по освещенности, и распространенностью миопии среди подростков города Пензы ( $r = 0,72$ ) и в целом по Пензенской области ( $r = 0,81$ ), между уменьшением неудовлетворительных результатов замеров освещенности в ОО и распространенностью миопии у подростков города Пензы ( $r = 0,73$ ) и в целом по области ( $r = 0,52$ ).

Повышение охвата горячим питанием обучающихся в школах коррелирует с уменьшением общей и первичной заболеваемости детей по болезням органов пищеварения в целом по Пензенской области ( $r = -0,48$  и  $r = -0,86$ ). Отсутствие такой связи среди подростков объясняется нарушениями ими режима питания. Нарушения режима питания и пищевого поведения, чаще регистрируемые среди старшеклассников, способствуют тому, что среднемноголетние показатели общей заболеваемости болезнями органов пищеварения у подростков города Пензы в 2,4 раза выше, чем у детей, а в целом по Пензенской области – в 2,1 раза ( $p < 0,0001$ ), показатели первичной заболеваемости также соответственно в 1,8 и 4,1 раза выше, чем у детей ( $p < 0,0001$ ).

**Выводы.** Повышение уровня санитарно-эпидемиологического благополучия общеобразовательных организаций, улучшение школьного питания и медицинского обеспечения обучающихся позволило добиться уменьшения влияния негативных факторов школьной среды на здоровье учащихся, что подтверждается рядом положительных тенденций в динамике зарегистрированной общей и первичной заболеваемости детей и подростков, средней и сильной корреляционной связью между отдельными факторами риска и школьно-обусловленной патологией. Результаты углубленного анализа динамики заболеваемости детей и подростков послужили основой для разработки обоснованных рекомендаций по снижению риска нарушений здоровья детского населения.

### Список литературы

1. Бокарева Н.А., Скоблина Н.А., Милушкина О.Ю. Гигиеническая характеристика медико-социальных факторов и образа жизни современных московских школьников // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 5 (266). – С. 33–36.
2. Васильев В.В., Перекусихин М.В. Гигиеническая оценка реализации мероприятий по снижению рисков, сохранению и укреплению здоровья детей в общеобразовательных организациях // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 128–135.
3. Гончарова О.В., Соколовская Т.А. Заболеваемость детей 0–14 лет в Российской Федерации: логитудинальное и проспективное исследования // Медицинский совет. – 2014. – № 6. – С. 6–9.
4. Здоровье детей города и села в Российской Федерации / И.С. Цыбульская, В.Б. Цыбульский, С.А. Леонов, Э.Р. Низамова [Электронный ресурс] // Социальные аспекты здоровья населения. – 2014. – Т. 36, № 2. – С. 25. – URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/30/lang,ru/> (дата обращения: 01.03.2019).
5. Особенности заболеваемости подростков 15–17 лет в Российской Федерации в динамике за 2000–2015 годы / Е.Н. Матвеев, Е.М. Маношкина, М.Н. Бантьева, В.М. Кураева // Менеджер здравоохранения. – 2017. – № 6. – С. 13–21.



6. Популяционное здоровье детского населения, риски здоровью и санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся: проблемы, пути решения, технологии деятельности / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, И.К. Рапопорт [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 10. – С. 990–995.

7. Проклова Т.Н., Карпова О.Б. Здоровье подростков в РФ в 2011–2015 годах // Бюллетень ННИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко. – 2017. – № 2. – С. 64–68.

8. Санитарно-гигиеническое обеспечение общеобразовательных организаций как фактор риска здоровью школьников / Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев, А.Н. Писарева [и др.] // Медицинский альманах. – 2017. – № 4 (49). – С. 157–162.

9. Сухарев, А.Г. Образовательная среда и здоровье учащихся: научно-методическое пособие. – М.: МИОО, 2009. – 255 с.

10. Тенденции заболеваемости и состояние здоровья детского населения Российской Федерации / А.А. Баранов, В.Ю. Альбицкий, А.А. Иванова [и др.] // Рос. педиатр. журн. – 2012. – № 6. – С. 4–9.

11. The Whole School, Whole Community, Whole Child Model: A New Approach for Improving Educational Attainment and Healthy Development for Students/ T.C Lewallen, H. Hunt, W Potts-Datema [et al.] // Journal of School Health. – 2015. – № 85 (11). – P. 29–735.

## **К вопросу оценки эффективности оздоровления детей и подростков**

**В.Н. Семенова, Н.Г. Галузо,  
Н.С. Федянина, А.П. Федянин**

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения РФ,  
г. Новосибирск, Россия

Обсуждаются проблемы оценки эффективности пребывания детей в оздоровительных учреждениях. Проведенный сравнительный анализ имеющихся методических рекомендаций и подходов к оценке деятельности по оздоровлению детей и подростков позволяет авторам высказать критические замечания, подкрепленные в ряде случаев результатами собственных исследований. Основываясь на роли вклада отдельных факторов и групп условий организации оздоровления, наличии лага времени между воздействием и эффектом, авторы акцентируют внимание на необходимости соблюдения всех требований, соответствующих нашим знаниям на данном этапе развития гигиенической науки и практики, к условиям пребывания и более глубокое, объемное изучение этого эффекта. Обращается внимание на несогласованность различных структур, занимающихся одной проблемой, и необходимость продолжения работ в данном направлении.

**Ключевые слова:** дети и подростки, рекомендации, эффективность оздоровления.

В комплексе мер по сохранению и укреплению здоровья растущего организма немаловажную значимость имеет оздоровительная работа. Особенно важен лет-

ний оздоровительно-восстановительный период для школьников. Для этого существует комплекс разнообразных методов и способов, одним из которых является пребывание в специализированных учреждениях как городского, так и загородного типа, как круглогодично работающих, так и летних лагерей, с круглосуточным или дневным пребыванием. Так, в рамках летней оздоровительной кампании 2017 г. в стране работало 45 371 учреждение, в которых отдохнуло 5 686 020 детей [6]. В Новосибирской области (НСО) в период летней оздоровительной кампании 2018 г. 97 644 детей отдохнуло в 976 учреждениях; кроме того 306 детей – на морских побережьях Российской Федерации, в том числе 144 человека в Крыму [8].

**Цель работы** – анализ существующих методов оценки эффективности оздоровления. Использован комплекс общелогических **методов** и приемов исследований – анализа, синтеза, абстрагирования и обобщения.

Одной из важных задач профилактической медицины является совершенствование методологии гигиенической оценки оздоровления детей с выявлением приоритетных проблем в состоянии здоровья, факторов, формирующих здоровье, и разработкой конкретных мероприятий по его коррекции. Оценка эффективности любого варианта оздоровления каждого ребенка/подростка проводится, прежде всего, в лечебно-профилактических учреждениях, для чего у педиатров имеется ряд подходов. В частности, динамика изменений индивидуальных характеристик физического развития, функционального состояния, здоровья, степени сопротивляемости, закаленности и т.п. При оценке эффективности пребывания детей в специализированных оздоровительных учреждениях также нельзя обойтись без изучения каждого ребенка.

Для оценки эффективности пребывания в оздоровительных учреждениях на протяжении не одного десятилетия существует ряд документов, постоянно пересматриваемых. Первые методические рекомендации подобного типа появились в 60-е гг. прошлого столетия после утверждения в 1959 г. Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства Н 131-55 «Нормы проектирования лагерей». Особое внимание обращалось на учреждения загородного типа [1, 3, 7, 9]. В 2018 г. главным государственным санитарным врачом РФ утверждены новые методические рекомендации, заменившие методику 2010 г. [14].

Анализ методических рекомендаций в динамике времени показывает уменьшение объема исследований, проводимых с целью выявления произошедших за период оздоровления изменений в состоянии ребенка/подростка, некоторое упрощение. Так, в первых методических рекомендациях, помимо санитарного состояния мест пребывания, оценивались соматические (жалобы, самочувствие, аппетит, сон, тургор ткани и др.), антропометрические (масса тела, рост, окружность грудной клетки), физиометрические (жизненная емкость легких и динамометрия) данные, результаты общего анализа крови (уровень гемоглобина и эритроцитов); функциональная способность сердечно-сосудистой системы (путем проведения функциональной пробы), а также заболеваемость анализируемой группы. В последующих рекомендациях в перечень критериев эффективности краткосрочного отдыха включается динамика ведущих антропометрических показателей в качестве обязательного компонента и разнообразные дополнительные исследования. Выскажем несколько замечаний по набору показателей. С учетом наличия адаптационного периода (а для некоторых и акклиматизационного), иногда резкого изменения образа жизни, особенного режима двигательной активности, режима дня, характера пита-

ния сложно ожидать значимого «привеса», неправомерно и ставить «неуд» за снижение массы тела в тех случаях, когда это не приводит к дисгармоничности физического развития. Что касается изменения длины тела, то надо учитывать возрастные, половые особенности ростовых процессов, а также ограниченность срока наблюдения. Надо иметь в виду и актуальность проблемы ожирения, для некоторых, возможно, оздоровительный эффект – это снижение массы тела, т.е. должен быть индивидуальный подход, и основным критерием должны выступать не масса и длина тела, а уровень и гармоничность физического развития. Кстати, с появлением в 70-е гг. публикаций о росте избыточной массы тела среди детей и подростков заговорили об индивидуальном подходе к оценке массы тела, однако последующие методические рекомендации не акцентировали на этом внимание. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – достаточно лабильный показатель, его информативность может быть повышена при применении дополнительных расчетных величин.

На наш взгляд, ограничение только обязательными показателями недостаточно, в оценку индивидуального оздоровительного эффекта необходимо включать расширенный перечень показателей функциональных резервов организма, адекватно отражающих динамику здоровья, в частности, характеристику физической подготовленности [1, 7], динамику адаптационных возможностей, степени сопротивляемости и закаленности, наличия травм, оценку психологических характеристик, коммуникативных и т.п. способностей. Необходимо помнить о единстве «физического, психического и социального» благополучия. Деятельность оздоровительного учреждения, помимо медицинских целей и задач, предусматривает и реализацию педагогико-психологических задач. Имеется ряд работ, посвященных положительным изменениям психических функций детей. В частности, нами было показано, что пребывание в пришкольном лагере не ознаменовалось изменением физического развития и значимым улучшением физиометрических показателей, но при этом анализ результатов исследования психологического состояния (исследование психического темпа методом теста чисел «Таблицы Шульте») показал положительную динамику – увеличение доли мальчиков с удовлетворительным результатом в 2,5 раза, а девочек в 5,8 раза.

В связи со сложностью определения качества, прежде всего, биологической составляющей субъекта, исследования в этом направлении продолжают, внедряется в практику ряд новых показателей, расширяется область их применения. В частности, предлагался коэффициент эффективности оздоровления на основании анализа антропометрических данных и показателей функционального состояния организма, метод электропунктурной диагностики по Накатани в версии программно-аппаратного комплекса «Диакос», использование биоимпедансного исследования состава тела в дополнение к антропометрии [4]; имеются данные о целесообразности использования кардиоинтервалографии в качестве объективного инструмента для оценки эффективности лечебно-оздоровительных процедур.

Кроме того, обращает на себя внимание и существующая разобщенность специалистов, занимающихся одними и теми же проблемами. Для подтверждения достаточно сравнить два документа – Федеральные национальные рекомендации, одобренные РОШУМЗ [7], и МР 2.4.4.0127-18 [14].

При оценке деятельности оздоровительного учреждения достаточно давно используется подход, заключающийся в том, что для каждого используемого критерия, в зависимости от характера его изменения к концу смены, выставляется балльная оценка (эффект оздоровления каждого ребенка), а по количеству детей

с положительным оздоровительным эффектом делается заключение об эффективности оздоровительной работы учреждения за смену и за всю оздоровительную кампанию. Предложены критерии подобных оценочных суждений, принципиальная суть которых одинакова [1, 7, 12]. Кроме того, для оценки эффективности оздоровления целесообразно использовать анализ заболеваемости, травматизма и т.п. Подобные рекомендации имеются в исследованиях и разнообразных документах, посвященных вопросам оценки эффективности оздоровления.

Вполне понятно, что эффективность любого процесса, в том числе и оздоровительного, определяется условиями и организацией его осуществления. Санитарно-эпидемиологическое благополучие детей обеспечивается соблюдением требований существующих СанПиН [2, 11, 12]. О возможности и готовности к деятельности свидетельствует акт приемки лагеря. Так называемые «не динамично изменяющиеся факторы» должны быть приведены в соответствие с требованиями, несоответствия существующим нормативным документам должны быть ликвидированы при определении готовности учреждения к деятельности, к началу оздоровительного сезона. Программа организации отдыха и оздоровления детей разрабатывается в соответствии с существующими законодательными и нормативными документами федерального уровня и локального значения.

В действующих в настоящее время методических рекомендациях для загородных стационарных организаций отдыха и оздоровления детей с целью оценки эффективности предложен коэффициент расчета «недополучения оздоровительного эффекта». Значимость предложенного коэффициента повышается в связи с его интегральностью. Поправочные коэффициенты в формуле расчета эффекта отражают условия проживания, организации питания и водоснабжения, условия для реализации программ дополнительного образования, лечебно-оздоровительных и закалывающих процедур. К тому же авторы, образно говоря, пошли от обратного – не коэффициент оздоровительного эффекта, а, наоборот, коэффициент недополученного оздоровительного эффекта, что звучит более устрашающе. По сути предложен несколько упрощенный вариант оценки риска, основанный на анализе регистрируемых территориальными органами Роспотребнадзора во время смены нарушений санитарного законодательства и законодательства в сфере защиты прав потребителей, на результатах проверки соответствия действующим документам.

Анализ данной части документа выявляет проблемы выбора и оценки характеристик, учитываемых при расчете коэффициента и уменьшающих, по нашему мнению, значимость предложенного подхода.

Использование общепринятого (даже в обычной жизни) подхода суммации ответов («большинство голосов») понятно и оправданно, однако нельзя не учитывать и значимость, содержательную сторону, силу возможных последствий для каждого нарушения. Например, что значимей – «чистота умывальников» (понятно, что отсюда можно провести стрелочку к возможности возникновения пищевых отравлений, например) или несоответствие энергетической ценности и нутриентного состава питания на протяжении трех недель (кстати, это может «аукнуться» гораздо позже, после пребывания в лагере); «своевременная замена перегоревшей лампочки» или использование не прошедших экспертизу образовательных программ? Проведенное нами в последние два года изучение количественной и качественной полноценности питания в летних оздоровительных учреждениях показало неоднозначные результаты.

Так, результаты одного из исследований свидетельствуют о физиологической полноценности рациона питания детей с учетом возрастных особенностей растущего организма [13], лечебно-диетической направленности, которая поддерживается дробным режимом питания и продуктовым набором, включающим все необходимые источники макро- и микронутриентов, ежедневное наличие свежих овощей и фруктов, С-витаминизацию в период некоторого обеднения продуктов витаминами, профилактику йодной недостаточности, включение продуктов, обогащенных микронутриентами. Организация питания с использованием 10-дневного меню позволяет обеспечить разнообразие, неповторяемость блюд, учесть сезонные отличия. Замена продуктов проводится в исключительных случаях и в соответствии с требованиями. На этом фоне положительный оздоровительный эффект зарегистрирован только у половины детей, причем у большинства из них произошло увеличение значений показателей физической подготовленности. Результаты другого исследования фактического питания в шести учреждениях загородного типа выявили несоответствие количественных и качественных характеристик питания и отсутствие его (несоответствия) вклада в показатели физического развития.

Обращает на себя внимание различная степень сложности учитываемых характеристик: от простых, например, см. выше про «умывальники» и «лампочки», до многокомпонентных, например, соответствие организации закаливания всем принципам или соответствие качества воды должному по химическому составу и показателям эпидбезопасности. В отношении инструментальных методов исследования вряд ли корректна вариация ответа «не определялось».

Можно предположить *a priori*, с высокой степенью вероятности, что оценки по «педиатрической» и «гигиенической» части не совпадут. Кстати, это не только предположение, выше были приведены примеры несовпадений. Понятно, что это разные оценки: в одном случае оценивается «человек», в другом – «фактор». В конкретной ситуации при наличии у детей высокой эффективности оздоровительного эффекта на фоне нарушений условий организации оздоровительного процесса естественно возникает вопрос: недополученный оздоровительный эффект для кого? и как его потом «уловить»? Для сравнительной характеристики как между различными учреждениями, так и в динамике деятельности отдельных учреждений, для принятия управленческих решений данный подход, особенно при наличии разработанного программного обеспечения, несомненно, полезен.

Таким образом, анализ имеющихся подходов к оценке деятельности по оздоровлению детей и подростков показывает наличие ряда существенных проблем и диктует необходимость продолжения работы. Роль вклада отдельных факторов и групп условий организации оздоровления, наличие лага времени между воздействием и эффектом обуславливают необходимость соблюдения всех требований, соответствующих нашим знаниям на данном этапе развития гигиенической науки и практики, к условиям пребывания (где бы то ни было) и более глубокое, объемное изучение этого эффекта. Необходима и согласованность различных структур, занимающихся одной проблемой.

### Список литературы

1. 2.4.4.0127-18. Методика оценки эффективности оздоровления в загородных стационарных учреждениях оздоровления детей / утв. главным государственным

санитарным врачом РФ 11 мая 2018 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71875014/> (дата обращения: 22.12.2018).

2. 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 06.03.2019).

3. 2.4.4.0011-10. Методика оценки эффективности оздоровления в загородных стационарных учреждениях отдыха и оздоровления детей / утв. главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко, 24 сентября 2010 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/4091325/> (дата обращения: 22.12.2018).

4. Бабина Г.В., Гусева С.В., Аверьянова Н.И. Способ оценки эффективности оздоровления детей в летних детских оздоровительных центрах [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.findpatent.ru/patent/229/2295279.html> (дата обращения: 26.01.2019).

5. Гаврюшин М.Ю., Бородина Л.М. Эффективность оздоровления детей в летних лагерях по результатам антропометрии и биоимпедансных исследований состава тела // Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных учреждениях: сб. статей VI Национального конгресса школьной и университетской медицины. – Екатеринбург: Изд-во УГМУ. – 2018. – № 6. – С. 46–51.

6. Государственный доклад о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения РФ в 2017 году [Электронный ресурс]. – URL: <http://15.rosпотребнадзор.ru/documents/10156/384533df-1c98-4f8d-b399-9904979be7fd> (дата обращения: 28.08.2018).

7. Комплексная оценка эффективности оздоровления в стационарных организациях отдыха и оздоровления детей. Федеральные рекомендации по оказанию медицинской помощи обучающимся / Утверждены РОШУМЗ, 2014. // Руководство по гигиене детей и подростков, медицинскому обеспечению обучающихся в общеобразовательных учреждениях. Модель организации, федеральные рекомендации оказания медицинской помощи обучающимся / под ред. В.Р. Кучмы. – М., 2017. – С. 139–152.

8. Методы исследования, рекомендуемые для оценки эффективности оздоровления школьников в пионерских лагерях общего и санаторного типов: метод. рекомендации МЗ РСФСР [Электронный ресурс]. – М., 1985. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001245149> (дата обращения: 18.12.2018).

9. Оценка эффективности оздоровления детей и подростков в летних оздоровительных учреждениях: метод. рекомендации / утв. главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко 22 мая 2009 г. [Электронный ресурс]. – № 01/6989-9-34. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/4088477/> (дата обращения: 20.12.2018).

10. СанПиН 2.4.4.2599-10. Гигиенические требования к устройству, содержанию и организации режима в оздоровительных учреждениях с дневным пребыванием детей в период каникул [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 06.03.2019).

11. СанПиН 2.4.4.3155-13. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы стационарных организаций отдыха и оздоровления детей [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 06.03.2019).

12. СанПиН 2.4.4. 3048-13. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству и организации работы детских лагерей палаточного типа [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 06.03.2019).

13. СанПиН 2.4.5.2409-08. Санитарно-эпидемиологические требования к организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях, учреждениях начального и среднего профессионального образования [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 06.03.2019).

14. Соболева Т.В. Сравнительная характеристика методов оценки состояния здоровья детей и критериев эффективности оздоровительных мероприятий в загородном детском лагере: автореф. ... канд. мед. наук [Электронный ресурс]. – М., 2011. – 127 с. – URL: <http://www.dissercat.com/content/sravnitel'naya-kharakteristika-metodov-otsenki-sostoyaniya-zdorovya-detei-i-kriteriev-effekti#ixzz5Ppa0zJq> (дата обращения: 17.02.2019).

## Оценка эффективности оздоровления в организациях отдыха и оздоровления детей

**С.А. Ушаков, В.А. Бондарев, И.В. Семушина**

Управление Роспотребнадзора по Липецкой области,  
г. Липецк, Россия

Управление Роспотребнадзора по Липецкой области приняло участие в пилотном проекте Роспотребнадзора по внедрению программного средства «Оценка эффективности оздоровления» в стационарных организациях отдыха и оздоровления детей.

Оценка эффективности оздоровления детей проводилась по итогам работы каждой смены 15 лагерей и включала оценку оздоровительного эффекта, расчет величины недополученного оздоровительного эффекта.

Внедрение программного средства в деятельность стационарных оздоровительных учреждений позволило установить принципиально новый уровень межведомственного взаимодействия, усовершенствовать подходы к оценке оздоровительного эффекта, определить количественный показатель, характеризующий соблюдение санитарного законодательства в оздоровительном учреждении, выявлять объекты и факторы риска, принимать управленческие решения.

**Ключевые слова:** организации отдыха и оздоровления детей, эффективность оздоровления, оздоровительный эффект.

На фоне прогрессирующего ухудшения состояния здоровья подрастающего поколения, негативного влияния экологических факторов, учебных перегрузок, гиподинамии организация оздоровления и отдыха детей в летний период имеет очень важное социальное значение.

В последние годы государство уделяет повышенное внимание проблеме организации отдыха и оздоровления детей. Направления деятельности по совершенствованию организации летнего отдыха детей и подростков определены перечнем поручений президента и правительства Российской Федерации.

В рамках мероприятий «Десятилетия детства» должны быть обоснованы и внедрены системы безопасного и эффективного отдыха и оздоровления детей в период каникул.

Основными задачами оздоровительного учреждения являются укрепление здоровья детей, восстановление их физических сил, формирование потребности в здоровом образе жизни, соблюдение режимов дня, питания, труда и отдыха в условиях благоприятной среды [1–3].

Управление Роспотребнадзора по Липецкой области в 2018 г. приняло участие в пилотном проекте Роспотребнадзора по внедрению программного средства «Оценка эффективности оздоровления», основанного на методике оценки эффективности оздоровления в стационарных организациях отдыха и оздоровления детей, разработанной Новосибирским НИИ гигиены.

На уровне региона Управлением Роспотребнадзора проведена организационно-методическая работа: данный вопрос вынесен на рассмотрение межведомственной комиссии по организации отдыха и оздоровления детей, проведены обучающие семинары с руководителями и медицинскими работниками загородных оздоровительных учреждений, специалистами управления Роспотребнадзора, определены ответственные лица для оперативного взаимодействия с координатором программы.

В реализации пилотного проекта приняли участие 15 стационарных загородных детских оздоровительных организаций области.

Оценка эффективности оздоровления детей проводилась по итогам работы каждой смены лагеря и включала оценку оздоровительного эффекта, расчет величины недополученного оздоровительного эффекта.

Основным качественным показателем, определяющим результаты деятельности оздоровительных лагерей, является оздоровительный эффект, полученный детьми.

Оценка оздоровительного эффекта (выраженный, низкий, отсутствие) осуществлялась по динамике результатов измерений массы и роста тела, мышечной силы и жизненной емкости легких на начало и окончание смены с учетом уровня физического развития, группы здоровья и физкультурной группы.

Реализуемый в ходе летней оздоровительной кампании комплекс организационных, материально-технических, санитарно-противоэпидемических, профилактических, контрольно-надзорных мероприятий позволяет существенно влиять на санитарно-эпидемиологическое благополучие в летних оздоровительных учреждениях и эффективность оздоровления детей.

Показатель «недополученный оздоровительный эффект» характеризует эффективность организации оздоровления с учетом соблюдения санитарного законодательства и рассчитывался на основе оценки соблюдения санитарно-гигиенических требований к условиям проживания, организации питания, питьевого водоснабжения, условий реализации программ дополнительного образования, реализации лечебно-оздоровительных мероприятий.

По итогам работы стационарных лагерей в период летней оздоровительной кампании были проанализированы результаты антропометрических измерений, спирометрии и динамометрии по 9435 детям. Выраженный оздоровительный эффект отмечен у 97,4 % детей, низкий оздоровительный эффект – у 2,2 % детей и отсутствие оздоровительного эффекта – у 0,4 % детей. Из числа детей с отсутствием оздоровительного эффекта у 10 человек отмечалось снижение массы тела (с гармоничным



физическим развитием на начало смены) и отсутствие положительной динамики функциональных показателей.

Максимальный выраженный оздоровительный эффект был достигнут в период работы 2-й смены – 98,2 %, минимальный показатель отмечен в 1-ю смену – 96,0 %.

Программа предоставляет возможность информировать родителей об индивидуальных результатах оздоровления детей.

Недополученный оздоровительный эффект в целом по стационарным лагерям области составил 2,3 %, в том числе за счет нарушений санитарно-гигиенических требований к условиям проживания – 0,3 %, к организации водоснабжения – 0,3 %, организации питания – 0,5 %, к условиям дополнительного образования – 0,7 %, реализации лечебно-оздоровительных мероприятий – 0,5 %.

Наиболее высокий показатель недополученного оздоровительного эффекта отмечался в 1-ю смену (2,5 %), а минимальный – в 4-ю смену (2,1 %).

Наряду с оценкой эффективности оздоровления в данной программе в автоматическом режиме формируются отчеты по заболеваемости детей, организации питания, результатам контрольно-надзорных мероприятий, в том числе по результатам лабораторных исследований, энтомологических обследований.

Практическое применение программного продукта выявило некоторые его слабые стороны, большая часть которых была устранена в порядке оперативного взаимодействия с координатором программы.

Внедрение программного средства «Оценка эффективности оздоровления» в деятельность стационарных оздоровительных учреждений позволило установить принципиально новый уровень межведомственного взаимодействия, усовершенствовать подходы к оценке оздоровительного эффекта, определить количественный показатель, характеризующий соблюдение санитарного законодательства в оздоровительном учреждении, оперативно давать оценку ситуации, выявлять объекты и факторы риска, принимать управленческие решения, направленные на повышение эффективности оздоровления детей.

### Список литературы

1. Зайцева Т.А., Редько О.А. Об организации и проведении летней оздоровительной кампании // Материалы XII Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей / под ред. А.Ю. Поповой, акад. РАН В.Н. Ракитского, Н.В. Шестопалова. – М., 2017. – Т. 1. – С. 462–466.
2. Кучма В.Р. 2018–2027 годы – десятилетие детства в России: цели, задачи и ожидаемые результаты в сфере здоровьесбережения обучающихся // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2017. – № 3. – С. 4–14.
3. МР 2.2.4.0127-18. Методика оценки эффективности оздоровления в стационарных организациях отдыха и оздоровления детей: метод. рекомендации. – М., 2018. – 19 с.



## Раздел VI

---

### **Анализ рисков для здоровья работающего населения**



## Оценка условий труда, вентиляционной способности легких и морфометрических характеристик сердца и магистральных артерий у работников, занятых на добыче хромовых руд в шахтном режиме

**В.Э. Белицкая, О.Ю. Устинова, А.А. Щербаков,  
Е.М. Власова, А.Е. Носов**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

В начале XXI в. существенно возросло значение в мировой экономике горнодобывающей промышленности. Ее последующее развитие предусматривает повышение эффективности горно-подготовительных работ, сопровождающихся образованием в воздухе рабочей зоны повышенных концентраций пылевых частиц, содержащих токсичные вещества, способные оказывать негативное влияние на функцию внешнего дыхания, морфометрические характеристики сердца и магистральных артерий. Выполнены гигиеническая оценка условий труда, комплексное функциональное обследование работников с проведением спирографии и эхокардиографии, корреляционный анализ результатов исследований. Установлено, что массовая концентрация соединений хрома (Ш) в воздухе рабочей зоны до 10 раз превышала ПДК (класс условий труда 3,1–3,3), содержание хрома в биосредах группы наблюдения была в 2,7 раза больше, чем в группе сравнения ( $p = 0,00$ ), нарушение функции внешнего дыхания по рестриктивному типу в группе наблюдения обнаруживалось в 7,8 раза чаще, чем в группе сравнения ( $p = 0,00$ ), уровень среднего давления в легочной артерии в группе наблюдения был в 1,5 раза больше, чем в группе сравнения ( $p = 0,02$ ). Этиологический вклад производственных факторов в нарушение вентиляционной функции легких составил 73,9 %, в развитие легочно-сердечной патологии 55,0 %.

**Ключевые слова:** горнодобывающая промышленность, спирография, соединения хрома (Ш), эхокардиография, легочно-сердечная патология.

В начале XXI в. существенно возросло значение в мировой экономике горнодобывающей промышленности. Добыча хромовых руд подземным способом предусматривает проведение подготовительных работ, которые сопровождаются значительным выделением в воздух мелкодисперсных частиц, содержащих различные соединения хрома [8]. Ингаляционное воздействие пылевых факторов риска рабочей среды влияет на структуру первичной профессиональной заболеваемости [9]. Предельно допустимая концентрация (ПДК) соединений хрома (Ш) в воздухе рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005–88 не должна превышать  $0,01\text{--}1\text{ мг/м}^3$ : хрома оксида –  $1\text{ мг/м}^3$ , хрома трихлорид гексагидрата –  $0,01\text{ мг/м}^3$ , хрома фосфата однозамещенного –  $0,02\text{ мг/м}^3$ . По результатам проведенных ранее исследований известно, что в биологических средах организма хром (VI) окисляется до трехвалентных соединений, концентрация хрома в плазме здоровых людей колеблется в пределах  $0,009\text{--}0,055\text{ мкг/л}$  [7]. На начальной стадии изменение механических свойств легочной паренхимы связано с воспалительными и начальными структурными изменениями в межклеточном

пространстве легочной паренхимы [4]. В настоящее время диагностические критерии рестриктивного варианта нарушения функции внешнего дыхания изучены недостаточно [3]. Длительное воздействие соединений шести- и трехвалентного хрома на организм приводит к развитию хронической хромовой интоксикации с нарушением вентиляционной функции легких и перегрузкой правых отделов сердца [7], в связи с чем появилась необходимость комплексного подхода к оценке условий труда и состояния здоровья работников, занятых на добыче хромовых руд.

**Цель работы** – оценить параметры спирографии и эхокардиографии у работников, занятых на добыче хромовых руд шахтным способом, и определить критерии группы риска развития профессионально обусловленной легочно-сердечной патологии.

**Материалы и методы.** Проведены оценка условий труда и углубленное исследование состояния здоровья работников, занятых на добыче хромовых руд шахтным способом. Гигиеническую оценку условий труда проводили согласно Р 2.2.2006-05. Отбор проб для определения содержания хрома осуществляли после бурения отверстий под взрывчатку в шести точках отбора (ТО1–6): ТО1 – комната ожидания 1, ТО2 – ортзаезд 10, ТО3 – комната ожидания 2, ТО4 – отдел дробилки / разгрузки вагонов, ТО5 – дозаторная, ТО6 – отдел загрузки вагонов. Отбор пыли производили на фильтры АФА-ВП-20-2. Пробы воздуха анализировали методом лазерной дифракции на анализаторе Microtrac S3500 (США). Отбор проб для измерения массовой концентрации хрома в воздухе рабочей зоны проводили на фильтры АФА-ХП-20. Содержание хрома в пробах определяли с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра Aanalyst-400 (производство Perkin Elmer, США) согласно М-01В/2011. Сравнение полученных результатов проводили с ПДК для соединений хрома по хром (III) согласно ГОСТ 12.1.005–88.

Клинико-диагностические процедуры осуществляли с обязательным соблюдением этических принципов медико-биологических исследований и в соответствии ГОСТ-Р 52379-2005. Вентиляционная функция легких оценивалась на спирометре Schiller PS Spirometry с использованием пневмотаходатчика SP-260 (Schiller AG, Швейцария), с проведением маневра форсированного выдоха по стандартной методике [12]. Количественный анализ параметров функции внешнего дыхания (ФВД) оценивали согласно нормативным значениям по [5]. Функция внешнего дыхания была оценена у 44 обследованных, в группу наблюдения вошли 23 работника, занятых на добыче хромовых руд в шахтном режиме, группу сравнения составили работники, занятые на поверхности, – 21 человек. Эхокардиографическое исследование выполнялось на аппарате экспертного класса Vivid q (GE Vingmed Ultrasound AS, Норвегия) с использованием секторного фазированного датчика 1,5–3,5 МГц по общепринятой методике [11]. Интерпретацию результатов эхокардиографии проводили согласно стандартным рекомендациям [10]. Эхокардиографическое исследование было проведено 40 обследованным: в группу наблюдения вошли 20 работников шахты, в группу сравнения были включены 20 человек, занятых на поверхности. Средний возраст обследованных в группе наблюдения был  $36,7 \pm 8,5$  г., средний стаж работы в подземных условиях  $9,6 \pm 6,3$  г. (от 1 до 18 г.), средний возраст в группе сравнения составил  $34,8 \pm 9,4$  г., стаж работы на поверхности –  $11,8 \pm 7,6$  г. (от 1 до 32 лет) ( $p > 0,05$ ). Статистический анализ результатов исследований выполнен с помощью программы Statistika 6 с приложениями MS Office. Достоверность различий между группами устанавливали по критерию Стьюдента ( $t > 1,962$ ;  $p \leq 0,5$ ).

**Результаты и их обсуждение.** Исследование воздуха показало, что массовая концентрация соединений хрома (Ш) в ТО1, ТО2 и ТО3 была от  $< 0,0015$  до  $0,0034 \pm 0,0008$  мг/м<sup>3</sup> и не превышала ПДК. В ТО4, ТО5 и ТО6 массовая концентрация соединений хрома (Ш) составила  $0,012 \pm 0,003 - 0,102 \pm 0,024$  мг/м<sup>3</sup>, что в 1,2 – 10,2 раза больше ПДК (класс условий труда 3,1–3,3). В биосредах группы наблюдения концентрация соединений хрома (Ш) была  $0,0081 \pm 0,00191$  мкг/см<sup>3</sup>, что в 2,7 раза больше, чем в группе сравнения,  $- 0,00304 \pm 0,00046$  мкг/см<sup>3</sup> ( $p = 0,000$ ).

В ходе исследования функции внешнего дыхания признаков обструкции верхних дыхательных путей, среди обследованных работников выявлено не было. Средние значения параметров спирографии в обеих группах были в пределах нормативных значений (табл. 1).

Таблица 1

Анализ средних значений параметров спирографии у работников, занятых на добыче хромовых руд в шахтном режиме, в % отношении к нормативному значению

Параметр	Норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
Форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), %	87,5–112,5	94,7 ± 4,6	106,5 ± 11,6	0,05
Объем воздуха, выдыхаемый за первую секунду форсированного выдоха (ОФВ <sub>1</sub> ), %	87,8–112,2	95,8 ± 5,5	109,4 ± 11,2	0,03
Индекс Тиффно, %	90,4–109,6	100,7 ± 4,0	102,7 ± 3,5	0,45
Пиковая объемная скорость экспираторного потока (ПОС), %	84,3–115,7	93,4 ± 6,4	107,3 ± 9,0	0,01
Максимальная объемная скорость при выдохе 50 % ЖЕЛ (МОС 50), %	77,2–122,8	93,3 ± 12,3	109,5 ± 12,3	0,06
Максимальная объемная скорость при выдохе 75 % ЖЕЛ (МОС 75), %	72,4–127,6	93,2 ± 8,9	110,9 ± 13,6	0,03

Примечание: *p* – достоверность различий между группами.

Среднее значение форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) в группе наблюдения было в 1,12 раза меньше, чем в группе сравнения ( $p = 0,05$ ), объема воздуха, выдыхаемого за первую секунду форсированного выдоха (ОФВ<sub>1</sub>) и пиковой объемной скорости экспираторного потока (ПОС), – в 1,14 раза меньше, чем в группе сравнения ( $p = 0,03$  и  $p = 0,01$  соответственно). Максимальная объемная скорость при выдохе 50 % ЖЕЛ (МОС 50) в группе наблюдения была в 1,17 раза меньше ( $p = 0,06$ ), максимальная объемная скорость при выдохе 75 % ЖЕЛ (МОС 75) – в 1,19 раза меньше, чем в группе сравнения ( $p = 0,03$ ).

Структурный анализ частоты встречаемости изменений параметров спирографии у работников, занятых на добыче хромовых руд, показал, что сохранная функция внешнего дыхания (ФВД) в группе наблюдения выявлена у 26,1 % обследованных, что в 3,1 раза меньше, чем в группе сравнения, – 81,0 % ( $p = 0,00$ ) (табл. 2).

Отклонения параметров ФВД от нормативных значений в группе наблюдения выявлены у 73,9 %, что в 7,8 раза больше, чем в группе сравнения – 9,5 % ( $p = 0,00$ ). Условная норма показателей ФВД в группе наблюдения зафиксирована у 56,5 %, что в 5,9 раза больше, чем в группе сравнения, – 9,5 % ( $p = 0,00$ ), очень легкое снижение ФВД в группе наблюдения зафиксировано у 17,4 % обследованных, в группе сравнения лиц со снижением ФВД выявлено не было ( $p = 0,05$ ).

Таблица 2

Структурный анализ параметров спирографии у работников, занятых на добыче хромовых руд, %

Параметр	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
Функция внешнего дыхания не изменена	26,1	81,0	0,00
Функция внешнего дыхания (ФВД) нарушена	73,9	9,5	0,00
Условная норма показателей ФВД	56,5	9,5	0,00
Очень легкое снижение ФВД	17,4	0,0	0,05

Примечание: *p* – достоверность различий между группами.

Таким образом, достоверное снижение параметров ФВД по результатам спирографии с проведением маневра форсированного выдоха свидетельствует о начальных изменениях механических свойств легочной паренхимы у 73,9 % обследованных из группы наблюдения. Снижение показателей ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, ПОС, МОС 50, МОС 75 до уровней «условная норма» и «очень легкое снижение» и пропорциональное снижение ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> на фоне нормативных показателей индекса Тиффно у работников группы наблюдения подтверждает наличие воспалительных и начальных структурных изменений в межклеточном пространстве легочной паренхимы на уровне средних и мелких бронхов с развитием начальной стадии нарушения функции внешнего дыхания по рестриктивному типу.

По результатам анализа показателей эхокардиографии было установлено, что средние значения срединного диаметра правого желудочка (ПЖ) и диаметра ствола легочной артерии (ЛА) в группе наблюдения несколько превышали нормативные величины (табл. 3).

Таблица 3

Анализ средних значений показателей эхокардиографии у работников, занятых на добыче хромовых руд в шахтном режиме

Параметр	Норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
Переднезадний размер ЛП, мм	30–40	35,95 ± 1,51	32,05 ± 1,89	0,00
Срединный диаметр ПЖ, мм	27–33	33,75 ± 1,67	28,7 ± 1,38	0,00
Диаметр ствола ЛА, мм	15–21	21,61 ± 1,16	18,95 ± 1,29	0,00
Среднее давление в ЛА, мм рт. ст.	≤20	16,63 ± 3,14	11,32 ± 3,11	0,02

Примечание: *p* – достоверность различий между группами.

Среднее значение переднезаднего размера ЛП в группе наблюдения составило 35,95 ± 1,51 мм, что в 1,12 раза больше, чем в группе сравнения – 32,05 ± 1,89 мм (*p* = 0,00), срединного диаметра ПЖ – 33,75 ± 1,67 мм, что в 1,17 раза больше, чем в группе сравнения – 28,7 ± 1,38 мм (*p* = 0,00), диаметра ствола ЛА – 21,61 ± 1,16 мм, что в 1,14 раза больше, чем в группе сравнения, – 18,95 ± 1,29 мм (*p* = 0,00), среднего давления в ЛА – 16,63 ± 3,14 мм рт. ст., что в 1,47 раза больше, чем в группе сравнения, – 11,32 ± 3,11 мм рт. ст. (*p* = 0,02).

Диаметр аорты и открытие аортального клапана, средние значения толщины межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ), индекс



относительной толщины ЗСЛЖ, а также размеры и объемы ЛЖ, масса миокарда ЛЖ (ММЛЖ), индекс ММЛЖ, фракция выброса ЛЖ, диаметр правого предсердия, размер выходного тракта правого желудочка (ВТПЖ) в проекции клапана ЛА и максимальные скорости потоков через клапаны сердца в обеих группах были в пределах нормативных значений (табл. 4).

Таблица 4

Анализ средних значений показателей эхокардиографии у работников, занятых на добыче хромовых руд в шахтном режиме

Параметр	Норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
Диаметр аорты на уровне синусов, мм	31–37	32,9 ± 1,47	32,9 ± 1,71	1,00
Диаметр проксимальной части восходящего отдела аорты, мм	26–34	29,55 ± 1,3	29,05 ± 1,54	0,61
Открытие створок АК в фазу систолы, мм	≥18	21,7 ± 1,01	21,58 ± 1,03	0,87
Толщина МЖП, мм	6,0–10	10,6 ± 1,26	10,1 ± 0,71	0,48
Толщина задней стенки ЛЖ, мм	6,0–10	8,75 ± 0,52	8,6 ± 0,38	0,63
Индекс относительной толщины ЗСЛЖ	0,22–0,42	0,34 ± 0,03	0,34 ± 0,02	0,59
КСР левого желудочка, мм	22–38	32,15 ± 1,47	33,2 ± 2,19	0,42
КДР левого желудочка, мм	42–56	51,35 ± 1,57	51,77 ± 2,31	0,76
КСО левого желудочка, мл	22–58	42,02 ± 4,67	46,35 ± 7,63	0,32
КДО левого желудочка, мл	67–155	125,59 ± 8,5	129,25 ± 13,68	0,64
Ударный объем ЛЖ, мл	45–97	83,78 ± 8,58	82,9 ± 7,33	0,88
Мышечная масса левого желудочка, г	88–224	214,0 ± 24,57	200,03 ± 26,89	0,44
Индекс массы миокарда ЛЖ, г/м <sup>2</sup>	49–115	109,89 ± 12,02	100,81 ± 11,45	0,27
Фракция выброса, %	≥55	66,25 ± 3,68	64,9 ± 2,62	0,54
Диаметр правого предсердия, мм	29–45	30,6 ± 1,73	31,3 ± 1,77	0,56
Размер ВТПЖ в проекции клапана ЛА, мм	17–23	22,67 ± 1,52	22,13 ± 1,09	0,54
Максимальная скорость потока в выходном отделе левого желудочка, м/с	0,7–1,1	0,97 ± 0,05	1,01 ± 0,06	0,32
Максимальная скорость митрального потока, м/с	0,4–1,3	0,75 ± 0,05	0,73 ± 0,05	0,54
Максимальная скорость трикуспидального потока, м/с	0,3–0,7	0,55 ± 0,06	0,56 ± 0,04	0,78
Максимальная скорость потока в ЛА, м/с	0,6–0,9	0,77 ± 0,06	0,78 ± 0,05	0,80

Примечание: *p* – достоверность различий между группами.

Структурный анализ частоты встречаемости изменений параметров эхокардиографии показал, что доля лиц с увеличением диаметра ствола ЛА в группе наблюдения составила 50 %, что в 2 раза выше, чем в группе сравнения, – 25 % (*p* = 0,10) (табл. 5).

Таблица 5

Структурный анализ частоты встречаемости изменений параметров эхокардиографии у работников, занятых на добыче хромовых руд, %

Параметр	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
Диаметр ствола легочной артерии > 21 мм	50,0	25,0	0,10
Срединный диаметр ПЖ > 33 мм	55,0	10,0	0,00
Размер ВТПЖ над АК > 29 мм	45,0	5,0	0,00

Примечание: *p* – достоверность различий между группами.

У каждого второго работника группы наблюдения выявлено увеличение среднего диаметра правого желудочка (55 %) и увеличение размера выходного тракта правого желудочка над аортальным клапаном (ВТПЖ над АК) (45 %), что в 5,5–9,0 раза чаще, чем в группе сравнения, – 10 и 5 % соответственно ( $p = 0,00$ ).

Был проведен корреляционный анализ системных связей биомаркеров экспозиции с параметрами функции внешнего дыхания и результатами эхокардиографии. В результате анализа установлена зависимость между повышенными концентрациями в биосредах соединений хрома (III) и максимальной объемной скоростью воздуха на уровне выдоха 50 % ФЖЕЛ, пиковой объемной скоростью, объемом воздуха, выдыхаемым за первую секунду маневра ФЖЕЛ (табл. 6).

Таблица 6

Количественная характеристика системных связей биомаркера экспозиции с неспецифическими биомаркерами индикации негативного эффекта у работников, занятых на добыче хромовых руд, по результатам спирографии

Массовая концентрация Соединений хрома (III) (кМС – ИСП)	Параметры спирографии	$r$	$p$
0,0081 ± 0,00191 мкг/см <sup>3</sup>	Максимальная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 50 % ФЖЕЛ	-0,346	0,03
	Пиковая объемная скорость	-0,355	0,02
	Объем воздуха, выдыхаемый за первую секунду маневра ФЖЕЛ	-0,323	0,04

Примечание:  $r$  – коэффициент корреляции,  $p$  – достоверность различий.

С целью выявления последовательности формирования компенсаторно-приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы на хроническое воздействие соединений хрома проведен корреляционный анализ системных связей биомаркеров экспозиции с параметрами эхокардиографии в зависимости от стажа работы обследованных: стаж работы до 10 лет, 10–15 лет и более 15 лет (табл. 7).

У работников со стажем работы до 10 лет обнаружены корреляционные связи (КС) между повышенной концентрацией соединений хрома (III) и увеличением размера выходного тракта правого желудочка (ВТПЖ) над аортальным клапаном (АК), увеличением диаметра ствола легочной артерии (ЛА) ( $r = 0,564–0,815$ ;  $p = 0,017–0,001$ ) и пиковым градиентом (Pg) на АК ( $r = 0,784$ ;  $p = 0,038$ ). Выявленная зависимость между повышенной концентрацией соединений хрома (III) и пиковым градиентом (Pg) на клапане ЛА, на ТК ( $r = -0,799...-0,935$ ;  $p = 0,019–0,31$ ), пиковой линейной скоростью через ТК ( $r = -0,574$ ;  $p = 0,029$ ) свидетельствует о том, что изменения в межклеточном пространстве легочной паренхимы при стаже работы до 10 лет приводят к повышению давления в капиллярах легких. Снижение пикового градиента на ТК и клапане ЛА увеличивает диаметр ствола ЛА и размер ВТПЖ, приводя к уменьшению пиковой линейной скорости через ТК и постепенному увеличению конечно-диастолического объема правых отделов сердца, повышая, согласно закону Ф. Старлинга, силу сокращения кардиомиоцитов [1, 2]. Таким образом, при стаже 10–15 лет формируются корреляционные связи между повышенной концентрацией соединений хрома (III) и пиковой линейной скоростью через АК, ТК и клапан ЛА ( $r = 0,339–0,596$ ,  $p = 0,008–0,047$ ), а также системные связи между повышенной концентрацией соединений хрома (III) с КСР и КСО ЛЖ ( $r = -0,601...-0,627$ ;  $p = 0,008–0,012$ ). После 15 лет работы сохраняются корреляци-

онные связи между повышенной концентрацией соединений хрома (III) и ударным объемом ЛЖ ( $r = 0,405$ ;  $p = 0,018$ ), фракцией выброса левого желудочка ( $r = 0,493$ ;  $p = 0,003$ ) и пиковой линейной скоростью в ЛА ( $r = 0,410$ ;  $p = 0,021$ ), создавая условия для повышения давления в системе легочной артерии и развития легочно-сердечной патологии.

Таблица 7

Количественная характеристика системных связей биомаркера экспозиции с неспецифическими биомаркерами индикации негативного эффекта в зависимости от стажа работы обследованных и при хроническом воздействии соединений хрома (III) по результатам эхокардиографии

Массовая концентрация соединений хрома (III) (кМС – ИСП), мкг/см <sup>3</sup>	Стаж работы, лет	Параметры эхокардиографии	$r$	$p$
0,00304 ± 0,00046 – 0,0081 ± 0,00191	< 10	Размер ВТПЖ над АК	0,564	0,02
		Диаметр ствола легочной артерии	0,815	0,00
		Pg на трикуспидальном клапане	-0,935	0,02
		Pg на клапане ЛА	-0,799	0,03
		Пиковая линейная скорость через ТК	-0,574	0,03
		Пиковый градиент давления (Pg) на аортальном клапане (АК)	0,784	0,04
	10–15	Конечно-систолический размер ЛЖ	-0,627	0,01
		Конечно-систолический объем ЛЖ	-0,601	0,01
		Пиковая линейная скорость на аортальном клапане	0,433	0,01
		Пиковая линейная скорость через ТК	0,339	0,05
		Пиковая линейная скорость в ЛА	0,596	0,01
	> 15	Ударный объем левого желудочка	0,405	0,02
		Пиковая линейная скорость в ЛА	0,410	0,02
		Фракция выброса ЛЖ	0,493	0,00

Примечание:  $r$  – коэффициент корреляции,  $p$  – достоверность различий.

С целью обнаружения влияния структурных изменений в межклеточном пространстве легочной паренхимы на формирование легочно-сердечной патологии проведен корреляционный анализ системных связей между результатами спирографии и параметрами эхокардиографии (табл. 8).

Таблица 8

Количественная характеристика корреляционных связей между неспецифическими биомаркерами индикации негативного эффекта у работников, занятых на добыче хромовых руд, по результатам спирографии и эхокардиографии

Параметр спирографии	Параметр эхокардиографии	$r$	$p$
Объем воздуха, выдыхаемый за первую секунду маневра ФЖЕЛ	Диаметр легочной артерии	-0,703	0,00
	Среднее давление в ЛА	-0,530	0,00
Пиковая объемная скорость	Диаметр легочной артерии	-0,689	0,00
	Среднее давление в ЛА	-0,543	0,00
Максимальная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 50 % ФЖЕЛ	Диаметр легочной артерии	-0,601	0,00
	Среднее давление в ЛА	-0,421	0,01

Примечание:  $r$  – коэффициент корреляции,  $p$  – достоверность различий.

Установлено, что уменьшение таких параметров спирографии, как объем воздуха, выдыхаемый за первую секунду маневра ФЖЕЛ, пиковая объемная скорость и максимальная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 50 % ФЖЕЛ, приводят к увеличению диаметра легочной артерии и повышению среднего давления в легочной артерии ( $r = -0,421 \dots -0,703$ ;  $p = 0,00-0,01$ ).

Выявленные корреляционные связи между результатами спирографии и параметрами эхокардиографии подтверждают системную связь начальных структурных изменений в межклеточном пространстве легочной паренхимы на уровне средних и мелких бронхов с увеличением диаметра легочной артерии и повышением давления в системе легочной артерии. Пропорциональное снижение показателей ФЖЕЛ (ОФВ<sub>1</sub>, ПОС, МОС 50, МОС 75) до уровней «условная норма» и «очень легкое снижение» на фоне нормативных показателей индекса Тиффно подтверждает наличие у работников основной группы воспалительных и начальных структурных изменений в интерстициальном пространстве легочной паренхимы на уровне средних и мелких бронхов с развитием начальной стадии нарушения функции внешнего дыхания по рестриктивному типу и закономерному повышению давления в системе легочной артерии.

Оценка степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой у лиц со стажем работы более 15 лет выявила очень высокую степень профессиональной обусловленности нарушений вентиляционной способности легких с этиологической долей производственных факторов 73,9 % и относительным риском развития рестриктивных изменений в легких 3,3–5,0 ( $p = 0,00$ ), а также высокую степень профессиональной обусловленности легочно-сердечной патологии с этиологической долей производственных факторов 55,0 % и относительным риском повышения давления в системе легочной артерии 2,0–3,2 ( $p = 0,00$ ).

Таким образом, неблагоприятное действие повышенной массовой концентрации соединений хрома (III) у работников, занятых на добыче хромовых руд в шахтном режиме, изменяет механические свойства легочной паренхимы, создавая условия для повышения давления в системе легочной артерии. В связи с чем у работников со стажем работы в шахте более 15 лет и при повышенной массовой концентрации соединений хрома (III) целесообразно рекомендовать проведение вероятностной оценки развития нарушений вентиляционной функции легких и повышения давления в системе легочной артерии как профессионально обусловленных заболеваний.

#### **Выводы:**

1. Условия труда работников, занятых на добыче хромовых руд в шахте, соответствуют классу условий труда 3,1–3,3 (вредный).

2. У стажированных работников, занятых на добыче хромовых руд в условиях воздействия повышенных концентраций соединений хрома (III), целесообразно проведение вероятностной оценки нарушений вентиляционной функции легких и повышения давления в легочной артерии как профессионально обусловленных заболеваний.

3. Критериями высокого риска формирования производственно обусловленной легочно-сердечной патологии одновременно с повышенной массовой концентрацией в биосредах соединений хрома (III) являются результаты спирографии: объем воздуха, выдыхаемый за первую секунду форсированного выдоха менее 90 %, пиковая объемная скорость выдыхаемого воздуха менее 80 %, максимальная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 50 % ФЖЕЛ менее 80 % от нормативных величин,

вместе с результатами эхокардиографии: увеличение диаметра ствола легочной артерии более 21 мм, увеличение срединного диаметра правого желудочка более 33 мм, увеличение размера выходного тракта правого желудочка над аортальным клапаном более 29 мм.

4. Работникам группы высокого риска развития производственно обусловленной легочно-сердечной патологии в период профилактических медицинских осмотров, но не реже одного раза в год, необходимо проведение спирографии с маневром форсированного выдоха и эхокардиографии с оценкой морфометрических параметров сердца и магистральных артерий с последующей консультацией кардиолога по показаниям в плановом порядке.

### Список литературы

1. Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М.С. Гиляров; редкол.: А.А. Бабаев, Г.Г. Винберг, Г.А. Заварзин [и др.]. – 2-е изд., исправл. – М.: Сов. Энциклопедия, 1986.
2. Бутиков Е.И., Быков А.А., Кондратьев А.С. Физика для поступающих в вузы. – М.: Наука, 1982. – С. 30.
3. Каменева М.Ю. Оценка эффективности различных способов определения нормальных значений параметров механики дыхания при диагностике рестриктивного типа вентиляционных нарушений // Российский семейный врач. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 24–28.
4. Каменева М.Ю. Стратегия применения легочных функциональных тестов в работе врача общей практики // Российский семейный врач. – 2012. – Т. 16, № 2. – С. 4–8.
5. Клемент Р.Ф. Функционально-диагностические исследования в пульмонологии. – СПб., 1993. – 101 с.
6. Кондратьев В.Б. Роль горной промышленности в экономике // Горная Промышленность. – 2017. – № 1 (131). – С. 4–15.
7. Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений: монография. – Актобе, 2012. – 284 с.
8. Методология выявления и профилактики заболеваний, связанных с работой / Н.Ф. Измеров, Э.И. Денисов, Л.В. Прокопенко [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 9. – С. 1–7.
9. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Акад. РАМН Н.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – С. 128.
10. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца // Российский кардиологический журнал. – 2012. – № 3 (95). – С. 1–28.
11. Рыбакова М.К., Алехин М.Н., Митьков В.В. Эхокардиография // Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. – М.: Издательский дом Видар-М, 2008. – С. 53–69.
12. Knudson R.J., Burrows B., Lebowitz M.D. The maximal expiratory flow volume curve: Its use in the detection of ventilatory abnormalities in a population study // Am. Rev. Respir. Dis. – 1976. – № 114 (3). – С. 871–879.

## Риск здоровью работников целлюлозно-бумажного комбината при воздействии химических веществ производственной среды

Р.В. Бузинов, Т.Н. Унгуряну, О.Н. Дурягина

Управление Роспотребнадзора по Архангельской области,  
г. Архангельск, Россия

Выполнена оценка риска здоровью работающих АО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат» при воздействии химических веществ производственной среды. Установлен высокий риск развития общетоксических эффектов со стороны органов дыхания для работающих в ремонтном подразделении ( $HI = 9,3$ ) и производстве картона ( $HI = 6,1$ ). Настораживающий канцерогенный риск, обусловленный экспозицией свинца и формальдегида, существует для работающих в древесно-биржевом производстве ( $ICR_{50} = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ), производстве древесно-волоконистых плит ( $ICR_{50} = 6,6 \cdot 10^{-4}$ ) и бумаги ( $ICR_{50} = 1,5 \cdot 10^{-4}$ ). Высокий риск развития канцерогенных эффектов определен для работающих в ремонтном подразделении ( $ICR_{50} = 9,7 \cdot 10^{-3}$ ) и формируется преимущественно оксидом хрома (VI) (93–98 %).

**Ключевые слова:** целлюлозно-бумажная промышленность, химические вещества, оценка риска здоровью.

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) относится к перспективным отраслям экономики России [5]. Основные предприятия по производству целлюлозы сосредоточены в Северо-Западном и Сибирском федеральных округах. Крупнейшими производителями целлюлозы являются филиал Группы «Илим» в г. Братске, Усть-Илимске, Коряжме; АО «Архангельский ЦБК» (АО «АЦБК»); АО «Монди» Сыктывкарский ЛПК; АО «Кондопога»; АО «Интернешл Пейпер», Светогорск; АО «Соликамскбумпром»; АО «Сегежский ЦБК» [3].

ЦБП является одной из основных отраслей экономики на территории Архангельской области. АО «АЦБК» составляет основу промышленного производства в г. Новодвинске и является одним из ведущих лесохимических предприятий Европы и Российской Федерации [3]. Около 15 % населения трудоспособного возраста, проживающего в Новодвинске, занято в основных производственных цехах АО «АЦБК».

ЦБП характеризуется воздействием на организм рабочих комплекса неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса. К ним относятся загрязнение воздуха рабочей зоны химическими веществами, которые обладают общетоксическим, раздражающим, аллергическим и канцерогенным действием, шумом, вибрацией, физическими перегрузками [1].

**Материалы и методы.** Изучение загрязнения воздуха рабочей зоны АО «АЦБК» проводилось по данным протоколов исследований воздуха рабочей зоны в отдельных производствах: древесно-биржевое производство (ДБП), производство древесно-волоконистых плит (ДВП), ремонтно-механическое производство (РМП), производство биологической очистки сточных вод (ПБО), топливно-энергетическая станция (ТЭС), производство картона, целлюлозы, бумаги.

Методологическая структура исследования включала четыре этапа в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [9]: идентификацию опасности, оценку зависимости «доза – ответ», оценку экспозиции и характеристику риска. Характеристику риска общетоксических эффектов проводили на основе коэффициентов ( $HQ$ ) и индексов опасности ( $HI$ ). Канцерогенный риск характеризовался с помощью индивидуального канцерогенного риска ( $CR$ ) и суммарного канцерогенного риска ( $CRT$ ). Для описания содержания химических веществ использовались медиана ( $Me$ ) и процентиля ( $P_{90}$ ).

**Результаты и их обсуждение.** Рабочие основных производств АО «АЦБК» подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса. Почти половина рабочих в производстве бумаги подвержены воздействию пыли (46,6 %). На производстве древесно-волоконистых плит рабочие подвержены воздействию метилсернистых соединений (33,7 %), пыли (31,5 %), формальдегида (34,8 %) (табл. 1).

Таблица 1

Концентрации и коэффициенты опасности химических веществ  
производственной среды на АО «АЦБК»

Вещество	Частота обнаружения, %	Концентрации, мг/м <sup>3</sup>		Коэффициенты опасности		ПДК* [1]
		$Me$	$P_{90}$	$Me$	$P_{90}$	
Абразивная пыль	100,0	6,05	8,90	0,7	1,0	–/6
Аммиак	29,3	5,00	67,00	0,2	2,3	20
Ацетон	16,7	50,00	333,33	0,2	1,1	800/200
Бензин	8,7	25,00	71,67	0,2	0,5	300/100
Бумажная пыль	98,8	4,00	5,45	0,5	0,6	–/6
Диметилдисульфид	36,1	0,50	8,70	0,0	0,1	50
Диметилсульфид	46,0	0,50	46,30	0,0	0,6	50
Древесная пыль	92,3	4,00	5,22	0,5	0,6	–/6
Известь негашеная	80,0	1,77	8,08	1,2	5,5	1
Крахмальная пыль	100,0	11,68	64,97	0,8	4,4	10
Кремнийсодержащая пыль	100,0	6,63	8,30	2,2	2,8	6/2
Ксилол	16,0	10,00	28,33	0,0	0,1	150
Марганец	89,0	0,31	0,67	1,0	2,3	0,6/0,2
Метилмеркаптан	52,5	0,50	2,33	0,4	2,0	0,8
Пыль известняка	100,0	8,50	16,00	1,0	1,8	–/6
Ртуть	97,8	0,004	0,01	0,6	1,9	0,01/0,005
Свинец	49,4	0,002	0,04	0,0	0,5	–/0,05
Сероводород	5,8	2,50	2,50	0,2	0,2	10
Серы диоксид	39,6	2,50	11,23	0,2	0,8	10
Скипидар	46,7	1,35	96,68	0,0	0,2	600/300
Стирол	14,3	5,00	17,67	0,1	0,2	150/50
Сульфатная пыль	91,7	8,15	10,90	0,6	0,7	10
Толуол	15,6	12,50	31,07	0,2	0,4	150/50
Углерода оксид	15,3	2,50	5,00	0,1	0,2	20
Угольная пыль	89,7	4,63	18,21	0,5	2,1	–/6
Формальдегид	5,4	0,10	0,13	0,1	0,2	0,5
Формовочная пыль	100,0	5,03	6,03	3,4	4,1	–/1

Окончание табл. 1

Вещество	Частота обнаружения, %	Концентрации, мг/м <sup>3</sup>		Коэффициенты опасности		ПДК* [1]
		<i>Me</i>	<i>P</i> <sub>90</sub>	<i>Me</i>	<i>P</i> <sub>90</sub>	
Хлор	5,5	0,05	0,25	0,0	0,2	1
Хлора диоксид	16,3	0,03	0,09	0,2	0,6	0,1
Хрома оксид	12,5	0,00	0,01	0,1	0,4	0,03/0,01
Целлюлозная пыль	100,0	4,62	7,73	0,3	0,5	10
Цементная пыль	100,0	3,90	7,90	0,7	1,3	4
Щелочные аэрозоли	31,9	0,10	0,82	0,1	1,1	0,5

Примечание: \* – в числителе максимальная разовая, а в знаменателе – среднесменная ПДК. Прочерк в числителе означает, что норматив установлен в виде среднесменной ПДК. Если приведен один норматив, то это означает, что он соответствует максимальной разовой ПДК.

Для производства картона характерны такие неблагоприятные факторы производственной среды и трудового процесса, как экспозиция метилсернистых соединений (29,6 %), пыли (15,9 %), в том числе известковой (12,6 %), щелочных аэрозолей (19,4 %), растворителей (16,6 %).

На производстве биологической очистки сточных вод работающие подвергаются в основном экспозиции метилсернистых соединений (57,9 %). Рабочие, занятые в ремонтно-механическом производстве, подвергаются воздействию пыли (32,1 %), в том числе абразивной (15 %). Рабочие топливно-энергетической станции подвержены воздействию пыли (57 %), в том числе угольной (51,6 %). На производстве целлюлозы экспозиции метилсернистых соединений подвержено 61,4 % рабочих, пыли – 41,2 % (в том числе известковой – 18,3 %, сульфатной – 18,3 %), щелочных аэрозолей – 28,6 %, хлора – 17,9 %.

Сравнение уровней содержания химических веществ производственной среды АО «АЦБК» с гигиеническими нормативами выявило повышенные концентрации различных видов пыли (см. табл. 1). В целом по предприятию медианные концентрации крахмальной (11,68 мг/м<sup>3</sup>), кремнийсодержащей (6,63 мг/м<sup>3</sup>), формовочной (5,03 мг/м<sup>3</sup>) и пыли известняка (8,5 мг/м<sup>3</sup>) превышали гигиенические нормативы в 1,2; 3,3; 5,0 и 1,4 раза соответственно. Повышенное загрязнение воздуха производственной среды на уровне *P*<sub>90</sub> характерно для абразивной, крахмальной, кремнийсодержащей, сульфатной, угольной, формовочной, цементной пыли и пыли известняка, содержание которых превышало ПДК от 1,2 до 6,0 раза. Концентрации бумажной, древесной и целлюлозной пыли как на уровне медианы, так и на уровне, *P*<sub>90</sub> находились в пределах гигиенических нормативов.

Анализ загрязнения воздуха производственной среды по отдельным цехам показал, что концентрация абразивной пыли на уровне *P*<sub>90</sub> превышает среднесменную ПДК (6 мг/м<sup>3</sup>) в древесно-биржевом производстве (8,8 мг/м<sup>3</sup>), производстве древесно-волоконистых плит (15,0 мг/м<sup>3</sup>), картона (11,0 мг/м<sup>3</sup>) и ремонтном подразделении (8,3 мг/м<sup>3</sup>). Кроме того, в производстве картона содержание крахмальной пыли на уровне медианы и *P*<sub>90</sub> (11,6 и 65,0 мг/м<sup>3</sup> соответственно) и сульфатной пыли на уровне *P*<sub>90</sub> (10,9 мг/м<sup>3</sup>) превышало максимальную разовую ПДК (10 мг/м<sup>3</sup>). В ремонтном подразделении повышено содержание на уровне медианы и *P*<sub>90</sub> кремнийсодержащей (6,6 и 8,3 мг/м<sup>3</sup> соответственно) и формовочной (5,0 и 6,0 мг/м<sup>3</sup> соответственно) пыли, а также цементной пыли (*P*<sub>90</sub> = 7,9 мг/м<sup>3</sup>). На топливно-



энергетической станции концентрация угольной пыли на уровне  $P_{90}$  ( $18,2 \text{ мг/м}^3$ ) выше среднесменной ПДК в 3 раза.

Содержание марганца на уровне медианы и  $P_{90}$  в воздухе производственной среды как в целом по предприятию ( $0,31$  и  $0,67 \text{ мг/м}^3$  соответственно), так и в древесно-биржевом производстве ( $0,38$  и  $0,44 \text{ мг/м}^3$  соответственно), производстве картона ( $0,27$  и  $0,40 \text{ мг/м}^3$  соответственно), ремонтном подразделении ( $0,29$  и  $0,62 \text{ мг/м}^3$  соответственно) и топливно-энергетической станции ( $0,48$  и  $0,85 \text{ мг/м}^3$  соответственно) превышало среднесменную ПДК ( $0,2 \text{ мг/м}^3$ ) от 1,4 до 4,3 раза.

Медианная концентрация негашеной извести превышала среднесменную ПДК ( $1 \text{ мг/м}^3$ ) в целом по предприятию ( $1,77 \text{ мг/м}^3$ ) и производстве целлюлозы ( $3,0 \text{ мг/м}^3$ ) в 1,7 и 3 раза соответственно, а на уровне  $P_{90}$  – в целом по предприятию ( $8,0 \text{ мг/м}^3$ ), производстве целлюлозы ( $8,7 \text{ мг/м}^3$ ) и картона ( $1,8 \text{ мг/м}^3$ ) в 8,0; 8,7 и 1,8 раза соответственно.

В целом по предприятию на уровне  $P_{90}$  содержание аммиака ( $67,0 \text{ мг/м}^3$ ), ацетона ( $333 \text{ мг/м}^3$ ), метилмеркаптана ( $2,33 \text{ мг/м}^3$ ), ртути ( $0,01 \text{ мг/м}^3$ ), диоксида серы ( $11,23 \text{ мг/м}^3$ ) и щелочных аэрозолей ( $0,82 \text{ мг/м}^3$ ) превышало установленные гигиенические нормативы. Выявлено, что в производстве картона на уровне  $P_{90}$  повышен уровень загрязнения производственной среды аммиаком ( $100 \text{ мг/м}^3$ ), диоксидом серы ( $13,8 \text{ мг/м}^3$ ) и метилмеркаптаном ( $2,5 \text{ мг/м}^3$ ), в производстве целлюлозы – ртутью ( $0,008 \text{ мг/м}^3$ ) и щелочными аэрозолями ( $1,71 \text{ мг/м}^3$ ), в ремонтных подразделениях – ацетоном ( $333 \text{ мг/м}^3$ ) и в производстве биологической очистки – метилмеркаптаном ( $1,74 \text{ мг/м}^3$ ).

Риск здоровью работающих оценивался при воздействии химических веществ, представленных в табл. 1. Из данного списка были исключены соединения, для которых частота обнаружения составила менее 5 % (метан, серная кислота, фенол, фтористый водород, хлористый водород).

Характеристика коэффициентов опасности отдельных веществ в целом по предприятию (табл. 1) показала на уровне  $P_{90}$  наличие высокого риска развития общетоксических эффектов при воздействии извести негашеной ( $HQ = 5,5$ ), крахмальной пыли ( $HQ = 4,4$ ) и формовочной пыли ( $HQ = 4,1$ ). При воздействии аммиака, абразивной, угольной, цементной пыли, пыли известняка, ацетона, метилмеркаптана, ртути и щелочных аэрозолей на уровне  $P_{90}$  существует настораживающий риск возникновения неканцерогенных эффектов ( $HQ$  от 1 до 3). Медианные концентрации извести негашеной, кремнийсодержащей, формовочной пыли, пыли известняка и марганца способствуют формированию настораживающего риска развития общетоксических эффектов ( $HQ$  от 1 до 3).

Анализ коэффициентов опасности по отдельным цехам АО «АЦБК» показал, что существует высокий риск развития неканцерогенных эффектов на уровне  $P_{90}$  для работающих в производстве картона при воздействии аммиака ( $HQ = 3,4$ ), крахмальной пыли ( $HQ = 4,4$ ), в производстве целлюлозы при воздействии извести негашеной ( $HQ = 5,9$ ), в ремонтных подразделениях при экспозиции формовочной ( $HQ = 4,1$ ) пыли и на топливно-энергетической станции при воздействии ртути ( $HQ = 5,4$ ).

При экспозиции химических веществ воздуха рабочей зоны на уровне 90-го перцентиля возможен высокий риск развития неканцерогенных эффектов со стороны центральной нервной системы ( $HI = 12,0$ ), почек ( $HI = 7,0$ ) и настораживающий риск со стороны печени ( $HI = 4,2$ ), иммунной системы ( $HI = 3,7$ ) и органов кровообращения ( $HI = 3,2$ ). Основной вклад в неблагоприятное действие на нерв-

ную систему принадлежит метилмеркаптану, марганцу и аммиаку (по 18 %), на почки – марганцу (32 %) и ртути (16 %). Для гормонального обмена и системы крови на уровне 90-го перцентиля содержания химических веществ в воздухе производственной среды, риск является допустимым или минимальным [9].

На уровне медианных значений высокий риск развития общетоксических эффектов со стороны органов дыхания (рисунок) установлен для работающих в ремонтном подразделении ( $HI = 9,3$ ) и производстве картона ( $HI = 6,1$ ). На уровне  $P_{90}$  высокий риск развития неканцерогенных эффектов для органов дыхания существует у работающих в производстве картона ( $HI = 17,6$ ), ремонтном подразделении ( $HI = 13,7$ ), производстве целлюлозы ( $HI = 14,3$ ) и топливно-энергетической станции ( $HI = 10,4$ ). Следует отметить, что значения индексов опасности преимущественно определяются количеством измеряемых химических соединений в различных производствах.

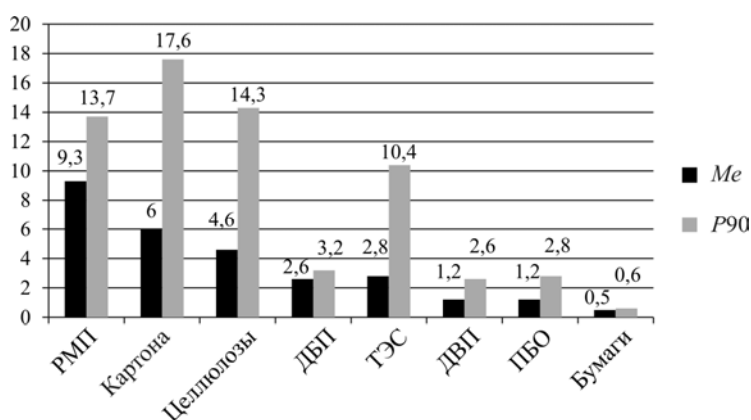


Рис. Индексы опасности для органов дыхания при воздействии химических веществ на работающих по производствам АО «АЦБК»

Анализ  $HI$  по отдельным профессиям показал, что существует высокий риск развития общетоксических эффектов со стороны органов дыхания только на уровне  $P_{90}$  для обжигальщиков ( $HI = 9,1$ ). Настораживающий риск развития неканцерогенных эффектов ( $HI$  от 3 до 6) для органов дыхания на уровне  $P_{50}$  выявлен для обрубщиков, формовщиков и плавильщиков, а на уровне  $P_{90}$  – для варщиков, выпарщиков, диффузорщиков, клееваров, машинистов, обрубщиков, плавильщиков, содовщиков и формовщиков.

Характеристика канцерогенного риска показала, что в целом по предприятию суммарный канцерогенный риск составляет на уровне медианных концентраций канцерогенов  $9,7 \cdot 10^{-3}$ , а на уровне  $P_{90}$  –  $3,5 \cdot 10^{-2}$  и является высоким (табл. 2). Основной вклад в риск развития канцерогенных эффектов принадлежит оксиду хрома (VI) (93–97 %).

Работающие в древесно-биржевом производстве ( $ICR_{50} = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ,  $ICR_{90} = 2,6 \cdot 10^{-4}$ ), производстве древесно-волоконистых плит ( $ICR_{50} = 6,6 \cdot 10^{-4}$ ,  $ICR_{90} = 8,5 \cdot 10^{-4}$ ) и бумаги ( $ICR_{50} = 1,5 \cdot 10^{-4}$ ,  $ICR_{90} = 2,4 \cdot 10^{-4}$ ) подвергаются экспозиции канцерогенов, которые формируют настаораживающий уровень риска. В древесно-биржевом производстве и производстве бумаги канцерогенный риск определяется экспозицией свинца,

а в производстве древесно-волоконистых плит – формальдегида. Высокий риск развития канцерогенных эффектов установлен для работающих в ремонтном подразделении ( $ICR_{50} = 9,7 \cdot 10^{-3}$ ,  $ICR_{90} = 3,4 \cdot 10^{-2}$ ), который формируется преимущественно за счет оксида хрома (VI) (93–98 %). Работающие в других производствах АО «АЦБК» действию канцерогенных веществ не подвергаются.

Таблица 2

Индивидуальный канцерогенный риск при воздействии канцерогенов производственной среды АО «АЦБК»

Канцероген	На уровне медианы		На уровне $P_{90}$	
	LADD	CR	LADD	CR
<i>По предприятию в целом</i>				
Свинец	0,0002	$9,0 \cdot 10^{-6}$	0,006	$2,4 \cdot 10^{-4}$
Формальдегид	0,0143	$6,6 \cdot 10^{-4}$	0,018	$8,5 \cdot 10^{-4}$
Хрома оксид (VI)	0,0002	$9,0 \cdot 10^{-3}$	0,001	$3,4 \cdot 10^{-2}$
Суммарно	–	$9,7 \cdot 10^{-3}$	–	$3,5 \cdot 10^{-2}$
<i>Древесно-бумажное производство</i>				
Свинец	0,0043	$1,8 \cdot 10^{-4}$	0,006	$2,6 \cdot 10^{-4}$
<i>Производство древесно-волоконистых плит</i>				
Формальдегид	0,0143	$6,6 \cdot 10^{-4}$	0,019	$8,5 \cdot 10^{-4}$
<i>Производство бумаги</i>				
Свинец	0,0036	$1,5 \cdot 10^{-4}$	0,006	$2,4 \cdot 10^{-4}$
<i>Ремонтные подразделения</i>				
Свинец	0,0002	$9,0 \cdot 10^{-5}$	0,003	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Хрома оксид (VI)	0,0002	$9,0 \cdot 10^{-3}$	0,001	$3,4 \cdot 10^{-2}$
Формальдегид	0,0143	$6,6 \cdot 10^{-4}$	0,014	$6,6 \cdot 10^{-4}$
Суммарно	–	$9,7 \cdot 10^{-3}$	–	$3,4 \cdot 10^{-2}$

Анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) показал, что средний уровень заболеваемости болезнями органов дыхания с ЗВУТ у работающих на АО АЦБК составил 335,0 на 1000 человек. В структуре болезней преобладали ОРВИ (77,7 %). Анализ распределения случаев болезней органов дыхания, выявленных во время периодических медицинских осмотров, у работающих АО АЦБК показал, что частота болезней органов дыхания выше у работников со стажем более 5 лет (6,3 %) по сравнению с группой работников, занятых на производстве менее 5 лет (4,0 %) ( $\chi^2 = 12,6$ ;  $p < 0,001$ ) [10].

В настоящем исследовании было установлено, что работники основных производств АО «АЦБК» подвергаются воздействию вредных химических веществ производственной среды. Оценка риска по отдельным профессиям показала, что для работающих существует высокий риск развития общетоксических эффектов со стороны органов дыхания и высокий суммарный канцерогенный риск.

Результаты нашего исследования согласуются с данными исследований, проведенными у работников целлюлозно-бумажных комбинатов филиала группы «Илим» Сибирского федерального округа. Высокий уровень канцерогенного риска, обусловленный канцерогенами воздуха рабочей зоны, установлен для работников ЦБК филиала группы «Илим» в г. Братске. По разным производствам индивидуальный канцерогенный риск составил от  $4,8 \cdot 10^{-6}$  до  $2,6 \cdot 10^{-2}$  [4].

В биологических средах у работников целлюлозно-бумажного комбината г. Братска были обнаружены такие биомаркеры экспозиции, как метилсернистые соединения. В сыворотке крови определялся диметилдисульфид в концентрациях от 0,62 до 3,78 мкмоль/л у варщиков и от 0,50 до 2,49 мкмоль/л у диффузорщиков, в моче наблюдалось увеличение содержания сульфатов к концу рабочей смены. Была выявлена связь со стажем работы. Так, при стаже свыше 10 лет показатель содержания диметилдисульфида выше, наблюдается снижение экскреции метаболитов с мочой (у варщиков и диффузорщиков со стажем до 10 лет средние показатели прироста связанных сульфатов в моче в конце смены составили 138,8 мг/г и креатинина 51,3 мг/г, у рабочих со стажем 10 лет и более – 73,1 и 37,01 соответственно;  $p < 0,05$ ) [8].

При сравнительной оценке заболеваемости с ЗВУТ у работников целлюлозно-бумажного комбината в г. Усть-Илимске, испытывающих воздействие химического фактора, в структуре заболеваемости преобладают хронические болезни органов дыхания и их обострения, в этиологии которых преобладающая роль принадлежит влиянию вредных веществ на органы дыхания. Показатели средней длительности случая нетрудоспособности составили 8,5 дня [6].

Аналогичная структура заболеваемости наблюдается также у работников ЦБК в г. Братске. Наиболее распространенными являются хронические болезни органов дыхания, частота по всему контингенту обследованных лиц составила  $41,1 \pm 1,7$ , которая более чем в 2 раза превышала показатель контрольной группы ( $p < 0,001$ ). Анализ распространенности отдельных форм хронических заболеваний со стороны дыхательной системы показал, что во всех профессиональных группах среди выявленной патологии преобладают хронические воспалительные заболевания верхних дыхательных путей. По локализации патологического процесса наиболее частыми из них были поражения слизистой оболочки полости носа ( $16,4 \pm 1,3$  %), несколько реже – воспалительные процессы глотки, гортани и трахеи ( $14,0 \pm 1,2$  %), хронические бронхиты были выявлены у 10,1 % обследованных [6].

В многочисленных зарубежных эпидемиологических исследованиях установлена зависимость канцерогенов воздуха рабочей зоны ЦБП с заболеваемостью и смертностью от злокачественных новообразований легких [11]. По данным R. Carel et al. [13], стандартизированный коэффициент смертности от рака легких в 13 странах среди мужчин-работников ЦБП, подвергающихся воздействию асбеста –  $SMR = 1,00$  (95%-ный ДИ 0,90–1,11). Число случаев смерти от рака плевры – 14 человек. Также была оценена смертность работников ЦБП, подвергающихся воздействию диоксида серы ( $SO_2$ ). Смертность от рака легких увеличена среди работников подвергшихся воздействию  $SO_2$  (коэффициент смертности  $SMR = 1,08$  (95%-ный ДИ 0,98–1,18) [12].

**Выводы.** Таким образом, условия труда в современном производстве целлюлозы относятся к категории вредных. Основное значение имеет химический фактор, негативно влияющий на здоровье рабочих. Экспозиция вредных химических веществ обуславливает повышенный риск возникновения болезней органов дыхания и развития злокачественных новообразований. При организации периодических медицинских осмотров целесообразно выделить возрастные и производственные группы риска развития профессионально обусловленных болезней у работающих в целлюлозно-бумажной промышленности.

### Список литературы

1. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны / утв. постановлением главного государственного санитарного врача РФ 13 февраля 2018 г. № 25. – М., 2018.
2. Годовой доклад ОАО «Архангельский ЦБК» за 2016 год. – Архангельск, 2017. – 111 с.
3. Дубель Е.В., Унгурияну Т.Н. Распространенность заболеваний среди работников крупного целлюлозно-бумажного комплекса // Экология человека. – 2013. – № 5. – С. 40–46.
4. Игнатьева Л.П., Погорелова И.Г., Потапова М.О. Оценка риска для здоровья рабочих целлюлозно-бумажной промышленности // Сибирский медицинский журнал. – 2005. – Т. 55, № 6. – С. 52–54.
5. Ильина С.А. Организационно-экономическое обеспечение использования вторичных ресурсов предприятий целлюлозно-бумажной промышленности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2012.
6. Мещакова Н.М., Рукавишников В.С. Сравнительная оценка заболеваемости с ВУТ у работников целлюлозных производств с различными уровнями модернизации производства // Материалы Всероссийской конференции «Здоровье работающего населения». – Иркутск, 2017. – С. 50–53.
7. Мещакова Н.М., Рукавишников В.С. Профессиональный риск ущерба здоровью у работников современного производства сульфатной целлюлозы // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – № 3 (79). – С. 123–128.
8. Мещакова Н.М., Рукавишников В.С., Тараненко Н.А. Метилсернистые соединения (МСС) и их метаболитов в биосредах рабочих производства сульфатной целлюлозы // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 6. – С. 27–31.
9. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.
10. Унгурияну Т.Н. Патология органов дыхания у работающих в целлюлозно-бумажной промышленности // Здравоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 5. – С. 11–12.
11. Cancer mortality in a Swedish cohort of pulp and paper mill workers / E. Andersson, B. Persson, I.L. Bryngelsson, A. Magnuson, H. Westberg // International Archives of Occupational and Environmental Health. – 2010. – № 83 (2). – P. 123–132.
12. Exposure to asbestos and lung and pleural cancer mortality among pulp and paperindustry workers / R. Carel, P. Boffetta, T. Kauppinen, K. Teschke, A. Andersen, P. Jäppinen, N. Pearce, B.A. Rix [et al.] // Journal of Occupational and Environmental Medicine. – 2002. – № 44 (6). – P. 579–584.
13. Mortality from lung cancer in workers exposed to sulfur dioxide in the pulp and paperindustry / W.J. Lee, K. Teschke, T. Kauppinen, A. Andersen, P. Jäppinen, I. Szadkowska-Stanczyk [et al.] // Environmental Health Perspectives. – 2002. – № 110 (10). – P. 991–995.

## Клинико-физиологические особенности развития цереброваскулярных нарушений у работающих в условиях воздействия производственной вибрации и физических перегрузок

Е.М. Власова<sup>1</sup>, О.Ю. Устинова<sup>1</sup>,  
В.Г. Костарев<sup>2</sup>, А.Е. Носов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,  
<sup>2</sup> Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю,  
г. Пермь, Россия

Вопросы утраты профессиональной трудоспособности по медицинским противопоказаниям являются важной проблемой в условиях повышения пенсионного возраста. Производственные факторы вызывают различные изменения в организме, включая изменение головного мозга. При оценке зависимости клинических изменений от стажа работы в условиях физических перегрузок отмечалась прямая средней силы связь неврологических нарушений со стажем работы ( $r = 0,668$ ), корреляционная зависимость от стажа работы с кардио- и церебрально-васкулярными нарушениями при воздействии общей вибрации ( $r = -0,558$ ,  $r = -0,537$ ), а также прямая сильная связь дорсопатии с цереброваскулярными нарушениями ( $r = 0,753$ ).

**Ключевые слова:** цереброваскулярные нарушения, патология костно-мышечной системы, производственные факторы.

Воздействие производственных факторов на состояние здоровья работников вредных производств принято оценивать в первую очередь по показателям уровня профессиональной заболеваемости (ПЗ). Такой подход не отражает истинного состояния здоровья трудоспособного населения, так как ухудшение последнего ассоциируется не только с наличием или отсутствием у работника ПЗ. На предприятиях Пермского края (ПК) за 2018 г. зарегистрировано только 63 случая хронических профессиональных заболеваний на 48 промышленных объектах. Наличие же общих заболеваний по результатам периодических медицинских осмотров (ПМО) установлено у 28 223 обследованных работников. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации<sup>1</sup> ожидаемый активный возраст к 2024 г. должен достичь 78 лет. Однако одно из ведущих мест в структуре общей заболеваемости занимают болезни системы кровообращения, в первую очередь кардио- и цереброваскулярная патология. Сосудистым заболеваниям головного мозга принадлежит ведущее место в структуре неврологической патологии, снижении работоспособности и производительности труда, инвалидизации и высокой смертности на рабочем месте [1, 2, 10, 15].

---

<sup>1</sup> Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05. 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 10.03.2019).

Церебрально-васкулярные нарушения (ЦВН) часто выявляются у лиц старшего возраста, в связи с чем актуален поиск путей предупреждения развития сосудистых осложнений и связанного с ними снижения трудового потенциала работающих во вредных (опасных) условиях труда. Согласно данным научной литературы и результатам проведенных собственных исследований, у работников вредных производств, как правило, преобладает вторичная когнитивная недостаточность [11–14].

Проблема когнитивных нарушений в последнее время привлекает все большее внимания специалистов медицины труда, поскольку они связаны с профессиональным здоровьем работников предпенсионного возраста [7–9].

**Цель исследования** – изучение особенностей развития цереброваскулярных нарушений у работающих в условиях воздействия физических перегрузок и производственной вибрации.

**Материалы и методы.** Проанализированы заключительные акты по результатам ПМО стажированных работников за 2018 г. на 48 крупных промышленных предприятиях ПК, результаты специальной оценки условий труда (СОУТ – в количестве 2037 ед.), данные 15 санитарно-гигиенических характеристик условий труда (СГХУТ), 1146 карт ПМО, 1327 медицинских карт амбулаторного больного, 1289 историй болезни стационарного больного Центра профпатологии, 2017 медицинских заключений по результатам экспертизы профпригодности.

Обследован в условиях стационара 631 работник промышленных предприятий ПК, 248 – амбулаторно, средний возраст  $52,3 \pm 5,7$  г., средний стаж  $34,6 \pm 5,9$  г. (группа наблюдения). Критерием отбора являлись наличие следующих производственных факторов: общая вибрация (3.4.2) и физические перегрузки (4.1) в соответствие с приказом 302н<sup>1</sup>. Группу наблюдения составили 352 работника тех же производств, осуществляющих трудовую деятельность без воздействия вибрации и физических перегрузок, средний возраст  $52,4 \pm 5,8$  г. ( $p > 0,05$ ), средний стаж  $35,8 \pm 6,1$  г. ( $p > 0,05$ ). В обеих группах соотношение по гендерному признаку было равнозначным: 75 % мужчин, 25 % женщин. Основные профессии: мужчины – водитель автомобиля, опрокидчик, дробильщик, вулканизаторщик, печевой; женщины – сортировщик шпона, обрубщик, ткач, красильщик готовых изделий и т.п.

В программу обследования были включены опрос, тестирование когнитивных функций, осмотр невролога, хирурга, психиатра, кардиолога, профпатолога; лабораторное обследование: клинический анализ крови, биохимический анализ крови (общий белок, электрофорез белков, С-реактивный белок (СРБ), антистрептолизин «О» (АслО), ревмофактор (РФ), мочевая кислота, глюкоза, общий холестерин, липопротеины высокой плотности, низкой плотности (ЛПНП), очень низкой плотности, липопротеин (а), триглицериды, щелочная фосфатаза (фракции), кальций (Са) ионизированный; мочевая кислота), коагулограмма, иммунологический анализ крови (иммуноглобулины (Ig), фагоцитоз); рентгенография шейного отдела позвоночника, УЗИ сосудов шеи, электроэнцефалография (ЭЭГ), кардиоинтервалография (КИГ), электротермометрия кожи верхних конечностей, магнитно-резонансная томография (МРТ).

<sup>1</sup> Приказ Минздравсоцразвития РФ № 302н от 12 апреля 2011 г. «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 04.03.2019).

нансная томография (МРТ) головного мозга, компьютерная томография (КТ) шейных позвонков.

Опрос проводился врачом-профпатологом по разработанной анкете, включающей оценку непродуцированных факторов риска развития патологии системы кровообращения. Оценивались физическая активность, питание, образ жизни, вредные привычки, наследственная предрасположенность к заболеваниям системы кровообращения.

Тестирование когнитивных функций проводилось по методике 6СIT – работник в течение 4 минут выполнял 6 заданий. Оценка проводилась в балльной системе (максимальное количество баллов – 28, норма 0–7 баллов).

Лабораторное исследование выполнено с использованием гематологического AcT5diff AL, биохимического Kjnlab 20, иммуноферментного Infinite F50 анализаторов. Определение содержания ионизированного кальция проводили ионселективным методом на анализаторе EasyLyte Calcium.

Рентгенография проводилась на рентгеновском аппарате TMXR + (Франция) по стандартной методике.

УЗИ – на ультразвуковом сканере экспертного класса Vivid-q с использованием линейного линейного матричного датчика (4,0–13,0 МГц).

ЭЭГ – с помощью электроэнцефалографа «Нейро-МВП» («Нейрософт») при стандартном наложении электродов.

КИГ и спектральный анализ кардиоритмограммы (КРГ) для оценки баланса вегетативной нервной системы (ВНС) осуществляли с помощью программы «Поли-Спектр-8/EX».

Электротермометрия проводилась на дистальных отделах верхних и нижних конечностей «Нейрософт 4/ВППМ».

МРТ – на аппаратах с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. Применяли последовательности: T1-ВИ, T2-ВИ.

КТ – на мультиспиральном компьютерном томографе.

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с помощью интегрированного пакета для статистического анализа Statistica 7.0, Microsoft Excel 7 с использованием программного модуля MS Excel совместимого компьютера. Критерий статистической значимости – величина 0,05.

Для оценки связи условий труда с нарушением здоровья применяли расчет относительного риска ( $RR$ ) и этиологической доли ответов, обусловленной воздействием фактора профессионального риска ( $EF$ ). Для оценки достоверности полученных результатов использовался 95%-ный доверительный интервал ( $CI$ ).

Исследование выполнено с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации (2008), Национального стандарта РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP) правил ICHGCP (протокол этического комитета учреждения № 2 от 08.12.2017 г.).

**Результаты и их обсуждение.** Анализ профессиональной заболеваемости в Пермском крае показал, что наиболее высокий уровень регистрируется на предприятиях, относящихся к разделам «Добыча полезных ископаемых» и «Сельское хозяйство и лесное хозяйство» – 3,9 и 7,6 на 10 тысяч работающих соответственно. Необходимо отметить, что в ПК уровень профессиональной заболеваемости по разделу «Сельское хозяйство и лесное хозяйство» на протяжении ряда лет остается выше показателя по Российской Федерации (РФ) – 1,66 на 10 тысяч работающих. Первое место среди профессиональных заболеваний занимают болезни, связанные с воздейст-



вием физических факторов, – 57,3 % (РФ – 17,4 %); а также увеличилась доля заболеваний от физических перегрузок – 31,3 % (РФ – 24,7 %). В структуре нозологических форм на первое место вышла патология костно-мышечной системы (КМС – 31,25 %, РФ – 24,7 %), на второе – вибрационная болезнь (29,17 %, РФ – 20,0 %)¹.

Изучение вопроса цереброваскулярной патологии в условиях воздействия производственных факторов по литературным данным позволило предположить, что нарушение кровоснабжения головного мозга может быть связано со структурными нарушениями шейного отдела, в связи с чем был проведен анализ заболеваемости с учетом возможной случайной коморбидности (дорсопатии шейного уровня и ЦВН).

Анализ результатов заключительных актов (ЗА) по результатам ПМО за 2018 г. показал, что 7094 работников нуждаются в дополнительном обследовании для уточнения диагноза и решения вопроса о профессиональной пригодности. По результатам дообследования работников, направленных в Центр профпатологии, заболевания центральной нервной системы (ЦНС), наряду с системой кровообращения, занимают лидирующее положение, из них 45 % приходится на долю дисциркуляторной энцефалопатии (ДЭП). Основными производственными факторами, способствующими развитию данной патологии, являются физические перегрузки и общая вибрация.

По результатам ПМО впервые выявленная цереброваскулярная болезнь (ЦВБ) составляет только 7 % от всех впервые установленных заболеваний, в то время как по результатам проведенного обследования в центре профпатологии доля ЦВБ у работников в группе наблюдения составила 68 % (68 % мужчин, 32 % женщин), из них в 45 % случаев диагностирована дисциркуляторная энцефалопатия, в группе сравнения на долю ЦВБ приходится 29 % (59 % мужчин, 41 % женщин), из них ДЭП составляет 17 % ( $p < 0,05$ ). Практически все работники, направленные в Центр профпатологии на экспертизу профпригодности, по результатам ПМО имели коморбидную патологию: внутрисистемную (каждый пятый работник – артериальную гипертензию (АГ – МКБ-10 – I10–I15) и ишемическую болезнь сердца (ИБС – МКБ-10: I51.6); каждый десятый – перенесенный инфаркт миокарда (МКБ-10: I25.20) и ЦВБ (МКБ-10: I67), межсистемную или случайную (каждый второй – дорсопатия шейного отдела (МКБ-10: M40.1, M50) и АГ, и/или ЦВБ; две трети из них имели периферический ангиодистонический синдром; нейросенсорная тугоухость неуточненного генеза (МКБ-10: H90.8) и АГ). У малостажированных работающих в условиях физических перегрузок и производственной вибрации в 15,3 % случаев (в 14,7 % в группе сравнения,  $p > 0,05$ ) дорсопатия шейного отдела сопровождалась вегетативными нарушениями (ВН – МКБ-10: G90.8).

Анализ условий труда показал, что работники группы наблюдения подвергались воздействию общей вибрации, превышающей предельно допустимый уровень (ПДУ) на 2–6 дБ. Выполнение работ связано со значительными мышечными нагрузками на верхний плечевой пояс и шейный отдел позвоночника. По результатам эргономического и физиологических исследований класс условий труда отнесен к категории «вредный» (класс 3, степень вредности 1–2). Итоговый класс условий труда с учетом фактора производственной вибрации – 3.2–3.3.

По результатам опроса физические перегрузки, не связанные с производственной деятельностью, отмечали 67 % работников в группе наблюдения и 69 % в группе

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2017 году: Государственный доклад. – Пермь, 2018.

сравнения ( $p > 0,05$ ); низкую физическую активность – 73 % работников в группе наблюдения, 69 % в группе сравнения ( $p > 0,05$ ); несоблюдение режима труда и отдыха – 77 и 69 % соответственно ( $p > 0,05$ ); диссомнию – 33,0 и 28,4 % ( $p > 0,05$ ); табакокурение более 10 сигарет в день – 65 и 71 % в ( $p > 0,05$ ); нерациональное питание – 48 и 46 % ( $p > 0,05$ ); наличие у кровных родственников заболеваний системы кровообращения, осложненные нарушениями мозгового кровообращения, – 18 и 20 % ( $p > 0,05$ ). У 32 % работников в группе наблюдения (84 % мужчин, 16 % женщин) и 11 % в группе сравнения (78 и 22 % соответственно) в анамнезе острое нарушение мозгового кровообращения на фоне артериальной гипертензии, у 13 % в группе наблюдения и у 5 % в группе сравнения ( $p = 0,05$ ) – на фоне «полного здоровья». На момент обследования 98,9 % работников в группе наблюдения и 98,5 % в группе сравнения ( $p > 0,05$ ) оценивали свое здоровье как «хорошее», считали возможным сохранение профессиональной трудоспособности. По визуально-аналоговой шкале качество жизни в группе наблюдения  $91,5 \pm 0,7$  балла, ( $Me$  82,5 (100; 65) балла,  $p < 0,05$ ), в группе сравнения –  $93,6 \pm 0,3$  балла, ( $Me$  75 (100; 50) балла,  $p < 0,05$ ). При одинаковой оценке состояния здоровья качество жизни работников в группе сравнения выше.

Характер общих жалоб зависел от степени ДЭП. Наиболее часто отмечались боль в голове без четкой локализации, постоянная; шум в голове, периодически головокружение, боли в шее ноющего характера, нарушение сна, раздражительность, снижение памяти, нарушение внимания. Анализ субъективных расстройств со стороны вертебрально-базиллярной системы (ВБС) показал увеличение числа жалоб в зависимости от стажа работы в условиях физических перегрузок и воздействия производственной вибрации: при стаже 1–5 лет – 1,3 % работников, при стаже 5,1–10,0 г. – 10,1 %, при стаже 10,1–15,0 г. – 20,1 %, при стаже 15,1–20,0 г. – 40,8 %, при стаже более 20 лет – 62,2 % ( $p < 0,05$ ). При обследовании наиболее частыми жалобами были боли в области шейного отдела позвоночника с иррадиацией в затылочную область, усиливающиеся после физической и эмоциональной нагрузки (95 % работников в группе наблюдения, 53,1 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ). Второй по частоте жалобой являлись жалобы на тупые головные боли, иногда сжимающие и пульсирующие, с преимущественной локализацией в затылочной и теменной областях (62,4 % в группе наблюдения, 41,2 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ). У 49,9 работников в группе наблюдения, у 27,8 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ) отмечался хронический вертеброгенный болевой синдром шейного уровня с мышечно-тоническими проявлениями (32,5 % в группе наблюдения, 29,5 % в группе сравнения,  $p > 0,05$ ), с шейно-черепным синдромом (15,2 % в группе наблюдения, 9,0 % в группе сравнения,  $p > 0,05$ ). Боль полностью не купировалась во время отдыха между сменами, сохранялось чувство тяжести в голове, эпизоды головокружения. Жалобы на пошатывание, чаще по утрам, особенно при резком переходе из горизонтального в вертикальное положение предъявляли 27,4 % работников в группе наблюдения, 7,6 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

Анализ жалоб со стороны ВБС в стажевом аспекте показал достоверный рост их числа в группе работников при стаже  $17,3 \pm 2,9$  г.

Тестирование когнитивных функций выявило у 37,9 % работников в группе наблюдения, у 14,7 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ) умеренные когнитивные расстройства (сумма баллов  $8,3 \pm 0,4$ ), у 17,6 % работников в группе наблюдения, у 8,2 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ) выраженные когнитивные расстройства (сумма баллов  $21,7 \pm 5,4$ ). Оценка клинического статуса (табл. 1) показала достаточную неспецифич-

ность жалоб работников в обеих группах, что затрудняет раннюю диагностику, дифференциальный диагноз, разработку адекватной лечебной тактики.

Таблица 1

Сравнительные результаты осмотра работников групп наблюдения и сравнения, %

Клиническое проявление	Группа наблюдения	Группа сравнения	$p^*$
Провокационные акроангиоспазмы	11,8	5,3	< 0,05
Багово-мраморная окраска кистей	22,0	5,9	< 0,05
Мраморно-цианотичная окраска кистей	47,0	11,9	< 0,05
Отечность кистей	33,9	7,1	< 0,05
Гипергидроз кистей	61,0	13,0	< 0,05
Снижение мышечной силы	37,9	5,9	< 0,05
Ограничение движения в шейном отделе позвоночника	62,0	17,0	< 0,05
Расстройства чувствительности по типу «перчаток»	28,0	9,0	< 0,05
Горизонтальный нистагм	81,7	58,2	< 0,05
Неустойчивость в позе Ромберга	68,8	15,9	< 0,05
Мышечно-тонический синдром шейного уровня	93,2	28,6	< 0,05

Применение: \* $p$  – достоверность различий.

При объективном обследовании 38 % работников в группе наблюдения, 28,9 % в группе сравнения имели признаки астенизации ( $p > 0,05$ ); 55,0 % в группе наблюдения и 26,1 % в группе сравнения – признаки вегетативной дисфункции ( $p < 0,05$ ), из них 33,0 % в группе наблюдения и 28,4 % в группе сравнения ( $p > 0,05$ ) – умеренные, а 60,0 % в группе наблюдения и 22,1 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ) – легкие мнестические нарушения.

При неврологическом осмотре у 59,0 % работников в группе наблюдения и у 10,5 % в группе сравнения отмечались признаки вертебрально-базилярной недостаточности (ВБН) в виде горизонтального нистагма, неуверенности при выполнении пальценосовой пробы, неустойчивости в позе Ромберга (см. табл. 1). При пальпации паравертебральных точек отмечалась болезненность на уровне  $C_3 - C_7$  у 83,9 % работников в группе наблюдения, у 26,1 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ), напряженность и болезненность задней группы мышц шеи. Исследование вибрационной и болевой чувствительности выявило у 62,3 % работников в группе наблюдения, у 14,7 % в группе сравнения полинейропатический тип расстройства чувствительности ( $p < 0,05$ ), по типу шейно-плечевой плексопатии – у 11,35 % работников в группе наблюдения, у 10,2 % в группе сравнения ( $p > 0,05$ ), по корешковому типу – у 14,7 % работников в группе наблюдения и у 5,4 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

Анализ лабораторных данных показал, что гиперхолестеринемия была выявлена у 62,4 % в группе наблюдения ( $6,3 \pm 2,5$  ммоль/л) и у 48,8 % в группе сравнения ( $5,9 \pm 1,9$  ммоль/л). Несмотря на то что межгрупповые различия не имели результатов достоверности, обращало на себя внимание, что у работников в группе наблюдения дислипидемия характеризовалась увеличением ЛПНП ( $5,2 \pm 1,7$  ммоль/л), а индекс атерогенности в группе наблюдения составил  $4,7 \pm 0,2$ , что достоверно в 2,2 раза выше данного показателя в группе сравнения ( $2,1 \pm 0,8$ ,  $p < 0,05$ ). Гиперхолестеринемия в сочетании с гипергликемией наблюдались у 32,5 % работников в группе наблюдения ( $6,7 \pm 1,7$  ммоль/л) и у 11,9 % работников в группе сравнения ( $6,3 \pm 1,3$  ммоль/л,  $p < 0,05$ )

( $p = 0,002$ ). Отклонения других лабораторных показателей не представляли клинической значимости, что позволило исключить системные и ревматические заболевания.

Вегетативная регуляция обеспечивает функциональное состояние системы кровообращения. Для определения состояния вегетативного баланса были проведены дополнительные исследования, позволяющие установить наличие вегетативной дисфункции у работающих в условиях воздействия вибрации и физических перегрузок как одного из звеньев патогенеза ЦВН.

Измерение кожной температуры кистей и стоп выявило незначительное симметричное снижение у 28,0 % работников в группе наблюдения и у 11,9 % работников в группе сравнения ( $p < 0,05$ ), что, на наш взгляд, обусловлено ВН.

При УЗИ оценке кровотока по позвоночным (ПА) и брахиоцефальным (БЦА) артериям наблюдалось снижение на 50 % и более по ПА у 26,3 % работников в группе наблюдения, у 11,6 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ), снижение по БЦА на 20,0 % и более от должного – у 42,8 % работников в группе наблюдения и у 14,7 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

При рентгенографии шейного отдела позвоночника у 100 % работников в группе наблюдения и у 84,6 % в группе сравнения ( $p > 0,05$ ) были выявлены дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника в виде снижения высоты дисков (у 93,0 % в группе сравнения, у 28,6 % в группе наблюдения,  $p < 0,05$ ), субхондрального склероза и остеофитов (у 100 % в группе сравнения, у 57,1 % в группе наблюдения  $p < 0,05$ ), ункоартроза и спондилоартроза дисков (у 93,0 % в группе сравнения, у 60,7 % в группе наблюдения,  $p < 0,05$ ); аномалия Киммерле была выявлена у 8,3 % в группе наблюдения, у 9,0 % в группе сравнения ( $p > 0,05$ ).

ВБН на фоне дегенеративно-дистрофических изменений межпозвонковых дисков на шейном уровне подтверждает, что воздействие физической нагрузки и общей вибрации в результате трудового процесса приводит к нарушению мозгового кровотока. Особенно остро в связи с этим стоит вопрос когнитивных нарушений у данных работников.

Ввиду того, что вегетативные и когнитивные функции обеспечиваются едиными анатомическими структурами (гипоталамус, лимбическая система, в том числе круги Пейпеца и др.) работникам была проведена КИГ с последующей оценкой связи вегетативного тонуса и когнитивных функций. Кроме того, доказано, что ВН с развитием астенического, астеноневротического синдромов могут способствовать развитию недостаточности мозгового кровообращения [1].

Результаты обследования показали, что симпатикотония регистрировалась у работников в группе наблюдения в 2,7 раза чаще (у 24,6 % в группе наблюдения индекс Кердо (ИК) =  $16,6 \pm 4,2$  и у 9,0 % в группе сравнения ИК =  $9,7 \pm 5,1$ ), фоновая парасимпатикотония – в 1,7 раза чаще (у 13,7 % в группе наблюдения ИК =  $-18,3 \pm 3,3$  и у 7,9 % в группе сравнения ИК =  $-7,5 \pm 3,2$ ). Оценка ВН и когнитивных функций показана в табл. 2.

Структурные изменения шейного отдела позвоночника способствуют формированию сосудистых нарушений, преимущественно вертебробазиллярного бассейна. Обследование работников с признаками ВБН выявило клинические признаки дорсопатии шейного уровня в 95 % случаев в группе наблюдения и в 62 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

В рентгенологической картине преобладал шейный остеохондроз (С<sub>4</sub>–С<sub>7</sub>), который был диагностирован у 60,7 % работников в группе наблюдения, у 44,3 % – в группе сравнения ( $p < 0,05$ ); спондилез (С<sub>4</sub>, С<sub>5</sub>, С<sub>6</sub>, С<sub>7</sub>) у 27 % в группе наблюдения, у 5,6 % – в группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

Т а б л и ц а 2

Сравнительные показатели вегетативного тонуса и когнитивных функций (6СIT) у работников в группах наблюдения и сравнения

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i> *
Когнитивные функции, баллы	8,9 ± 3,5	6,8 ± 1,9	< 0,05
Симпатикотония (ИК > 0), баллы	16,6 ± 4,2	9,7 ± 5,1	< 0,05
Парасимпатикотония (ИК < 0), баллы	-18,3 ± 3,3	7,5 ± 3,2	< 0,05

Пр и м е н е н и е : \**p* – достоверность различий.

По результатам КТ шейного отдела позвоночника у 75,7 % в группе наблюдения и у 52,8 % в группе сравнения описана картина дегенеративно-дистрофических изменений ( $p \leq 0,05$ ); протрузии С<sub>3-4</sub> – С<sub>6-7</sub> наблюдались у 22,0 % работников в группе наблюдения и только у 8,2 % в группе сравнения ( $p \leq 0,05$ ); грыжи межпозвоноковых дисков были установлены в 11,4 % случаев в группе наблюдения в 3,6 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ). Дегенеративно-дистрофические изменения регистрируются у работников уже в возрасте 26,7 ± 2,1 г., при стаже 5,6 ± 1,9 г. в условиях сочетанного воздействия физических перегрузок и производственной вибрации.

При МРТ у 21,9 % работников в группе наблюдения были выявлены гемангиомы позвонков. У работников в возрасте 28,3 ± 2,1 г. при стаже 7,4 ± 1,7 г. диагностированы единичные гемангиомы, в возрасте 39,2 ± 3,4 г. при стаже 17,5 ± 3,4 г. у 14,7 % от всех обследованных работников выявлены множественные гемангиомы (2 позвонков и более), у 63,4 % обследованных работников в возрасте 56,3 ± 4,7 г. при стаже 35,6 ± 4,9 г. диагностированы гемангиомы 2 позвонков и более, у 23,0 % – трех позвонков и более. Локализация гемангиом преимущественно в С<sub>4</sub> – С<sub>7</sub>.

Результаты МРТ головного мозга выявили у 18,0 % обследованных работников в группе наблюдения признаки дисциркуляторной энцефалопатии (наружная и внутренняя гидроцефалия), сопровождающиеся атрофией коркового вещества головного мозга, преимущественно в лобных долях. Средний возраст работников 47,7 ± 2,9 г., средний стаж 23,3 ± 4,6 г.

В целом по результатам лучевой диагностики (рентгенография, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография) выявлены следующие изменения, представленные в табл. 3.

При анализе стажевой зависимости отмечено, что при стаже от 3 до 5 лет уже имеются признаки дорсопатии шейного отдела у работников в группе наблюдения (37,9 % в группе наблюдения, 15,2 % – в группе сравнения,  $p < 0,05$ ). С увеличением стажа (от 5 до 10 лет) четко прослеживается нарастание данной патологии у работников в группе наблюдения при относительной стабилизации процесса в группе сравнения (65,7 % в группе наблюдения, 29,5 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ), что отражает влияние тяжести трудового процесса на состояние здоровья работников. При оценке зависимости клинических изменений от стажа работы в условиях физических перегрузок отмечалась прямая средняя связь неврологических нарушений со стажем работы ( $r = 0,668$ ), корреляционная зависимость от стажа работы с кардио- и церебрально-вазкулярными нарушениями при воздействии общей вибрации ( $r = -0,558$ ;  $r = -0,537$ ), а также прямая сильная связь дорсопатии с ЦВН ( $r = 0,753$ ). Были доказаны причинно-следственные связи формирования дорсопатии от воз-

действия физических перегрузок ( $RR = 5,8$ ;  $CI = 2,7-12,5$ ;  $EF = 40\%$ ) и производственной вибрации ( $RR = 4,3$ ;  $CI = 2,3-129,5$ ;  $EF = 48\%$ ).

Таблица 3

Сравнительные результаты лучевой диагностики у работников групп наблюдения и сравнения, %

Клиническое проявление	Группа наблюдения	Группа сравнения	$p^*$
Сглаженность лордоза.	61,0	11,9	< 0,05
Снижение межпозвонковых щелей в шейном отделе	37,9	13,0	< 0,05
Нестабильность позвонков в шейном отделе ( $C_5, C_6$ )	37,9	11,9	< 0,05
Остеохондроз шейного отдела	68,8	17,0	< 0,05
Спондилез	37,9	11,9	< 0,05
Спондилолистез	24,6	5,9	< 0,05
Протрузии в шейном отделе	22,0	8,2	< 0,05
Остеофиты	68,8	28,6	< 0,05
Грыжи межпозвонкового диска шейного отдела	11,4	3,6	< 0,05
Стеноз позвоночного канала в шейном отделе	2,8	–	–
<i>Spina bifida posterior</i> $C_{1-2}$	12,0	3,6	< 0,05

Применение: \* $p$  – достоверность различий.

Считается, что максимального развития когнитивные функции достигают в возрасте 20–25 лет [3]. Физиологическое снижение становится клинически заметным после 50 лет [10, 12], а после 65 лет когнитивные расстройства патологического характера регистрируется в 40 % случаев [5, 7]. На сегодняшний день актуальна проблема когнитивных нарушений у работников предпенсионного возраста [6, 8]. Ее обуславливают высокая распространенность, длительный период аклинического течения. Кроме того, имеет место недооценка проблемы врачами-специалистами, принимающими участие в проведении ПМО, и недостаточная информированность работника, а также отсутствие четкого алгоритма диагностики при любом профилактическом осмотре при увеличении количества лиц старшего трудоспособного возраста.

В условиях воздействия производственной вибрации и физических перегрузок уже при стаже 3–5 лет формируется дорсопатия шейного отдела, распространенность которой увеличивается со стажем.

Структурные изменения шейного отдела способствуют нарушению церебрального кровообращения с формированием вертебрально-базилярной недостаточности, которая усугубляется наличием у возрастных стажированных работников коморбидными заболеваниями системы кровообращения (АГ и ЦВБ). В основе патогенетических механизмов лежит системный ангиотрофоневроз. Воздействие производственной вибрации и физических перегрузок определяют высокую частоту сосудистых осложнений, атеросклероза, артериальной гипертензии, ИБС. Нарушение кровотока провоцирует недостаточность кровоснабжения любого участка мозга и вторичные когнитивные нарушения.

Несмотря на то что меры первичной и вторичной профилактики нарушения мозгового кровообращения и формирования на данном фоне когнитивных расстройств достаточно эффективны, признакам ранних форм недостаточности мозгового кровообращения в условиях ПМО не придается достаточного значения [4].

Определяя выраженность этих нарушений, можно оценить вероятность сохранения профессиональной трудоспособности работников в условиях воздействия вредных (опасных) факторов производства и условий труда, разработать профилактические программы, направленные на увеличение трудового долголетия.

**Выводы.** Сочетанное воздействие производственной вибрации и физических перегрузок способствует развитию вегетативной дисфункции, атеросклероза, а также формированию дорсопатии шейного уровня с последующим нарушением мозгового кровообращения, которые следует рассматривать как составляющие единого патогенеза цереброваскулярных нарушений, сопровождающихся когнитивной недостаточностью.

Проблема когнитивных нарушений у работников предпенсионного возраста обуславливается их высокой распространенностью и длительным периодом аклинического течения.

Имеет место недооценка данной проблемы при увеличении количества лиц старшего трудоспособного возраста.

Определяя выраженность вертебро-базиллярных и когнитивных нарушений на этапе ПМО, можно оценить вероятность сохранения профессиональной трудоспособности работников в условиях воздействия физических перегрузок и производственной вибрации, разработать профилактические программы, направленные на увеличение активного трудового долголетия.

### Список литературы

1. Вейн А.М. Вегетативные расстройства. Клиника. Диагностика. Лечение // Медицинское информационное агентство. – 2003. – 752 с.
2. Верещагин Н.В., Варакин Ю.Я. Регистры инсульта в России: результаты и методологические аспекты проблемы // Журн. неврол. и психиат. «Инсульт» (приложение). – 2001. – № 1. – С. 34–40.
3. Виленский Б.С., Яхно Н.Н. Современные проблемы инсульта // Вестник РАМН. – 2007. – № 9–10. – С. 18–24.
4. Гусев Е.И. Проблема инсульта в России // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2003. – № 9. – С. 3–5.
5. Денисова Е.В. Актуальные вопросы эпидемиологии сосудистых заболеваний головного мозга в мире // Вестник общественного здоровья и здравоохранения Дальнего Востока России. – 2011. – № 3. – С. 1–5.
6. Зеляева Н.В. Оценка заболеваемости работников промышленных предприятий и пути ее снижения (На примере предприятий отрасли машиностроения г. Нижнего Новгорода) // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 7–4. – С. 698–705.
7. Проблема инсульта в Российской Федерации / Е.И. Гусев [и др.] // Качество жизни. Медицина. Инсульт. – 2006. – № 2. – С. 10–14.
8. Прогрессирование поражения мозга у пациентов с тяжелой артериальной гипертензией на фоне антигипертензивной терапии / Ю.Н. Сиренко [и др.] // Укр. кардіол. журн. – 2007. – № 5. – С. 81–90.
9. Синдром умеренных когнитивных расстройств при дисциркуляторной энцефалопатии / Н.Н. Яхно [и др.] // Журн. невропатол. и психиатр. – 2005. – № 2. – С. 13–17.
10. Скворцова В.И. Медицинская и социальная значимость проблемы инсульта // Качество жизни. – 2004. – № 2. – С. 10–12.

11. Яхно Н.Н. Когнитивные расстройства и кардионеврология // Материалы национального конгресса «Кардионеврология». – М., 2008. – С. 17–23.
12. Яхно Н.Н. Когнитивные расстройства в неврологической клинике // Неврол. журнал (приложение № 1). – 2006. – С. 4–12.
13. Effect of baseline cognitive function and antihypertensive treatment on cognitive and cardiovascular outcomes: Study on cognition and prognosis in the elderly (SCOPE) / I. Skoog [et al.] // Amer. J. Hypertension. – 2005. – Vol. 18. – P. 1052–1059.
14. Pre-existing hypertension and the impact of stroke on cognitive function / J.S. Elkins [et al.] // Ann. Neurol. – 2005. – Vol. 58. – P. 68–74.
15. Singh-Manoux A., Marmot M. High blood pressure was associated with cognitive function in middle-age in the Whitehall II study // J. Clin. Epidemiology. – 2005. – Vol. 58. – P. 1308–1315.

## **Антиоксидантная система у работающих в условиях воздействия химических и физических факторов производственной среды**

**С.А. Колесов, И.А. Умнягина, Т.В. Блинова,  
Л.А. Страхова, В.В. Трошин, Ю.В. Иванова**

ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены  
и профпатологии» Роспотребнадзора,  
г. Нижний Новгород, Россия

Проведены исследования системы глутатиона, оксидативного стресса и антиоксидантной защиты у работников металлургического производства. Показано, что у лиц, работающих в условиях совокупного воздействия химических и физических факторов, более выражены изменения в содержании глутатиона уровней оксидативного стресса и антиоксидантной защиты относительно группы сравнения и лиц, деятельность которых связана с физическими факторами. Данные показатели могут быть использованы при углубленных медицинских осмотрах с целью оценки состояния здоровья работающих и проведении профилактических мероприятий, направленных на повышение антиоксидантной защиты.

**Ключевые слова:** химический фактор, физический фактор, глутатион, оксидативный стресс, антиоксидантная защита.

В процессе профессиональной деятельности работающие на металлургических и металлообрабатывающих производствах подвергаются воздействию комплекса химических и физических факторов производственной среды, которые могут оказать неблагоприятное воздействия на состояние органов и систем организма, способствовать снижению его адаптационного потенциала и развитию ряда заболеваний, включая аллергические, онкологические, респираторные, нарушения нервной системы, репродуктивные расстройства [1]. С целью доказательства вредного воздействия производственных факторов на здоровье работающих необходимы



углубленные исследования, касающиеся как «биомаркеров экспозиции», так и чувствительных «биомаркеров эффекта», дающих возможность выявить причинно-следственные отношения между воздействием вредного фактора и нарушениями в состоянии здоровья [2]. Среди «биомаркеров эффекта» значимая роль принадлежит биохимическим показателям, отражающим состояние органов и систем организма в ответ на воздействие вредных производственных факторов. На протяжении многих лет проводятся исследования в направлении изучения системы глутатиона и свободнорадикального окисления при различных видах патологии [3, 4]. Внимание исследователей к этой проблеме не ослабевает.

**Материалы и методы.** В работе приведены результаты исследований показателей системы глутатиона (общего, восстановленного и окисленного), оксидативного стресса и антиоксидантной защиты (количество пероксидов в сыворотке крови, активность супероксиддисмутазы и глутатионпероксидазы) у работающих одного из металлургических предприятий Нижегородской области ( $n = 61$ ). Обследуемые выполняли работы, связанные с обработкой металла (кузнецы, обрубщики и резчики металла, вальцовщики, фрезеровщики), работали машинистами внутрицеховых подъемных кранов. Стаж работы на данном производстве колебался от 5 до 35 лет. Обследуемые были разделены на две группы: 1-я группа (46 человека в возрасте  $57,1 \pm 8,1$  г.) подвергалась воздействию комплекса физических и химических производственных факторов (шум, вибрация, тепловое излучение, формальдегид, аэрозоли металлов, мономеры полиакрилатов, углерода оксид, гидроксibenзол, диметилбензол, кислоты, минеральные масла); 2-я группа (16 человек в возрасте  $57,1 \pm 7,9$  г.) подвергалась воздействию физических производственных факторов (шум, общая или локальная вибрация, тепловое излучение, низкие температуры). Оценка рабочих мест, факторов рабочей среды и установление класса условий труда были проведены ведомственной лабораторией предприятия по ФЗ № 426 от 28.12.2013 г. «О специальной оценке условий труда». Согласно данной оценке уровни химических факторов в воздухе рабочей зоны не превышали предельно допустимых концентраций, а уровень производственного шума на рабочем месте был выше предельно допустимого (более 80 дБА).

В группу сравнения был включен 21 человек в возрасте  $48,1 \pm 8,1$  г., по роду своей деятельности эти работники не подвергались воздействию вредных производственных факторов (трудящиеся информационных центров, бухгалтерии).

Показатели оксидативного стресса (ОС) и общей антиокислительной способности сыворотки (АОС) определялись с помощью набора реагентов PerOx (TOS/TOC) Kit и ImAnOx (TAS/TAC) Kit фирмы Immundiagnostik (Германия). Уровни ОС и АОС оценивались количественно по наличию пероксидов в сыворотке крови и выражались в мкмоль/л перекиси, присутствующей в образце. Расчеты производились по формуле с применением стандартов. Для оценки степени выраженности ОС и АОС в сыворотке крови использовались данные, рекомендованные производителями наборов: менее 180 мкмоль/л – низкий ОС, 180 – 310 мкмоль/л – средний ОС, более 310 мкмоль/л – высокий ОС; менее 280 мкмоль/л – низкая АОС, 280 – 320 мкмоль/л – средняя АОС, более 320 мкмоль/л – высокая АОС. Активность супероксиддисмутазы (SOD), глутатионпероксидазы (GPx) определяли набором реагентов фирмы RANDOX (Великобритания). Уровни общего (TG), восстановленного (GS) и окисленного (GSSG) глутатиона определяли в цельной крови по методу Элмана [3].

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Statistica 6.1. Для признаков, распределения которых отклонялись от нормального,

были использованы методы непараметрической статистики: высчитывалась медиана, квартили 25 и 75 % –  $Med \pm IQR$  (25–75 %). Достоверность между группами рассчитывалась методом Манна – Уитни. При нормальном распределении признаков данные были представлены в виде  $M \pm \sigma$ , достоверность оценивали по критерию Стьюдента. Критический уровень значимости результатов исследования принимался при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Полученные результаты выявили как общие закономерности, так и различия в показателях, отражающих состояние антиоксидантной системы организма работающих в разных условиях труда. Так, нарушения в системе глутатиона были выявлены в 1-й и 2-й группах работающих, однако более выраженные изменения отмечались у работающих в условиях совокупного воздействия химических и физических факторов (табл. 1). У лиц первой группы содержание TG и GS было достоверно ниже по сравнению с данным показателем во 2-й группе и группе сравнения ( $p_{1-2} = 0,038$ ;  $p_{1-2} = 0,042$ ;  $p_{1-3} = 0,001$ ).

Таблица 1

Показатели детоксикационной и антиоксидантной систем у работающих в зависимости от влияния вредных производственных факторов,  $Med \pm IQR$  (25–75 %)

Показатель (референсные значения)	Группа обследованных			p
	1-я (комплекс химических и физических факторов), n = 46	2-я (физические факторы), n = 16	3-я (группа сравнения), n = 21	
TG (ммоль/л)	1231,5 (1040,8–1403,0)	1312,4 (1246,3–1551,5)	1357,0 (1229,0–1491,6)	$p_{1-2} = 0,038$ $p_{1-3} = 0,11$ $p_{2-3} = 0,46$
GS (ммоль/л)	912,95 (843,5–1100,5)	1083,1 (906,3–1106,0)	1158,4 (1089,0–1200,0)	$p_{1-2} = 0,042$ $p_{1-3} = 0,001$ $p_{2-3} = 0,09$
GSSG (ммоль/л)	120,2 (85,0–185,4)	136,4 (78,2–195,0)	88,0 (63,9–95,5)	$p_{1-2} = 0,046$ $p_{1-3} = 0,007$ $p_{2-3} = 0,003$
GS/GSSG	6,9 (4,6–8,5)	6,8 (4,6–10,6)	12,5 (11,2–21,3)	$p_{1-2} = 0,78$ $p_{1-3} = 0,001$ $p_{2-3} = 0,011$
GPx (4171–10881 Ед/л)	6910 (5494,0–8548,5)	8569 (6293,5–9286,5)	9720 (6870,5–9890,4)	$p_{1-2} = 0,039$ $p_{1-3} = 0,021$ $p_{2-3} = 0,42$
SOD (164–240 Ед/мл)	228 (195–303)	228 (195–285)	230 (195–280)	$p_{1-2} = 0,48$ $p_{1-3} = 0,46$ $p_{2-3} = 0,39$

Примечание: p – достоверность различий показателей между группами работающих.

В группах 1 и 2 было отмечено повышенное содержание GSSG, в результате величина отношения восстановленного глутатиона к окисленному (GS/GSSG) снижалась в два раза относительно ее величины в группе сравнения ( $p_{1-3} = 0,001$ ;  $p_{2-3} = 0,011$ ). У некоторых лиц концентрация GSSG достигала 200–300 ммоль/л, а коэффициент GS/GSSG уменьшался до 3,8 – 4,9. Анализ ферментативного звена антиоксидантной системы показал, что активность глутатионпероксидазы (GPx) в крови у лиц, находящихся в условиях воздействия комплекса химических и физи-

ческих факторов, была ниже, чем у лиц, работающих в условиях воздействия только физических факторов ( $p_{1-2} = 0,039$ ). Средняя активность SOD была одинаковой в обеих группах ( $p_{1-2} = 0,48$ ), однако в 1-й группе низкая активность данного фермента (менее 164 Ед/л) была выявлена у 13,0 % обследованных, во 2-й – только у 6,0 %.

В табл. 2 и 3 представлены результаты исследований показателей ОС и АОС сыворотки крови у работающих в зависимости от вида вредных производственных факторов.

Таблица 2

Частота уровней ОС и его количественная характеристика у работающих в зависимости от вида вредных производственных факторов  
(%,  $Med \pm IQR$  (25–75 %)).

Уровень ОС, статистические показатели	Группа обследованных		
	1-я (комплекс химических и физических факторов), $n = 46$	2-я (физические факторы), $n = 16$	3-я (группа сравнения), $n = 21$
	ОС, %		
Низкий	4,40	0,00	28,40
Средний	26,10	18,80	17,90
Высокий	69,50	81,20	53,70
	ОС, мкмоль/л		
Медиана	441,75	482,05	355,70
25%-ный квартиль	309,40	323,40	178,00
75%-ный квартиль	582,60	741,00	480,00
$p$	$p_{1-2} = 0,19; p_{2-3} = 0,044; p_{1-3} = 0,043$		

Примечание:  $p$  – достоверность различий показателей ОС между разными группами работающих.

Таблица 3

Частота уровней АОС и их количественная характеристика у работающих в зависимости от влияния вредных производственных факторов  
(%,  $Med \pm IQR$  (25–75 %)).

Уровень АОС, статистические показатели	Группа обследованных		
	1-я (комплекс химических и физических факторов), $n = 46$	2-я (физические факторы), $n = 16$	3-я (группа сравнения), $n = 21$
	АОС, %		
Низкий	47,80	31,20	35,20
Средний	28,30	50,00	47,80
Высокий	23,90	18,80	17,00
	АОС, мкмоль/л		
Медиана	280,80	297,25	288,30
25%-ный квартиль	258,20	276,95	263,05
75%-ный квартиль	323,00	316,25	321,10
$p$	$p_{1-2} = 0,21; p_{2-3} = 0,37; p_{1-3} = 0,31$		

Примечание:  $p$  – достоверность различий показателей АОС между разными группами работающих.

Представленные результаты показали, что у работающих во вредных условиях труда уровень ОС был выше, чем у лиц группы сравнения, и не зависел от вида вредных факторов ( $p_{1-2} = 0,19$ ). Доля лиц с высоким уровнем ОС на 15,8 % в 1-й группе и на 27,5 % во 2-й превышала таковую в группе сравнения. Низкий уровень ОС констатировался только у 4,4 % лиц 1-й группы, в то время как в группе сравнения он наблюдался у 28,4 % обследуемых. Количество пероксидов в сыворотке обеих групп превышало их содержание в группе сравнения ( $p_{2-3} = 0,044$ ;  $p_{1-3} = 0,043$ ). Различий в уровнях АОС между тремя обследуемыми группами не наблюдалось.

**Выводы.** Таким образом, проведенные исследования показали, что у работающих в условиях воздействия химических и физических факторов наблюдаются негативные изменения в антиоксидантной системе организма, более выраженные у лиц, контактирующих с комплексом химических и физических факторов производственной среды. Низкий уровень глутатиона при высоком окислительном стрессе и низкая активность SOD, наблюдаемые нами у работающих, являются крайне неблагоприятным прогностическим признаком для организма и служат патогенетическим звеном в развитии ряда заболеваний, в том числе и профессиональных. Глутатион и его ферментные системы (в частности GPx) в качестве важнейших антиоксидантов принимают участие в метаболизме и обезвреживании многих токсических веществ и защите клеток от повреждений, вызванных окислительным стрессом [5].

К сожалению, определение рассмотренных показателей не является обязательным при обследовании лиц, работающих в условиях вредных производственных факторов. По нашим данным, в перечень показателей углубленных периодических медицинских осмотров при обследовании лиц, контактирующих с комплексом вредных производственных факторов, особенно химических, целесообразно включать биомаркеры системы антиоксидантной защиты, а именно системы глутатиона и оксидативного стресса. Это даст возможность на донозологической стадии выделять группу лиц с повышенным риском развития заболеваний для проведения профилактических мероприятий, направленных на укрепление и повышение антиоксидантной защиты организма.

### Список литературы

1. Обоснование биомаркеров экспозиции и эффекта в системе доказательств применения вреда здоровью при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, К.П. Лужецкий, С.В. Клейн // Вестник Пермского университета. – 2016. – Т. 4. – С. 374–378.
2. Braun J.M. What can epidemiological studies tell us about the impact of chemical mixtures on Human Health? / J.M. Braun, C. Gennings, R. Hauser, T.F. Webster // Environmental Health Perspectives. – 2016. – Vol. 124, № 1. – P. 6–9. DOI: 10.1289/ehp.1510569
3. Emerging regulatory paradigms in glutathione metabolism / Y. Liu, A.S. Hyde, M.A. Simpson, J.J. Barycki // Advances in Cancer Research. – 2014. – № 122. – P. 69–101.
4. Giustarini D. Anethole dithiolethione lowers the homocysteine and raises the glutathione levels in solid tissues and plasma of rats: a novel non-vitamin homocysteine-lowering agent / D. Giustarini, P. Fanti, A. Sparatore, E. Matteucci, R. Rossi // Biochemical Pharmacology. – 2014. – № 89. – P. 246–254. DOI: 10.1016/j.bcp.2014.03.005
5. Guilford F.T., Hope J. Deficient glutathione in the pathophysiology of mycotoxin-related illness // Toxins. – 2014. – № 6 (2). – P. 608–623.

## О состоянии условий труда и надзоре за промышленными предприятиями в Пермском крае

**В.Г. Костарев, Д.М. Шляпников**

Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю,  
г. Пермь, Россия

Изложены результаты применения принципов риск-ориентированного подхода к осуществлению государственного санитарно-эпидемиологического надзора. При оценке результатов плановых контрольно-надзорных мероприятий в отношении промышленных предприятий одного вида экономической деятельности установлена возможность обоснованного снижения периодичности плановых проверок в отношении юридического лица, соблюдающего требования санитарного законодательства.

**Ключевые слова:** гигиена труда, риск-ориентированный надзор, условия труда, вредные производственные факторы.

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения при одновременном снижении издержек, устранении избыточных административных барьеров для деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, повышении результативности деятельности органов государственного контроля (надзора) относится к важнейшим направлениям совершенствования государственной политики Российской Федерации. В целом деятельность контрольно-надзорных органов должна быть переориентирована на предупреждение и профилактику нарушений [5].

В сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в течение последних лет все шире используется методология оценки рисков [7]. В плановую работу органов Роспотребнадзора внедрена модель риск-ориентированной контрольно-надзорной деятельности. Принятая модель включает в себя систему оценки потенциальной опасности объектов, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору и надзору в сфере защиты прав потребителей, на основе учета критериев риска причинения вреда здоровью человека [1–4]. Федеральный закон № 294-ФЗ от 26.12.2008 г. «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», Постановление Правительства РФ № 806 от 17 августа 2016 г. «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора)» закрепляют определенные принципы построения риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, которые состоят в том, что:

- частота плановых проверок юридических лиц и/или индивидуальных предпринимателей определяется классом опасности или категорией риска;
- критерии отнесения объектов государственного контроля (надзора) к категориям риска должны учитывать вероятность несоблюдения юридическими лицами (ЮЛ) и индивидуальными предпринимателями (ИП) обязательных требований в поднадзорной сфере и тяжесть потенциальных негативных последствий возмож-

ного несоблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями данных требований;

– оценка тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения ЮЛ и ИП обязательных требований проводится с учетом возможной степени тяжести потенциальных случаев причинения вреда и масштаба распространения потенциальных негативных последствий.

При формировании реестра ЮЛ и ИП, в отношении которых предусматривается осуществление федерального санитарно-эпидемиологического надзора на основе риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, и осуществлении категорирования по величине риска причинения вреда здоровью учитывалась вероятность нарушений конкретных требований к показателям безопасности и тяжесть последствий, которые доказанно ассоциированы с этими нарушениями.

С 2016 по 2018 г. доля объектов третьей группы, наиболее неблагоприятной в отношении развития профессиональных заболеваний, сохраняется на одном уровне – 11,7 %. Вместе с тем по информации Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю доля работников, занятых во вредных условиях труда (до 2014 г. – в условиях, не отвечающих гигиеническим условиям труда), за последние десять лет увеличилась на 11,9 % и составила в 2017 г. – 45,6 % [6] (рис. 1).

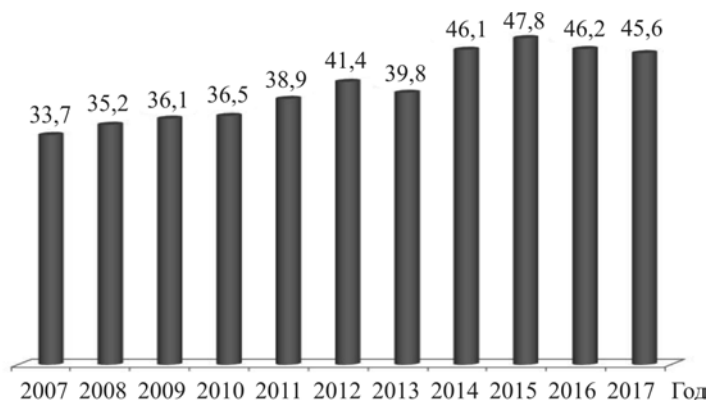


Рис. 1. Удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в процентах от общей численности работников организаций; на конец года)

В отдельных видах экономической деятельности в 2017 г. (добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, строительство) этот показатель достигает 56 %. Основными причинами неудовлетворительных условий труда на предприятиях остается несовершенство технологических процессов, конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов, несовершенство рабочих мест (рис. 2).

Длительное и сверхнормативное воздействие на организм работников факторов производственной среды, превышающих гигиенические нормативы, является причиной возникновения профессиональной патологии. При этом в Пермском крае с 2015 г. показатель профессиональной заболеваемости на 10 тысяч работающих регистрируется ниже такового по Российской Федерации (табл. 1).

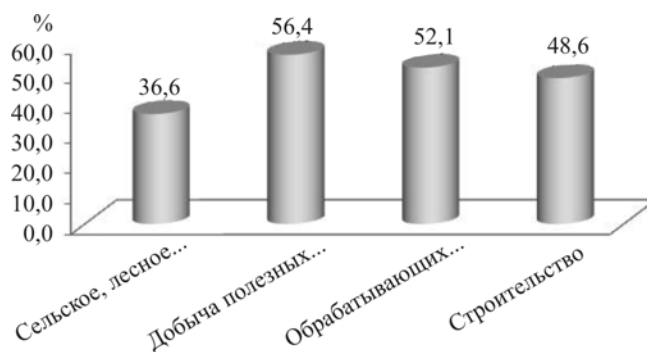


Рис. 2. Удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (на конец года; в процентах от общей численности работников соответствующего вида экономической деятельности)

Т а б л и ц а 1

Показатели профессиональной заболеваемости (на 10 тысяч работающих)

Территория	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Пермский край	1,4	1,2	1,1
РФ	1,7	1,5	1,3

При распределении профессиональной патологии по видам экономической деятельности наиболее высокий уровень заболеваемости регистрируется на предприятиях, относящихся к разделам «Добыча полезных ископаемых» (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Показатели профессиональной заболеваемости в разрезе отдельных видов экономической деятельности (на 10 тысяч работающих)

Вид экономической деятельности	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Раздел «Добыча полезных ископаемых»	9,0	5,35	3,94
Раздел «Обрабатывающие производства»	3,5	2,9	2,69
Раздел «Транспорт и связь»	4,25	2,46	2,39
Раздел «Здравоохранение»	0,21	1,04	0,14

Гигиеническая характеристика промышленных предприятий учитывалась при осуществлении категорирования по величине риска причинения вреда здоровью. Категорирование по величине риска было выполнено в соответствии с МР 5.1.0116-17. «Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий».

Промышленным объектам были присвоены категории риска от низкого до чрезвычайно высокого, что предполагает проведение плановых контрольно-надзорных мероприятий с различной периодичностью и объемом лабораторного сопровож-

дения: для категории чрезвычайно высокого риска – один раз в календарном году (расширенный объем лабораторно-инструментальных исследований); для категории высокого риска – один раз в 2 года (полный объем лабораторно-инструментальных исследований); для категории значительного риска – один раз в 3 года (полный объем лабораторно-инструментальных исследований); для категории среднего риска – не чаще чем один раз в 4 года (минимально достаточный объем лабораторно-инструментальных исследований); для категории умеренного риска – не чаще чем один раз в 6 лет (минимально достаточный объем лабораторно-инструментальных исследований); для отнесенных к категории низкого риска – плановые проверки не проводятся<sup>1</sup>. При этом законодательством предусмотрена возможность изменения категорий риска и соответствующей периодичности проверок<sup>2</sup>.

По результатам категорирования риска в 2017 г. промышленные объекты были распределены следующим образом: к категории высокого риска были отнесены 29 субъектов (0,68 %), значительного риска – 901 (21,02 %), среднего риска – 806 (18,80 %), умеренного риска – 2444 (57,10 %), низкого риска – 103 (2,40 %).

Наибольшее число субъектов, отнесенных к категории высокого риска, отмечено на предприятиях по добыче полезных ископаемых (58,62 % от всех промышленных субъектов высокого риска). Все субъекты данной категории риска установлены на предприятиях одного вида экономической деятельности – «предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых». Среди промышленных предприятий, относящихся к разделам «Добыча полезных ископаемых», наиболее крупными являются три промышленных предприятия: предприятие по добыче и переработке (обогащению) хромитовых руд, предприятие по добыче минерального сырья и предприятие сегмента «Геологоразведка, добыча нефти и газа».

В отношении данных промышленных предприятий, отнесенных к категории высокого риска, в 2017 г. были проведены плановые контрольно-надзорные мероприятия. Результаты проведенных мероприятий по контролю показали различия в нарушениях ст. 25 Федерального закона № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» («Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда») и возможной степени тяжести потенциальных случаев причинения вреда. Так, на предприятии по добыче и переработке (обогащению) хромитовых руд и предприятии по добыче минерального сырья установлено несоответствие гигиеническим нормативам уровней физических факторов; нарушены обязательные требования к исследованиям содержания в воздухе рабочей зоны вредных химических веществ, в том числе канцерогенных веществ; дополнительно на предприятии по добыче и переработке (обогащению) хромитовых руд нарушаются обязательные требования к организации прохождения предварительного и периодического медицинских осмотров.

---

<sup>1</sup> МР 5.1.0116-17. Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий. – М., 2017.

<sup>2</sup> Постановление Правительства РФ № 476 от 05.06.2013 г. (ред. от 18.08.2018) «О вопросах государственного контроля (надзора) и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.03.2019).



На предприятии сегмента «геологоразведка, добыча нефти и газа» установлены только нарушения обязательных требований к условиям труда административно-управленческого персонала. При этом в течение проверки нарушения были устранены.

Данные факты свидетельствуют о различном отношении юридических лиц к устранению выявленных нарушений санитарного законодательства Российской Федерации.

Следует отметить, что за период 2015–2017 гг. на предприятии по добыче и переработке (обогащению) хромитовых руд и предприятии по добыче минерального сырья зарегистрированы случаи профессиональных заболеваний: на предприятии по добыче и переработке (обогащению) хромитовых руд – 16 случаев; на предприятии по добыче минерального сырья – 5. На предприятии сегмента «Геологоразведка, добыча нефти и газа» случаи профессиональных заболеваний за данные период не зарегистрированы.

Одной из задач риск-ориентированного подхода является стимулирование субъектов надзора к соблюдению требований санитарного законодательства через возможность обоснованного снижения периодичности плановых проверок. Анализ показателей нарушений обязательных требований и назначенных административных наказаний позволил выполнить корректировку распределения выбранных субъектов надзора по категориям риска в 2018 г. Так, согласно критериям вероятности возможного несоблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями обязательных требований<sup>1</sup>, предприятие сегмента «Геологоразведка, добыча нефти и газа» отнесено к категории меньшего риска: из категории высокого риска (2-й класс (категория) риска) в категорию значительного риска (3-й класс (категория) риска) с уменьшением кратности проведения плановых проверок до одного раза в 3 года. Предприятия по добыче и переработке (обогащению) хромитовых руд и по добыче минерального сырья остались в категории высокого риска (2-й класс (категория) риска), кратность осуществления плановых проверок осталась неизменной – один раз в 2 года.

Таким образом, применение риск-ориентированного подхода к осуществлению государственного санитарно-эпидемиологического надзора в целом позволяет выполнять ранжирование ЮЛ с учетом санитарно-эпидемиологического состояния в сфере соблюдения обязательных требований к условиям труда для задач корректного планирования мероприятий по контролю на основе оценки риска причинения вреда здоровью.

### Список литературы

1. Концептуальные и методические аспекты повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности на основе оценки опасности объекта с позиций риска причинения вреда здоровью населения / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, А.С. Сбоев, Е.Е. Андреева // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 12 (261). – С. 4–7.

2. Методические подходы к оценке результативности и экономической эффективности риск-ориентированной контрольно-надзорной деятельности Роспотреб-

<sup>1</sup> Постановление Правительства РФ № 476 от 05.06.2013 г. (ред. от 18.08.2018) «О вопросах государственного контроля (надзора) и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).

надзора / Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 4–13.

3. Методические подходы к расчету фактических и предотвращенных медико-демографических и экономических потерь, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 7. – С. 95–99.

4. О внедрении риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорную деятельность управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю / Д.В. Горяев, В.В. Черненко, И.В. Тихонова, Р.В. Федорев // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 1. – С. 96–102.

5. Соломай Т.В. Риск-ориентированный и профилактический надзор в области санитарно-эпидемиологического благополучия // Санэпидконтроль. Охрана труда. – 2018. – № 3. – С. 18–28.

6. Статистический ежегодник Пермского края [Электронный ресурс]. – URL: <http://permsso.gks.ru:8081/bgd/ejegod1157/main.htm> (дата обращения: 08.04.2019).

7. Чаплинский А.В., Плаксин С.М. Управление рисками при осуществлении государственного контроля в России // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2016. – № 2. – С. 7–29.

## **Групповой избыточный риск потерь слуха от шума. Определение и оценка**

**Н.Н. Курьеров, Л.В. Прокопенко,  
А.В. Лагутина, Е.С. Почтарева**

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова»,  
г. Москва, Россия

Профилактика сенсоневральной тугоухости должна базироваться на математических моделях и расчетных методах для прогнозирования изменения порогов слуха (ПС). Существует острая необходимость в количественных методах определения риска здоровью при действии шума выше 80 дБА. Разработана технология определения ПС по модели третьей редакции стандарта ИСО 1999 для процентилей популяции 1–99 % с шагом в 1 %. Определены исходные данные и рассчитаны основные показатели группового риска потерь слуха на уровнях критериев диагностики сенсоневральной тугоухости (СНТ). Анализ показателей риска выявил, что наилучшим образом для оценки профессионального риска потерь слуха при действии шума отвечает избыточный риск. Разработанная технология позволяет определить величину группового избыточного риска.

**Ключевые слова:** профессиональный риск, избыточный риск потери слуха.

Более 50 лет учеными разных стран предпринимались попытки разработать математические модели и расчетные методы для прогнозирования изменения порогов слуха (ПС) с возрастом и при действии шума на орган слуха [15, 16, 22–30, 32].

Результатом этих работ явилась разработка серий международных стандартов ISO 7029 и ISO 1999, выпускаемых в разные годы, последние редакции этих стандартов были изданы в 2017 и 2013 г. соответственно. Положения этих стандартов действуют в нашей стране с принятием ГОСТ Р ИСО 7029-2011 «Акустика. Статистическое распределение порогов слышимости в зависимости от возраста человека» и ГОСТ Р ИСО 1999-2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» [3, 4].

Принципиальные положения этих стандартов следующие:

- ◆ для какого-либо **конкретного человека** нельзя однозначно определить, какая часть наблюдаемой потери слуха (*HL*) обусловлена возрастом и какая часть может быть вызвана другими факторами, например, шумом;

- ◆ определяемые величины могут использоваться для оценки ПС **определенного человека** по отношению к их **статистическому распределению** для группы людей с одинаковым полом, возрастом, стажем работы и стажевой экспозицией шума.

В нашей стране также проводились исследования в этом направлении, в результате чего были разработаны и приняты методические рекомендации, где приведены общие принципы сбора информации, некоторые показатели эпидемиологической статистики и формулы для их расчета, применяемые для определения категорий профессионального риска (ПР) по классам условий труда и индексу профзаболеваний, расчету статистических показателей по данным периодических медицинских осмотров [6, 9]. Но ни один документ не приводит четкого алгоритма расчета величины ПР для шумового фактора. В руководстве [8] описан метод расчета «вероятности» ПС на речевых частотах (среднее арифметическое значение для частот 0,5, 1,0 и 2,0 кГц, связанного с возрастом и шумом, для популяции, подверженной шуму, по модели второй редакции стандарта ИСО 1999.2 (1990) [18], и порядок оценки *HL* по результатам аудиометрического исследования по критериям ГОСТ 12.4.062-78 [2]. Фактически, в этом руководстве термин «вероятность» соответствует понятию «абсолютный риск», принятому в эпидемиологии.

Модель стандарта ИСО 1999.3 (2013) [19] позволяет определить вероятные ПС для определенных квантилей популяции в зависимости от пола, возраста, стажа работы и стажевой экспозиции шума. Возможно решение и обратной задачи: определение порогов слуха для различных квантилей (процентилей) популяции в зависимости от пола, возраста, стажа и стажевой экспозиции шума.

В эпидемиологической статистике [12] этот показатель называется добавочным или атрибутивным риском. В англоязычной литературе используется термин **Excess risk** [13, 20, 21, 31] – избыточный риск (*ER*) [5].

Для разных аудиометрических частот и их комбинаций ПС, соответственно рассчитанные значения квантиля (процентила) популяции, могут быть различны. В качестве оценочного параметра возможно принять средний бинауральный ПС на частотах 0,5; 1,0 и 2,0 кГц как интегральный показатель с хорошей пригодностью для прогнозирования [10] и соответствующих критериев диагностики сенсоневральной тугоухости (СНТ) для этой комбинации частот. Возможно использование другой комбинации аудиометрических частот, например 0,5; 1,0; 2,0 и 4,0 кГц [11], с применением соответствующих критериев СНТ, а также других комбинаций или отдельных аудиометрических частот.

Определяемая величина группового *ER* будет справедлива для части популяции с одинаковым полом, возрастом, стажем работы и стажевой экспозиции шума.

**Цель работы** – определение группового избыточного риска потерь слуха ( $ER_{HL}$ ) при действии шума с использованием модели третьей редакции стандарта ИСО 1999.

**Задачи:**

- ◆ разработка технологии расчета порогов слуха для различных квантилей (процентилей) подверженных и не подверженных действию шума групп популяции различного возраста, стажа работы по модели третьей редакции стандарта ИСО 1999 для мужчин и женщин;
- ◆ определение процентилей групп подверженных и не подверженных действию шума на уровнях критериев СНТ;
- ◆ расчет группового избыточного риска на критериальных уровнях ПС для части популяции с одинаковым полом, возрастом, стажем работы и стажевой экспозиции шума.

**Материалы и методы.** Технология реализации расчетного метода определения ПС основана на модели третьей редакции стандарта ИСО 1999 и в зависимости от пола, возраста, стажа и стажевой экспозиции шума реализована в виде таблиц MS Excell, включающих в себя разделы, содержащие расчетные коэффициенты, формулы расчета возрастных изменений ПС и их изменений при действии шума для различных процентилей популяции мужчин и женщин, критериальные величины и результаты расчетов в численном и графическом виде [7].

Для решения второй поставленной задачи, с использованием расширенного диапазона множителя, соответствующего нормальному распределению, был произведен расчет общих изменений ПС в диапазоне процентилей 1–99 % популяции при различном возрасте/стаже при действии шума различных уровней с шагом в 1 %. Далее определялись процентили популяции подверженных ( $Q_{п}$ ) и не подверженных ( $Q_{нп}$ ) действию шума на критериальных уровнях потерь слуха ( $Cr_{HL}$ ) 11 и 21 дБ, соответствующих критериям диагностики потерь слуха 1-й и 2-й степеней по [4], и соответствующие показатели риска (абсолютный риск, относительный риск), в том числе и групповой избыточный риск  $ER_{11}$  и  $ER_{21}$  (рис. 1).

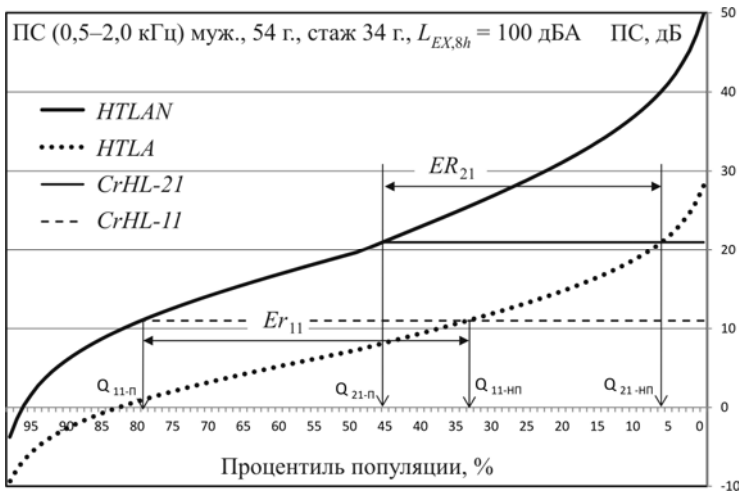


Рис. 1. Определение процентилей популяции мужчин в возрасте 54 лет со стажем работы 34 года, не подверженных и подверженных действию шума 100 дБА, на критериальных уровнях 11 и 21 дБ, и группового  $ER_{HL}$

Рассчитанные величины характеризуют групповой  $ER_{HL}$  для соответствующей степени СНТ.

Расчеты  $ER_{HL}$  для частот 0,5; 1,0 и 2,0 кГц показали следующие результаты:

$$ER_{11} = 46 \%, ER_{21} = 40 \%$$

Аналогичные расчеты  $ER_{HL}$  на частоте 4 кГц на  $CrHL$  для признаков  $HL$  (21 дБ) и потерь слуха 1-й и 2-й степени (41 и 66 дБ соответственно) по [2] дают следующий результат:

$$ER_{21} = 40 \%, ER_{41} = 64 \%, ER_{66} \approx 30 \%$$

Величина  $ER_{66}$  не может быть корректно определена, так как процентиль популяции с возрастными изменениями слуха на критериальном уровне 66 дБ будет менее 1 %. При определении величин множителя, соответствующих нормальному распределению для процентилей популяции менее 1 %, эта величина может быть рассчитана.

Рассчитанные величины характеризуют групповой  $ER_{HL}$  для соответствующей степени СНТ.

Расчеты  $ER_{HL}$  для частот 0,5; 1,0 и 2,0 кГц показали следующие результаты.

При использовании комбинации аудиометрических частот 0,5–4,0 кГц и  $CrHL$  по [11] для признаков потерь слуха (11 дБ) и потерь слуха 1-й и 2-й степени (26 и 41 дБ соответственно) и 35 дБ по [24] величины  $ER_{HL}$  в этой группе составляют:

$$ER_{11} = 42 \%, ER_{26} = 51 \%, ER_{35} > 35 \%, ER_{41} \approx 23 \%$$

Величина  $ER_{41}$  для этой группы по этому показателю ПС точно не определяется.

Использование технологии расчетов связанных таблиц и графиков в процессоре MS Excell позволяет при внесении в соответствующие поля исходных данных о возрасте, стаже работы, стажевой экспозиции и величин ПС на стандартных аудиометрических частотах определенного человека (мужчины или женщины) практически в реальном времени получить необходимые результаты в числовом и графическом виде. На настоящем этапе работы технология позволяет рассчитать величины группового  $ER_{HL}$  для частоты 4 кГц на  $CrHL$  21, 41 и 66 дБ на комбинациях частот 0,5–2,0 кГц на  $CrHL$  11 и 21 дБ и 0,5–4,0 кГц на  $CrHL$  11, 26, 35 и 41 дБ.

При необходимости расчетные таблицы могут быть дополнены такими возможностями, как, например, расчетом  $ER_{HL}$  на каждой аудиометрической частоте в диапазоне 0,5–6,0 кГц, (т.е. в пределах ограниченных моделью стандарта ИСО 1999-3) и для любых комбинаций этих частот. Некоторые особенности таблиц MS Excell и различия в величинах расчетных коэффициентов и алгоритме расчетов для мужчин и женщин и для лиц с возрастом менее 30 лет вызвали необходимость о вводе исходных данных и выводе результатов расчетов в отдельные поля и графики.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты расчетов величин группового  $ER_{HL}$  при действии шума различных уровней для нескольких критериев СНТв различных возрастных группах представлены в табл. 1–3.

По результатам расчетов выявлена сильная прямая корреляционная связь зависимости  $ER_{HL}$  на частотах 0,5–2,0 кГц с уровнем шумовой экспозиции ( $r_L = 0,83–0,99$ ) для всех  $CrHL$ , и с возрастом для  $CrHL$  11 и 21 дБ ( $r_Y = 0,78–0,99$ ) во всем диапазоне уровней шумовой экспозиции.

Таблица 1

Величины  $ER_{HL}$  (%) на речевых частотах (0,5–2,0 кГц) при действии шума,  $CrHL = 5, 11$  и  $21$  дБ (по [2] – признаки ПС, СНТ 1-й степени, СНТ 2-й степени соответственно)

Критерий ПС		5 дБ, признаки ПС				11 дБ, СНТ 1-й степени				21 дБ, СНТ 2-й степени			
Стажевая экспозиция, дБА		85	90	95	100	85	90	95	100	85	90	95	100
Возраст/ стаж, лет	25/5	1	5	12	23	1	4	12	26	0	0	1	9
	30/10	1	5	14	31	1	5	14	31	0	0	2	14
	40/20	2	7	21	40	2	7	20	44	1	2	7	27
	50/30	2	8	21	35	2	8	21	47	1	3	13	37
	60/40	2	7	15	24	2	7	22	41	1	5	17	42

Таблица 2

Величины  $ER_{HL}$  (%) на частоте 4,0 кГц при действии шума,  $CrHL = 21, 41$  и  $66$  дБ (по [2] – признаки ПС, СНТ 1-й степени, СНТ 2-й степени соответственно)

Критерий ПС		21 дБ, признаки ПС				41 дБ, СНТ 1-й степени				66 дБ, СНТ 2-й степени			
Стажевая экспозиция, дБА		85	90	95	100	85	90	95	100	85	90	95	100
Возраст/ стаж, лет	25/5	4	15	34	55	0	0	1	10	0	0	0	0
	30/10	10	29	57	79	0	0	9	34	0	0	0	1
	40/20	15	36	60	74	2	8	27	56	0	0	0	8
	50/30	15	31	44	51	7	19	40	67	0	1	6	22
	60/40	9	16	22	26	2	7	22	41	1	5	17	42

Таблица 3

Величины  $ER_{HL}$  (%) на частотах (0,5–4,0 кГц) при действии шума,  $CrHL = 11, 26$  и  $41$  дБ (по [11] – признаки ПС, СНТ 1-й степени, СНТ 2-й степени соответственно)

Критерий ПС		11 дБ, признаки ПС				26 дБ, СНТ 1-й степени				41 дБ, СНТ 2-й степени			
Стажевая экспозиция, дБА		85	90	95	100	85	90	95	100	85	90	95	100
Возраст/ стаж, лет	25/5	4	11	22	38	0	0	1	10	0	0	0	0
	30/10	6	15	30	52	0	0	4	19	0	0	0	1
	40/20	8	19	37	58	1	4	13	36	0	0	0	7
	50/30	7	18	34	48	3	9	23	48	0	0	3	17
	60/40	6	14	23	31	5	12	27	52	1	3	11	30

Зависимость  $ER_{HL}$  на частотах 0,5–2,0 кГц от возраста для  $CrHL = 5$  дБ имеет сильную прямую связь на уровнях шумовой экспозиции 85 и 90 дБА ( $r_Y = 0,82–0,86$ ), далее она снижается, при  $L_{A,EX,8,ст} = 95$  дБ –  $r_Y = 0,45$  и при  $L_{A,EX,8,ст} = 100$  дБ –  $r_Y = 0,05$ . Это объяснимо тем, что риск формирования СНТ 1-й и 2-й степеней при  $L_{A,EX,8,ст} > 90$  дБ значительно повышается, соответственно доля случаев ПС на уровне признаков снижается.

Для частоты 4 кГц корреляционная связь зависимости  $ER$  с уровнем шумовой экспозиции сильная прямая ( $r_L = 0,78–0,99$ ) для всех  $CrHL$ , и с возрастом для  $CrHL 41$  и  $66$  дБ ( $r_Y = 0,74–0,98$ ) также во всем диапазоне уровней шумовой экспозиции.

Зависимость  $ER_{HL}$  от возраста для  $CrHL = 11$  дБ имеет среднюю связь при  $L_{A,EX,8,ст} = 85$  дБ ( $r_Y = 0,44$ ), при более высоких уровнях шума и возрасте более 50 лет она становится обратной ( $r_Y = -0,02...-0,72$ ). Это говорит о том, что риск

формирования  $HL$  соответствующих СНТ 1-й степени, при  $L_{A,EX,8,ст} > 85$  дБ выше, чем для признаков действия шума.

Связь зависимости  $ER_{HL}$  на частотах 0,5–4,0 кГц с уровнем шумовой экспозиции также сильная прямая ( $r_L = 0,77–0,99$ ) для всех  $CrHL$ , и с возрастом для  $CrHL = 26, 41$  и  $35$  дБ ( $r_Y = 0,74–0,99$ ) во всем диапазоне уровней шумовой экспозиции. Для  $CrHL = 11$  дБ связь меняется от средней прямой на 85 дБА  $r_Y = 0,46$ , до средней обратной на 100 дБА  $r_Y = -0,35$ . Невысокая степень связи зависимости  $ER_{HL}$  для критериев ПС соответствующих признакам действия шума как на частоте 4 кГц, так и для частот 0,5–4,0 кГц может говорить о том, что или критерии признаков выбраны неверно или сами показатели имеют значительную вариабельность, что говорит о несовершенстве оценки  $HL$  по этим показателям по сравнению с оценкой, основанной на речевых частотах [1, 8].

Выбор величины  $ER$  для оценки риска  $HL$  от шума имеет определенные преимущества перед другими показателями риска, такими как относительный риск ( $RR$ ) и этиологическая доля. С возрастом, несмотря на растущие абсолютные потери слуха, доля возрастных ПС в общей картине возрастает, соответственно величина  $RR$  падает, несмотря на растущие  $HL$  (рис. 2).

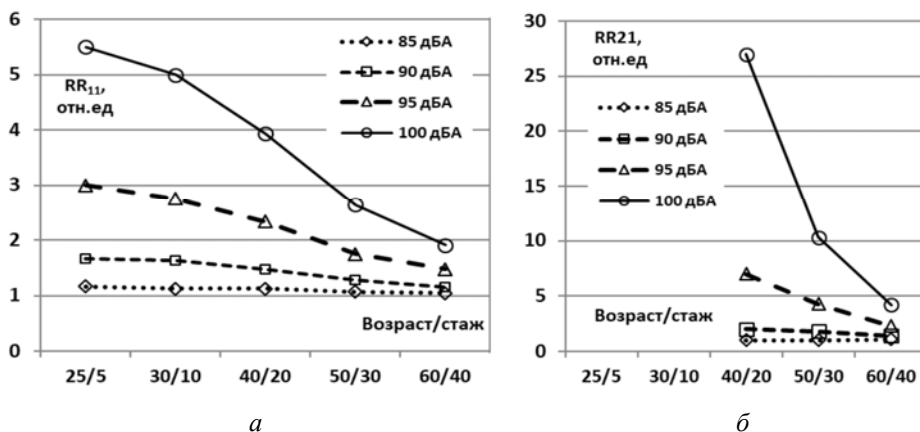


Рис. 2. Изменение величины  $RR_{HL}$  с возрастом при действии шума различных уровней: *а* – для критериального уровня 11 дБ; *б* – для критериального уровня 21 дБ

По шкале, предложенной [9] для оценки степени причинно-следственной связи с работой по показателю относительного риска, мы не можем установить профессиональное заболевание (СНТ) у работника 60 лет, проработавшего 40 лет в шуме 100 дБА, так как величина  $RR$  будет меньше 5, а вот для 50-летнего и 40-летнего сможем.

Следовательно, относительный риск непригоден для оценки степени причинно-следственной связи с работой в случае действия шума, возможно из-за того, что потеря слуха имеет двухфакторную природу – от возраста и шума, а зависимость роста потерь слуха от каждого фактора разная.

Величина  $ER$  для оценки риска потерь слуха при действии шума в настоящее время считается более приемлемой [13, 20, 31].

Величина  $ER$  зависит от результатов измерений шумовой экспозиции, выполненных с применением различных методов измерения. В настоящее время устоялось мнение, что наиболее адекватной величиной для оценки риска  $HL$  является усредненный по стажу эквивалентный уровень звука  $A$  за 8-часовую рабочую смену, т.е. стажевая экспозиция. Существенную роль имеет модель для расчетов возрастных изменений слуха и их потерь при действии шума. Кроме того, на величину  $ER$  будет влиять принятый для определения ПС набор аудиометрических частот и величина  $CrHL$  для определения тугоухости [13, 20, 21, 31]. За рубежом, в зависимости от целей, в том числе для оценки избыточного риска потерь слуха и риска ухудшения разборчивости речи, используются другие показатели и критерии (табл. 4).

Таблица 4

Параметры и критерии диагностики сенсоневральной тугоухости и оценки риска за рубежом

Франция: перечень профзаболеваний [24] (2003)	NIOSH, 1972 г. [21]	OSHA, 1997 г. [21]	NIOSH, 1997 г. [21]	ACGIH, 2006 г. [21]	ILO – 2013 г., Руководство по профотбору [17]
Профессиональная тугоухость > 35 дБ	Критерий оценки избыточного риска 25 дБ			Критерий для оценки вредного действия шума	Критерий для оценки состояния слуха
<i>Средний бинауральный порог слуха на частотах</i>					
0,5; 1,0; 2,0 и 4,0 кГц	0,5; 1,0; и 2 кГц	1,0; 2,0 и 3,0 кГц	1,0; 2,0; 3,0 и 4,0 кГц	0,5; 1,0; 2,0, и 3,0 кГц	0,5; 1,0; 2,0, и 3,0 кГц
> 35 дБ	25 дБ	25 дБ	25 дБ	NITPS > 2 дБ, возраст/стаж 60/40 лет	HTLAN > 30 дБ

Величина  $ER_{HL}$  становится более чувствительной при использовании в показателе потерь слуха аудиометрических частот 3 и 4 кГц. На этих частотах потери слуха происходят раньше и имеют большие величины, чем на частотах 0,5; 1,0 и 2,0 кГц.

Некоторые результаты определения  $ER_{HL}$  по зарубежным источникам приведены в табл. 5.

Таблица 5

Сравнение оценок группового избыточного риска по разным источникам для 60-летних мужчин, работавших 40 лет в шуме разного уровня

Уровень стажевой экспозиции, $L_{A,EX,8,ст}$ , дБА	Избыточный риск (%), определенный для среднего бинаурального порога слуха на частотах 0,5; 1,0; 2,0 кГц по критерию потерь слуха 25 дБ				
	NIOSH (1972) [21]	ISO 1999 (1971) [21]	NIOSH (1978) [21]*	ISO 1999 (2013)	ISO 1999 (2013)**
80	3	0	1	0	1
85	15	10	8	1	5
90	29	21	25	4	12
95	43	29		14	27
100				37	52

Примечание: \* – в исследовании [24] применялся набор аудиометрических частот 1, 2, 3 и 4 кГц; \*\* – в исследовании применялся набор аудиометрических частот 0,5; 1,0; 2,0 и 4,0 кГц.



Использование в показателе потерь слуха частот 4 и 6 кГц даст возможность оценки риска ранних изменений ПС [20].

Возможно, что для различных целей прогнозирования НЛ необходимо выбрать свой набор аудиометрических частот [13, 14, 31], например, 3–6 кГц для прогнозирования ранних признаков, а 0,5–2,0; 0,5–3,0 или 0,5–4,0 кГц для прогнозирования потерь слуха соответствующей степени, в зависимости от выбранного  $CrHL$ . Для оценки риска снижения восприятия речи возможно использовать параметр среднего порога слуха с использованием индексов артикуляции [14, 19]. Для каждой цели прогнозирования как профессионального, так и непрофессионального воздействия шума на слух необходима разработка соответствующей шкалы оценки избыточного риска [21].

#### **Выводы:**

1. Разработанная технология позволяет рассчитать вероятные пороги слуха на стандартных аудиометрических частотах 0,5–6,0 кГц и их комбинациях для различных квантилей (процентилей) по модели третьей редакции стандарта ИСО 1999 в зависимости от пола, возраста, стажа и стажевой экспозиции шума.

2. По известным полу, возрасту, стажу и стажевой экспозиции шума и заданным критериям потерь слуха возможно определить квантили (процентили) популяции, подверженных и не подверженных действию шума, с аналогичными возрастными и экспозиционными показателями и рассчитать показатели группового риска потерь слуха, в том числе и величину группового  $ER_{HL}$ .

3. Величина  $ER_{HL}$  становится более чувствительной при использовании в показателе потерь слуха аудиометрических частот 3 и 4 кГц. На этих частотах потери слуха происходят раньше и имеют большие величины, чем на частотах 0,5; 1,0 и 2,0 кГц.

4. Показатель группового  $ER_{HL}$  имеет преимущества перед другими статистическими показателями для оценки вероятности дальнейшего развития НЛ, так как отражает вероятность дополнительных случаев СНТ именно от шума.

5. Величина  $ER_{HL}$  зависит от принятого показателя потерь слуха, заданного критерия СНТ и, конечно, от принятой для расчетов математической модели.

6. Для различных от целей прогнозирования  $HL$  необходимо определить оптимальный набор аудиометрических частот для расчета  $ER_{HL}$  и соответствующей шкалы его оценки, что требует дополнительных исследований.

7. Выполненная работа является этапом исследований в направлении научного обоснования оценки степени профессионального риска повреждения слуха при работе в условиях повышенного шума, что требуется при выполнении комплекса профилактических мероприятий, определенных п. 3.2.6 СанПиН 2.2.4.3359-16.

#### **Список литературы**

1. Актуальные проблемы совершенствования критериев экспертизы связи сенсоневральной тугоухости с профессией членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации / Л.В. Прокопенко, Н.Н. Курьеров, А.В. Лагутина, Е.С. Почтарева // Актуальные проблемы медицины труда: сборник трудов института / под ред. И.В. Бухтиярова. – 2018. – С. 406–415.

2. ГОСТ 12.4.062-78 «ССБТ. Шум. Методы определения потерь слуха человека», отменен в 1985 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.01.2019).

3. ГОСТ Р ИСО 1999-2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.01.2019).
4. ГОСТ Р ИСО 7029-2011 «Акустика. Статистическое распределение порогов слышимости в зависимости от возраста человека» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.01.2019).
5. Здольник Т.Д. Экологическая эпидемиология: учебное пособие: в 2 ч. / Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина. – Рязань, 2008. – С. 191–193.
6. Методические рекомендации по оценке профессионального риска по данным периодических медицинских осмотров / Министерство здравоохранения и социального развития РФ, РАМН; утверждены НС «Медико-экологические проблемы здоровья работающих» РАМН. – М., 2006.
7. Определение и оценка группового избыточного (атрибутивного) риска потерь слуха от шума / Л.В. Прокопенко, Н.Н. Курьеров, А.В. Лагутина, Е.С. Почтарева // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 4. – С. 1–9.
8. Прогнозирование воздействия вредных факторов условий труда и оценка профессионального риска для здоровья работников: метод. рекомендации / Министерство здравоохранения и социального развития РФ, НИИ МТ РАМН; утверждены НС № 45 РАМН. – М., 2010.
9. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки / Минздрав РФ. – М., 2004.
10. Совершенствование критериев потери слуха от шума и оценка профессионального риска / И.В. Бухтияров, Э.И. Денисов, Н.Н. Курьеров, Л.В. Прокопенко, М.В. Булгакова, О.О. Хахилева // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 4. – С. 1–9.
11. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике потери слуха, вызванной шумом, разработанные в 2015 г. Национальной медицинской ассоциацией оториноларингологов и Ассоциацией специалистов по медицине труда. – М., 2015.
12. Шкарин В.В., Благоданова А.С. Термины и определения в эпидемиологии. Словарь. – М.: НГМА, 2010. – С. 28–206.
13. A re-examination of risk estimates from the NIOSH Occupational Noise and Hearing Survey / M.M. Prince, L.T. Stayner, R.J. Smith, S.J. Gilbert // Occupational Noise Exposure, Revised Criteria 1998, NIOSH. – P. 93–106.
14. ASHA. American Speech-Language-Hearing Association. Task Force on the Definition of Hearing Handicap, «On the definition of hearing handicap» // Asha. – 1981. – Vol. 23. – P. 293–297.
15. Burns W., Robinson D.W. Hearing and Noise in Industry. – London: Her Majesty's Stationery Office, 1970.
16. Do the models assess noise-induced hearing loss correctly? / J. Starck, I. Pyykkö, E. Toppila, J. Pekkarinen // ACES. – 1996. – № 7 (3–4). – P. 21–26.
17. ILO. Guidelines on the medical examinations of seafarers (ILO/IMO/JMS/2011/12). – Geneva: ILO, 2013. – 70 p.

18. ISO 1999. Acoustics—Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. – International Organization for Standardization, 1990.
19. ISO 1999: 2013. Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss». – International Organization for Standardization.
20. Johnson P.T. Noise exposure: Explanation of OSHA and NIOSH safe-exposure limits and the importance of noise dosimetry [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.etymotic.com/downloads/dl/file/id/47/product/73/noise\\_exposure\\_explanation\\_of\\_osh\\_a\\_and\\_niosh\\_safe\\_exposure\\_limits\\_and\\_the\\_importance\\_of\\_noise\\_dosimetry.pdf](https://www.etymotic.com/downloads/dl/file/id/47/product/73/noise_exposure_explanation_of_osh_a_and_niosh_safe_exposure_limits_and_the_importance_of_noise_dosimetry.pdf) (дата обращения: 15.01.2019).
21. National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure. Revised criteria 1998. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.
22. Neitzel R., Fligor B. Determination of risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: review [Электронный ресурс] // WHO–2017. – URL: [https://www.who.int/pbd/deafness/Monograph\\_on\\_determination\\_of\\_risk\\_of\\_HL\\_due\\_to\\_exposure\\_to\\_recreational\\_sounds.pdf](https://www.who.int/pbd/deafness/Monograph_on_determination_of_risk_of_HL_due_to_exposure_to_recreational_sounds.pdf) (дата обращения: 07.02.2019).
23. Presbycusis study of a relatively noise-free population In the Sudan / S. Rosen, M. Bergman, D. Plester, A. El-mofty, M.H. Satti // Ann. Otol. Rhin. Laryngoscope. – 1962. – P. 727–743.
24. Régime général tableau 42. Atteinte auditive provoquée par les bruits lésionnels [Электронный ресурс]. – URL: [www.inrs.fr/mp/09/2017](http://www.inrs.fr/mp/09/2017) (дата обращения: 11.02.2019).
25. Robinson D.W. Estimating the risk of hearing loss due to continuous noise. In: Robinson DW ed. // Occupational hearing loss. – Academic Press, London, 1971.
26. Robinson D.W. Noise exposure and hearing: A new look at the experimental data. // Health and Safety Executive Contract Research Report. – № 1. –1987.
27. Robinson D.W. The relationship between hearing loss and noise exposure, NPL Aero Rep Ac 32 // British A.R.C. –1968.
28. Robinson D.W. Threshold of hearing as a function of age and sex for the typical unscreened population // Br. J. Audiol. – 1988. – P. 5–20.
29. Robinson D.W., Shipton M.S. Tables for the estimation of noise-induced hearing loss, NPL Acoustics Rep Ac 61 (2nd ed.) British A.R.C., June 1977.
30. Robinson D.W., Sutton G.J. Age effects in hearing - a comparative analysis of published threshold data // Audiol 18. –1979. – P. 320–334.
31. Suter A.H. Standards and Regulations. In 47 // Encyclopedia of Occupational Health and Safety, Jeanne Mager Stellman, Editor-in-Chief. International Labor Organization. – Geneva, 2011.
32. Toppila E., Pyykkö I., Starck J. Age and noise-induced hearing loss // Scand Audiol. – 2001. – № 30 (4). – P. 236–44.

## Анализ психоэмоционального статуса у работников алмазной отрасли Якутии

**Е.И. Львова**

Управление Роспотребнадзора по Республике Саха (Якутия),  
г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия

Изучена динамика психоэмоционального статуса у работников алмазной отрасли Якутии. Под наблюдением находились работники вахтовых поселений АО «Алмазы Анабара».

**Ключевые слова:** работники алмазной отрасли, психоэмоциональный статус, анкета «САН».

В Республике Саха (Якутия) промышленность, представленная предприятиями горнорудной отрасли, является локомотивом развития экономики [1]. Добыча алмазов занимает основную часть горнорудной отрасли Якутии, на которой трудятся 45 581 человек. Вопрос охраны труда и укрепления здоровья работающего населения – одна из важнейших проблем медицины труда и здравоохранения. Проблема чрезвычайно многогранна и включает, помимо медицинских, социально-экономические, правовые и другие аспекты. Ведущее место в обширной системе лечебно-профилактических мероприятий, включающей новые технические решения, занимает профилактика профессиональной и производственно-обусловленной патологии [2].

**Материалы и методы.** Психоэмоциональный статус оценивался с помощью опросника САН – «Самочувствие – Активность – Настроение». К исследованию привлечены работники АО «Алмазы Анабара». В целях определения степени утомления опросники заполнялись в начале, середине и конце вахтового периода, длительностью до 4,5 месяца. Всего обработано 696 анкет САН. Опрошенные работники АО «Алмазы Анабара» проживают в вахтовых поселениях «Моргогор», «Тигликиит», «Эбелях», расположенных за Северным Полярным кругом в Анабарском районе Республики Саха (Якутия) (самый северный район республики), и заняты в сезонных обогатительных алмазоизвлекательных фабриках, горных участках, ремонтных мастерских и вспомогательных подразделениях предприятия. В вахтовых поселках АО «Алмазы Анабара» работают только мужчины и отсутствуют выходные дни. Длительность рабочей смены составляет 12 часов, отдых между сменами – 12 часов.

Статистическая обработка полученных данных проводилась на персональном компьютере с помощью программы Microsoft Office 2018 с определением средних значений ( $M$ ), ошибки средней ( $m$ ), критерия достоверности Стьюдента – Фишера ( $t$ ), уровня значимости ( $p$ ), критерия однородности  $\chi^2$ . Различия считались достоверными при  $p < 0,05$  или  $\chi^2 > 3,8$ .

**Результаты и их обсуждение.** Динамика утомления работников АО «Алмазы Анабара» в течение вахтового сезона свидетельствует о незначительной степени утомления, накапливающейся в конце сезона (рис. 1).

Работники приезжают на вахту с хорошим самочувствием и настроением, но средними показателями активности. К концу вахтового периода отмечается одинаковое снижение самочувствия и настроения. В свою очередь активность работников максимально падает в середине и незначительно повышается к концу вахты.

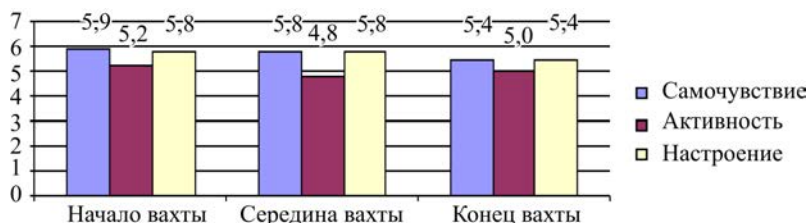


Рис. 1. Динамика утомляемости работников АО «Алмазы Анабара» в течение вахтового сезона

Среди работников АО «Алмазы Анабара» в начале вахтового сезона высокая утомляемость отмечается у следующих профессий: водителей большегрузного транспорта, диспетчеров, кухонных рабочих, поваров, наладчиков контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), слесарей, электрогазосварщиков. В свою очередь наиболее низкие параметры активности выявлены у указанных работников со стажем в профессии менее 5 лет. В середине вахтового сезона необходимость в отдыхе отмечали кладовщики, маркшейдеры, механики, диспетчеры. Низкая оценка функционального состояния (активность ниже 4 баллов) среди групп, ранжированных по стажу в профессии, наблюдается у машинистов промысловых машин со стажем менее 5 лет (средний балл активности 3,96), слесарей со стажем от 15 до 19 лет (средний балл активности 1,65), электрогазосварщиков со стажем менее 5 лет (средний балл активности 2,9). В конце вахтового сезона длительностью до 4,5 месяца среди опрошенных работников АО «Алмазы Анабара» наиболее сильное утомление заметили грохотовщики, водители погрузчика со стажем работы от 5 до 9 лет, машинисты крана.

Динамика утомления среди наиболее многочисленных групп профессий приведена на рисунках. Водители большегрузного транспорта (Pirelli, Komatsu, БЕЛАЗ), занятого на транспортировке горной массы из передвижной обогатительной установки до сезонной обогатительной алмазной фабрики, являются самой многочисленной группой респондентов при данном исследовании (21,1 % из общего числа всех опрошенных работников). Динамика утомления водителей большегрузного транспорта характеризуется незначительным спадом функционального состояния в середине вахтового сезона и отсутствием нарастания утомления в течение сезона (рис. 2). Сильных вариаций уровня функционального состояния среди различных по стажу групп не обнаружено (при  $\chi^2 > 3,8$ ).

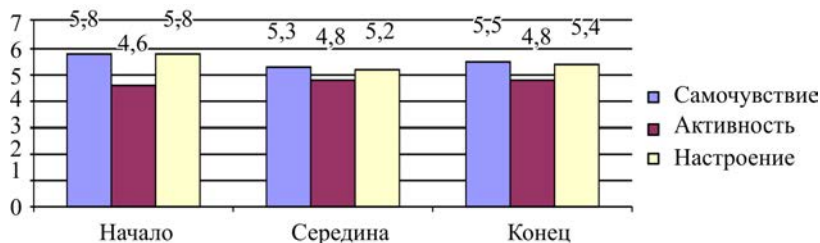


Рис. 2. Динамика утомления водителей большегрузного транспорта АО «Алмазы Анабара»

Машинисты бульдозера, занятые на складировании горной массы рядом с передвижной обогатительной установкой и уборке вскрышной породы, располагаются на втором месте по количеству среди опрошенных работников (11,35 % от общего числа респондентов – работников АО «Алмазы Анабара»). Динамика утомления машинистов бульдозера свидетельствует о нарастающей к концу вахтового сезона усталости и необходимости в отдыхе (рис. 3). Сильных вариаций уровня функционального состояния среди различных по стажу групп не обнаружено (при  $\chi^2 > 3,8$ ).

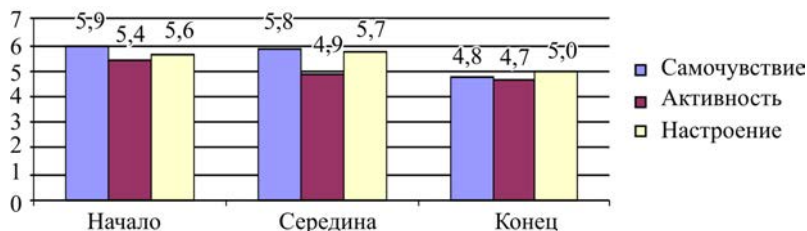


Рис. 3. Динамика утомления машинистов бульдозера АО «Алмазы Анабара»

На третьем месте по численности среди респондентов – работников АО «Алмазы Анабара» были слесари по ремонту оборудования и транспорта (8 % от общего числа опрошенных), занятые в ремонтно-механических мастерских и обслуживающих технологическое оборудование и транспортные средства. Динамика утомления слесарей демонстрирует незначительное снижение уровня самочувствия при повышении уровня настроения к концу вахтового сезона. Уровень активности в течение всего вахтового сезона остается на довольно низком уровне и отмечается спад активности в середине сезона.

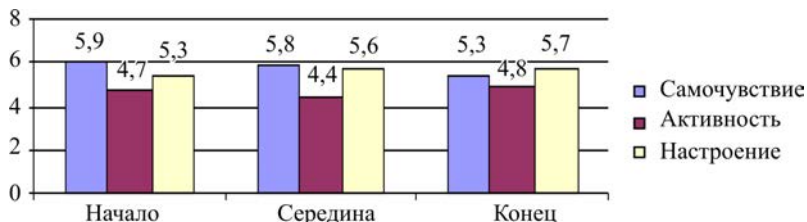


Рис. 4. Динамика утомления слесарей АО «Алмазы Анабара»

**Выводы:**

1. Динамика утомления работников АО «Алмазы Анабара» в течение вахтового сезона свидетельствует о незначительной степени утомления, накапливающейся в конце сезона, тем не менее утомление характеризуется средними показателями.

2. Среди работников АО «Алмазы Анабара» в начале вахтового сезона высокая утомляемость отмечается у следующих профессий: водителей большегрузного транспорта, диспетчеров, кухонных рабочих, поваров, наладчиков КИПиА, слесарей, электрогазосварщиков. В середине вахтового сезона наибольшую необходимость в отдыхе отмечали кладовщики, маркшейдеры, механики, диспетчеры.

3. Низкая оценка функционального состояния (активность ниже 4 баллов) среди групп, ранжированных по стажу в профессии, наблюдается у машинистов

промывочных машин со стажем менее 5 лет (средний балл активности 3,96), слесарей со стажем от 15 до 19 лет (средний балл активности 1,65), электрогазосварщиков со стажем менее 5 лет (средний балл активности 2,9).

4. В конце вахтового сезона длительностью до 4,5 месяца среди опрошенных работников АО «Алмазы Анабара» утомление заметили грохотовщики, водители погрузчика со стажем работы от 5 до 9 лет, машинисты крана.

### Список литературы

1. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В., Кузьмина Л.П. // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 6. – С. 712.

2. Панов А.А. Блог [Электронный ресурс]. – URL: [www.dnevniky.ykt.ru/AndreyPanov](http://www.dnevniky.ykt.ru/AndreyPanov).

## Генетические особенности артериальной гипертензии, ассоциированной с курением, у работников титано-магниевого производства

Н.А. Никоношина<sup>1</sup>, О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, Д.А. Эйфельд<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,

г. Пермь, Россия

Разработаны генетические маркеры развития артериальной гипертензии у работников титано-магниевого производства, ассоциированной с курением. Установлено, что курение является фактором, влияющим на развитие патологии в данной выборке без учета генетического фона ( $OR = 1,177$ ;  $CI: 0,371-3,733$ ). Анализ установленной зависимости в ассоциации с полиморфными генотипами кандидатных генов выявил достоверность причинно-следственной связи артериальной гипертензии с курением в выборках: вариантных гомозигот по гену рецептора эстрогена *ESR1* (rs2228480) ( $OR = 10,357$ ;  $CI: 1,103-92,270$ ), гетерозигот по гену рецептора дофамина *ANKK1* (rs1800497) ( $OR = 6,462$ ;  $CI: 1,145-36,457$ ) и гомозигот дикого типа по гену рецептора серотонина *HTR2A* (rs7997012) ( $OR = 10,357$ ;  $CI: 1,103-92,270$ ). Таким образом, особенности патогенеза артериальной гипертензии, ассоциированной с курением, у работников магниевого производства достоверно связаны с вариантными аллелями генов-кандидатов *ESR1*, *ANKK1*, *HTR2A*. Сочетание данных генов характеризует катехоламиновою регуляцию симпатoadреналовой системы, а полиморфные их варианты запускают процесс гипертонизации у работников, злоупотребляющих курением. Сочетание генотипов установленных кандидатных генов рекомендуется использовать в качестве индикаторных показателей с целью принятия решений по снижению воздействия вредных условий труда на здоровье.

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, курение, вредные условия труда, полиморфизм генов.

Артериальная гипертензия (АГ) является одной из наиболее распространенных патологий сердечно-сосудистой системы. Рост заболеваемости трудоспособного населения данной патологией является актуальной проблемой в большинстве стран, становясь причиной временной и стойкой нетрудоспособности, инвалидизации, а также смертности от сердечно-сосудистых заболеваний [5]. Особенности образа жизни, включая наличие таких вредных привычек, как курение, выступают в качестве значимых факторов риска в развитии сердечно-сосудистых и других хронических неинфекционных заболеваний [3].

Также особое место среди факторов риска патогенеза артериальной гипертензии занимают генетические детерминанты. Однако генетическая предрасположенность к артериальной гипертензии реализуется во взаимодействии с факторами, в том числе окружающей и производственной среды, а также случайными причинами. Поэтому исследователями признается мультифакториальная природа артериальной гипертензии [1, 6]. Особую актуальность данные исследования получают у работников химических производств, подвергающихся воздействию вредных химических факторов, большинство из которых повышают частоту генетических рекомбинаций [2]. Все вышесказанное позволяет предположить, что у групп лиц, чья профессиональная деятельность и повседневный образ жизни связаны с экспозицией токсичных соединений, возможно выявление новых генетических маркеров развития артериальной гипертензии.

**Цель работы** – изучение генетических особенностей развития артериальной гипертензии у работников титано-магниевого производства, ассоциированной с курением.

**Материалы и методы.** Всего обследовано 69 мужчин, занятых на титано-магниевом производстве. В группу наблюдения ( $n = 39$ ) были включены обследуемые мужчины-работники титано-магниевого производства в возрасте от 25 до 49 лет (средний возраст  $39,8 \pm 7,9$  г.) с установленным диагнозом АГ первой степени, 9 человек из которых являлись курильщиками. В группу контроля были включены условно здоровые мужчины-работники титано-магниевого производства в возрасте от 25 до 59 лет (средний возраст  $34,7 \pm 9,0$  г.) без клинических проявлений АГ ( $n = 30$ ), из них 13 человек с данной вредной привычкой. Группы сопоставимы по возрасту, социальному статусу, этнической принадлежности.

Условия труда на рабочих местах исследуемой группы, согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», оценены как вредные: класс условий труда 3.1–3.3. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» на работников магниевого производства воздействуют следующие вредные производственные факторы: физические (шум, вибрация), химические (хлор, гидрохлорид, диоксид серы) и психофизиологические.

У всех обследуемых был изучен полиморфизм SNP (single-nucleotide polymorphisms – однонуклеотидные замены) 12 генов. Генетический материал был выделен из Buccal swab соскоба при помощи комплекта реагентов для экстракции ДНК из клинического материала: «АмплиПрайм ДНК-сорбВ Форма 2 вариант 100» (ООО «НекстБио», Россия). Для определения генетического полиморфизма исследуемых генов использовали тест-системы («Синтол», Россия) – наборы реагентов для определения полиморфизмов: C2137T (rs1800497) – гена рецептора дофамина



*ANKK1*; Cys130Arg (rs429358) – гена аполипопротеина *ApoE*; C6310T (rs4646421) – гена семейства цитохрома P450 – *CYP1A1*; G894T (rs1799983) – гена эндотелиальной NO-синтазы *eNOS*; G2014A (rs2228480) – гена рецептора эстрогена *ESR1*; A/G (rs7997012) – гена серотонина *HTR2A*; Gln279Arg (rs17576) – гена матриксной металлопротеиназы *MMP9*; C677T (rs1801133) – гена метилентетрагидрофолатредуктазы *MTHFR*; A/G (rs6195) – гена рецептора глюкокортикоидов *NR3C1*; Arg213His (rs9282861) гена сульфотрансферазы *SULT1A1*; ген белка-онкосупрессора Pro72Arg (rs1042522) *TP53*; G634C (rs2010963) – гена фактора роста эндотелия сосудов *VEGFA*. Исследование генетических полиморфизмов проводилось в лаборатории иммуногенетики ФБУН ФНЦ МПТ УРЗН. Генотипирование производилось при помощи методики полимеразной цепной реакции (ПЦР) в режиме реального времени с использованием метода аллельной дискриминации в специализированной программе TaqMan, на приборе CFX96 Real Time System C1000 Thermal Cycler (BioRAD, Singarour). Программа амплификации включала в себя предварительный нагрев проб до 95 °С – 3 мин и 40 циклов из 95 °С (15 с) и 63 °С (40 с). В каждой серии анализов использовали 4 контроля: для нормального гомозиготного генотипа, для гетерозиготного генотипа, для вариантного гомозиготного генотипа и отрицательный контроль.

Расчет распределения частот генотипов и аллелей в группах сравнения и контроля проводился с помощью унифицированной онлайн-программы «Ген Эксперт», используемой для расчета статистических параметров для исследований «случай – контроль», использующих SNP (диагностику однонуклеотидных полиморфизмов). С помощью программы Microsoft Excel нами было оценено влияние фактора на ответ организма (артериальная гипертензия) по формуле

$$OR = \frac{AD}{BC},$$

где *OR* – показатель отношения шансов для всех возможных комбинаций генотипов и действующих факторов; *A* – количество обследованных курящих лиц с артериальной гипертензией; *B* – количество курящих лиц без клинических проявлений артериальной гипертензии; *C* – количество некурящих лиц с артериальной гипертензией; *D* – количество некурящих лиц без клинических проявлений АГ. При значениях *OR* > 1 принималась гипотеза о влиянии фактора на ответ организма. Связь между действием фактора и ответом организма, исходя из значений 95 %-ного доверительного интервала  $CI = e^{\ln(OR)} \pm 0,96 \sqrt{\frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D}}$ , считали значимой при  $p < 0,05$  [14].

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что курение является фактором, влияющим на развитие артериальной гипертензии у работников титано-магниевого производства (*OR* = 1,177; *CI*: 0,371–3,733). В литературе имеются данные о том, что сердечно-сосудистые заболевания, включая артериальную гипертензию, обусловлены развитием и прогрессированием атеросклероза, протекающего у курильщиков более агрессивно из-за нарушений липидного обмена, что патогенетически связано с избытком катехоламинов, которые являются активаторами гормончувствительной липазы. Под действием липазы ускоряется высвобождение свободных жирных кислот из жировой ткани, и в плазме повышается концентрация общего

холестерина, триглицеридов, атерогенных липопротеидов низкой плотности [4]. Кроме того, повышенная десквамация эндотелия у курильщиков приводит к избыточному образованию свободных радикалов. Наступает оксидативный стресс, который запускает каскад патологических реакций, приводящих к вазоконстрикции, воспалению, сосудистому ремоделированию, тромбозам и образованию атеросклеротических бляшек [7].

Связь артериальной гипертензии с курением у работников титано-магниевого производства является значимой ( $p < 0,05$ ) у носителей вариантного гомозиготного генотипа гена рецептора эстрогена *ESR1* (rs2228480) ( $OR = 10,357$ ;  $CI$ : 1,103–92,270), гетерозиготного генотипа по гену рецептора дофамина *ANKK1* (rs1800497) ( $OR = 6,462$ ;  $CI$ : 1,145–36,457) и гомозиготного генотипа дикого типа гена рецептора серотонина *HTR2A* (rs7997012) ( $OR = 10,357$ ;  $CI$ : 1,103–92,270) (таблица).

Показатели *OR* связи курения с артериальной гипертензией у работающих, ассоциированной с вариантами генотипов генов-кандидатов

Ген	Генотип			Ген	Генотип		
	гомозиготы дикого типа <i>OR (CI) /v</i>	гетерозиготы <i>OR (CI) /v</i>	вариантные гомозиготы <i>OR (CI) /v</i>		гомозиготы дикого типа <i>OR (CI) /v</i>	гетерозиготы <i>OR (CI) /v</i>	вариантные гомозиготы <i>OR (CI) /v</i>
<i>ApoE</i> Cys130Arg (rs429358)	0,408 (0,117–1,422) / 59 %	1,733 (0,377–7,962) / 37 %	0/4 %	<i>MMP9</i> Gln279Arg (rs17576)	1,067 (0,258–4,414) / 37 %	0,461 (0,122–1,741) / 53 %	1,611 (0,95–27,399) / 10 %
<i>eNOS</i> G894T (rs1799983)	0,616 (0,138–2,749) / 51 %	1,077 (0,311–3,733) / 42 %	0/4 %	<i>SULT1A1</i> Arg213His/ G2663A (rs9282861)	0,324 (0,061–1,725) / 39 %	1,429 (0,368–5,553) / 49 %	1,647 (0,212–12,801) / 12 %
<i>VEGFA</i> G634C (rs2010963)	0,833 (0,230–3,014) / 57 %	0,750 (0,163–3,441) / 35 %	1,611 (0,095–27,399) / 8 %	<i>CYP1A1</i> C6310T (rs4646421)	0,467 (0,134–1,631) / 65 %	1,219 (0,241–6,167) / 25 %	0/2 %
<i>ANKK1</i> C2137T (rs1800497)	0,400 (0,107–1,502) / 43 %	6,462 (1,145–36,457)* / 53 %	0/4 %	<i>MTHFR</i> C677T (rs1801133)	0,833 (0,230–3,014) / 47 %	0,516 (0,118–2,254) / 49 %	1,611 (0,095–27,399) / 4 %
<i>HTR2A</i> A/G (rs7997012)	10,357 (1,103–92,270)* / 14 %	1,067 (0,258–1,414) / 33 %	0,438 (0,102–1,883) / 53 %	<i>ESR1</i> G2014A/ Thr594Thr (rs2228480)	0,245 (0,059–1,024) / 65 %	2,400 (0,473–12,183) / 6 %	10,357 (1,103–92,270)* / 29 %
<i>NR3C1</i> A/G (rs6195)	1,35 (0,423–4,304) / 86 %	0/12 %	0/2 %	<i>TP53</i> Pro72Arg (rs1042522)	0,275 (0,052–1,444) / 45 %	1,773 (0,377–7,962) / 47 %	1,647 (0,212–12,801) / 8 %

Примечание: *OR* – отношение шансов; *CI* – доверительный интервал; *v* – частота генотипа; \* – связь сочетания фактора и генотипа с ответом организма статистически значима ( $p < 0,05$ ).

Установлены ассоциативные связи развития артериальной гипертензии с курением у работников титано-магниевого производства с вариантными гомозиготными генотипами, не достигшие статистически значимых величин, по генам фактора роста эндотелия сосудов *VEGFA* (rs2010963) ( $OR = 1,611$ ;  $CI$ : 0,095–27,399) и метилентетрагидрофолатредуктазы *MTHFR* (rs1801133) ( $OR = 1,611$ ;  $CI$ : 0,095–27,399), с гетерозиготными генотипами по генам *ApoE* (rs429358) ( $OR = 1,733$ ;  $CI$ : 0,377–7,962), эндотелиальной NO-синтазы *eNOS* (rs1799983) ( $OR = 1,077$ ;  $CI$ : 0,311–3,733), гена семейства цитохрома P450 *CYP1A1* (rs4646421) ( $OR = 1,219$ ;  $CI$ : 0,241–6,167) и гомозиготным генотипом дикого типа по гену рецептора глюкокортикоидов *NR3C1*

(rs6195) ( $OR = 1,35$ ;  $CI: 0,423-4,304$ ). Также выявлено, что группу риска по развитию артериальной гипертензии составляют лица с гетерозиготными и вариантными гомозиготными генотипами по генам фенолсульфотрансферазы *SULT1A1* G2663A (rs9282861) ( $OR = 1,429-1,647$ ) и белка-онкосупрессора p53 *TP53* (rs1042522) ( $OR = 1,647-1,773$ ).

**Выводы.** У работников титано-магниевого производства курение – фактор риска, оказывающий влияние на развитие АГ ( $OR = 1,177$ ;  $CI: 0,371-3,733$ ). Мультифакториальность природы артериальной гипертензии подтверждается тем, что частота развития сердечно-сосудистой патологии увеличивается в группе наблюдения с некоторыми вариантными генотипами. Работники титано-магниевого производства, имеющие сочетание вариантного гомозиготного генотипа гена рецептора эстрогена *ESR1* (rs2228480) ( $OR = 10,357$ ;  $CI: 1,103-92,270$ ), гетерозиготного генотипа по гену рецептора дофамина *ANKK1* (rs1800497) ( $OR = 6,462$ ;  $CI: 1,145-36,457$ ) и гомозиготного генотипа дикого типа гена рецептора серотонина *HTR2A* (rs7997012) ( $OR = 10,357$ ;  $CI: 1,103-92,270$ ), характеризуются значимой ( $p < 0,05$ ) ассоциацией артериальной гипертензии с курением ( $OR = 6,462-10,357$ ).

### Список литературы

1. Иммуногенетические изменения у работающих в условиях сочетанного воздействия производственного шума и пыли / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, К.Г. Старкова, О.А. Бубнова, Д.Г. Дианова, Н.А. Вдовина, В.М. Ухабов // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 12. – С. 21–25.
2. Прогнозирование риска производственно обусловленной патологии у работников титано-магниевого производства / А.Е. Носов, Е.М. Власова, В.Г. Новоселов, А.Я. Перевалов, В.М. Ухабов, А.В. Агафонов // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 8. – С. 10–15.
3. Распространенность курения среди взрослого населения города Красноярска / С.Ю. Штарик, М.М. Петрова, И.И. Барон, О.С. Грушкина, О.Ф. Любченко, И.В. Романова // Сибирское медицинское обозрение. – 2012. – № 6.
4. Griendling K.K., Alexander R.W. Oxidative stress and cardiovascular disease // *Circulation*. – 1997. – Vol. 96, № 10. – P. 3264–3265.
5. Heart disease and stroke statistics – 2011 update: a report from the American Heart Association / V.L. Roger, A.S. Go, D.M. Lloyd-Jones, R.J. Adams, J.D. Berry, T.M. Brown [et al.] // *Circulation*. – 2011. – Vol. 123, № 4. – P. 118–129.
6. Molecular markers of apoptosis in industrial workers / О. Dolgikh, N. Zaitseva, D. Dianova, A. Krivtsov // *In vivo: international Journal of Experimental and Clinical Pathophysiology and Drug Research*. – 2011. – Vol. 25, № 3. – P. 523–524.
7. Pittilo R.M. Cigarette smoking and endothelial injury: a review // *Adv. Exp. Med. Biol.* – 1990. – Vol. 273. – P. 61–78.

## Особенности экспертизы профпригодности при изолированной офисной артериальной гипертонии

**А.Е. Носов, Е.М. Власова, А.С. Байдина,  
Т.А. Пономарева, М.М. Порошина**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Артериальная гипертония представляет актуальную проблему при экспертизе профпригодности у работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда. При принятии экспертных решений необходимо учитывать медицинские противопоказания в соответствии с действующей нормативной базой, интерпретация которых может представлять трудности в повседневной работе. В статье систематизированы литературные данные по диагностике и клинической значимости изолированной офисной артериальной гипертонии (гипертонии «белого халата»), проанализирован опыт экспертной работы Центра профпатологии, даны рекомендации по принятию экспертных решений при артериальной гипертонии.

**Ключевые слова:** изолированная офисная артериальная гипертония, экспертиза профпригодности, трудовой прогноз.

Патология сердечно-сосудистой системы (ССС) является актуальной проблемой для современной медицины труда. Согласно данным эпидемиологических исследований, XX в. характеризовался значительным ростом заболеваемости сердечно-сосудистой патологией во всем мире. По распространенности и тяжести осложнений эти заболевания продолжают занимать ведущее место среди причин инвалидизации и преждевременной смертности населения трудоспособного возраста [1]. Актуальность АГ и патологии ССС в клинике медицины труда обусловлена тем, что при воздействии ряда производственных факторов (шум, общая вибрация, микроклимат, тяжесть труда, химические факторы) данное заболевание рассматривается как производственно-обусловленное, а при наличии АГ имеется ряд ограничений по допуску к определенным видам работ (подземные работы, спасательные работы и др.). В то же время установление клинического диагноза АГ в ряде случаев может представлять определенные сложности, особенно у работников, для которых данное заболевание может явиться противопоказанием к выполнению профессиональных обязанностей. В отечественной и зарубежной литературе практически отсутствуют данные о тактических подходах при изолированной офисной АГ (ИОАГ) в клинике медицины труда.

**Цель работы** – оценить распространенность ИОАГ среди шахтеров предприятий Пермского края, разработать тактические подходы к вопросам экспертизы профпригодности у данной категории работников.

**Материалы и методы.** Работа проводилась на базе Центра профессиональной патологии ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». В программу обследования включены работники горнодобы-

вающего предприятия (шахтеры), у которых при проведении периодического медицинского осмотра было выявлено повышение офисного АД более 140/90 мм рт. ст. У всех работников по данным анамнеза и медицинской документации давность первого повышения АД составляла не более 5 лет, отсутствовали ассоциированные клинические состояния и сахарный диабет. В соответствии с нормативно-правовыми документами данные работники были направлены на дообследование в отделение профпатологии. Комплексное обследование в клинике проводилось в соответствии с действующими стандартами, в том числе в условиях стационара. Всем пациентам было проведено суточное мониторирование артериального давления (СМАД) с применением 24/48-часового регистратора АД BR-102 plus (Schiller AG, Швейцария). В соответствии с существующими рекомендациями границей раздела ИОАГ и стабильной АГ является среднесуточный уровень АД 130/80 мм рт. ст. После проведения обследования пациенты направлялись на врачебную комиссию для экспертизы профпригодности.

**Результаты и их обсуждение.** В обследование включены 104 пациента с повышением офисного АД более 140/90 мм рт. ст., работающие в подземных условиях. По результатам СМАД среди обследованных работников к группе со стабильной АГ было отнесено 55 человек (52,8 %), а к группе ИОАГ – 49 (47,2 %). В результате экспертизы профпригодности от работ в подземных условиях отстранены работники со стабильной АГ (55 человек). Работники с ИОАГ допущены к работе с рекомендациями по изменению образа жизни, немедикаментозным методам профилактики развития стабильной АГ. Таким образом, учет эффекта «белого халата» при решении сложных вопросов экспертизы профпригодности позволяет сохранить в профессии до 50 % лиц с исходно повышенными значениями АД на амбулаторном приеме.

В большинстве случаев офисное АД бывает выше, чем АД, измеренное вне лечебного учреждения [4]. Термин «изолированная офисная АГ» (ИОАГ) («гипертония белого халата») применяется в том случае, когда при повторных посещениях лечебного учреждения АД оказывается повышенным, а вне его – нормальным. Термин «стойкая гипертония» используется тогда, когда и при офисном и при амбулаторном измерении показатели АД являются повышенными [1]. Последние Европейские рекомендации по суточному мониторингованию АД (СМАД) предлагают включать в группу пациентов с ИОАГ лиц, имеющих офисное АД 140/90 мм рт. ст. и выше, среднесуточное АД менее 130/80 мм рт. ст. [5, 12].

По литературным данным [6, 12], распространенность данного состояния может достигать 46 % от всех больных АГ. Вероятность выявления ИОАГ наиболее высока при АГ 1-й степени и может достигать 55 %, а при АГ 3-й степени – только 10 % [9]. Неправильная трактовка ИОАГ может приводить к ограничению профессиональной пригодности работника, назначению ненужных в данной ситуации лекарственных препаратов [7].

Восьмой международный консенсус по мониторингованию АД рекомендует проведение СМАД для исключения ИОАГ у пациентов без терапии в случае выявления АД 140/90 мм рт. ст. и выше на трех разных визитах, при двух и более измерениях АД вне медицинского офиса менее 140/90 мм рт. ст., отсутствии признаков поражения органов-мишеней [12]. По рекомендациям British National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) [12], каждому пациенту с АГ старше 18 лет необходимо проводить СМАД для исключения ИОАГ с целью профилактики избыточного

назначения лекарственной терапии. В случае подтверждения наличия ИОАГ при СМАД необходимо повторное обследование через 3–6 месяцев для оценки прогрессирования в истинную АГ [7].

Вопрос о клиническом значении и сердечно-сосудистом риске при ИОАГ до настоящего времени является спорным. По данным International Database on Ambulatory Blood Pressure in Relation to Cardiovascular Outcomes (IDACO), стандартизованная по половому признаку частота случаев сердечно-сосудистых событий у 334 участников с нелеченой ИОАГ не превышала таковую в контрольной нормотензивной группе. Отношение риска составляло 1,17 (95%-ный ДИ 0,87–1,57;  $p = 0,29$ ) [8]. С другой стороны, исследование Pressioni Arteriose Monitorate E Loro Associazioni study (PAMELA) включало пациентов с ИОАГ, большая часть которых получала гипотензивную терапию. В исследовании было показано, что нелеченные пациенты значимо чаще переходили в группу истинной АГ с соответствующим повышением сердечно-сосудистого риска [10].

По данным Р.Н. Gustavsen и соавт. [11], у пациентов с вновь диагностированной ИОАГ установлено значимое повышение сердечно-сосудистого риска (+25 %;  $p < 0,02$ ) в течение 10-летнего наблюдения по сравнению с нормотензивным контролем. При этом в группе ИОАГ сердечно-сосудистый риск был на 21 % ниже, чем в группе стабильной АГ.

В связи с тем что прогностическая роль ИОАГ до настоящего времени остается спорной, действующие клинические рекомендации не рекомендуют назначение постоянной медикаментозной гипотензивной терапии при ИОАГ.

Таким образом, у ряда пациентов с ИОАГ с течением времени отмечается прогрессия к истинной гипертензии, но большинство проспективных исследований и метаанализов не свидетельствуют о значительном увеличении риска сердечно-сосудистых событий по сравнению с нормотензивным контролем. Однако ИОАГ не может рассматриваться как исключительно доброкачественное состояние.

В клинике профпатологии ИОАГ, безусловно, является актуальной проблемой. Согласно приказу № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» имеется ряд профессий, при которых само наличие АГ (как и любого другого заболевания сердечно-сосудистой системы) является противопоказанием к работе:

- ◆ работы, выполняемые газоспасательной службой, добровольными, газоспасательными дружинами, военизированными частями и отрядами по предупреждению и ликвидации открытых газовых и нефтяных фонтанов, военизированными горными и горноспасательными службами министерств и ведомств, пожарной охраной (прил. 2, п. 8);

- ◆ работы, выполняемые аварийно-спасательными службами по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (прил. 2, п. 9);

- ◆ подземные работы (прил. 2, п. 12);

- ◆ работы, выполняемые с применением изолирующих средств индивидуальной защиты и фильтрующих противогазов с полной лицевой частью (прил. 2, п. 13).

Литературные данные о распространенности и клинической значимости ИОАГ в профессиональных группах ограничены. По данным А.З. Цфасмана [2], среди машинистов локомотивов лица с периодическим повышением АД 1-й степени в дальнейшем в 20 % остались стойкими «нормотониками», у 25 % развилась стабильная АГ, остальные оставались «гиперреакторами». При периодическом повышении АД более 160/95 мм рт. ст. в дальнейшем 18 % остались «гиперреакторами», а у 82 % диагностирована стойкая АГ, а «нормотоником» не остался никто. Автор рассматривает «гипертонию белого халата», а также АГ на рабочем месте как стадию развития эссенциальной гипертензии, не выделяя ее в какую-либо отдельную форму. При этом не приводятся отдельные рекомендации по тактическим и экспертным подходам к ИОАГ [2].

Проведение периодических медицинских осмотров (ПМО) часто связано со стрессом для работников в связи с угрозой потери работы, а также значимы такие факторы, как большое количество подлежащих осмотру, отсутствие достаточного количества времени для соблюдения всех норм по измерению АД врачом, и предрасполагают к развитию эффекта «белого халата».

Таким образом, учитывая актуальность ИСАГ в клинике медицины труда, приведенные данные об ИСАГ, международную практику для исключения неоправданно «жестких» экспертных решений в отношении профпригодности работников на ПМО, позволяют предложить ориентировочный алгоритм действий врача, выявившего факт наличия АД  $\geq 140/90$  мм рт. ст. на ПМО:

- ◆ сбор жалоб, анамнеза, анализ медицинской документации. При АД  $\geq 180/110$  мм рт. ст. диагностировать стойкую АГ, назначить гипотензивную терапию, направить на обследование по месту жительства (или в Центр профпатологии), а также на экспертизу профпригодности врачебной комиссией с формулировкой дальнейших трудовых рекомендаций;

- ◆ экспертная оценка артериальной гипертензии. При АД  $< 180/110$  мм рт. ст. и  $\geq 140/90$  мм рт. ст. проанализировать архив медицинской документации (оценить уровень АД в анамнезе, наличие поражений органов-мишеней и ассоциированных клинических состояний, проводимую терапию), запланировать повторные визиты работника для осмотра или направление его к терапевту по месту жительства или в центр профпатологии для углубленного обследования. В случае отсутствия в анамнезе АД  $\geq 180/110$  мм рт. ст., ассоциированных клинических состояний, выраженных поражений органов-мишеней возможна временная отмена проводимой гипотензивной терапии за 3 дня перед СМАД (при условии обеспечения регулярного врачебного контроля);

- ◆ проведение СМАД с получением соответствующих критериев диагностики АГ. Если при СМАД среднее дневное АД  $\geq 135/85$  мм рт. ст., среднесуточное АД  $\geq 130/80$  мм рт. ст., то диагностируется стойкая АГ. Дальнейшая диагностика и лечение осуществляются в соответствии с действующими российскими клиническими рекомендациями. В случае подтверждения стойкой АГ необходимо проведение экспертизы профпригодности врачебной комиссией с формулировкой дальнейших трудовых рекомендаций;

- ◆ вынесение заключения об истинной АГ либо ИОАГ. Если при СМАД значения АД меньше указанных, то диагностируется ИОАГ с рекомендацией ежегодного СМАД и оценкой клинического статуса на следующем ПМО. При диагностике ИОАГ назначаются немедикаментозные методы коррекции факторов сердечно-

сосудистого риска. Целесообразно проведение контроля АД на медпункте предприятия с предоставлением журнала контроля на очередном ПМО.

### Список литературы

1. Рекомендации по лечению артериальной гипертензии. ESH/ESC 2013. Рабочая группа по лечению артериальной гипертензии Европейского Общества Гипертензии и Европейского Общества Кардиологов // Российский кардиологический журнал. – 2014. – Т. 1. – P. 7–94.
2. Цфасман А.З. Профессия и гипертензия. – М., 2012. – 192 с.
3. Cost-effectiveness of options for the diagnosis of high blood pressure in primary care: a modelling study / K. Lovibond, S. Jowett, P. Barton, M. Caulfield, C. Heneghan, F.D. Hobbs [et al.] // *Lancet*. – 2011. – Vol. 378. – P. 1219–1230. DOI: 10.1016/s0140-6736 (11) 61184-7
4. Effects of blood pressure measurement by the doctor on patients blood pressure and heart rate / G. Mancia, G. Bertinieri, G. Grassi, G. Parati, G. Pomidossi, A. Ferrari [et al.] // *Lancet*. – 1983. – Vol. 2. – P. 695–698. DOI: 10.1016/S0140-6736 (83) 92244-4
5. European Society of Hypertension position paper on ambulatory blood pressure monitoring / E. O'Brien, G. Parati, G. Stergiou, R. Asmar, L. Beilin, G. Bilo [et al.] // *Journal of Hypertension*. – 2013. – Vol. 31 (9). – P. 1731–1768. DOI: 10.1097/HJH.0b013e328363e964
6. Fagard Rh., Cornelissen V.A. Incidence of cardiovascular events in white-coat, masked and sustained hypertension vs. true normotension: a meta-analysis // *J. Hypertens*. – 2007. – Vol. 25. – P. 2193–2198. DOI: 10.1097/hjh.0b013e3282ef6185
7. Mancia G. Clinical significance of white-coat hypertension // *Journal of Hypertension*. – 2016. – Vol. 34. – P. 623–626. DOI: 10.1097/hjh.0000000000000879
8. Significance of white-coat hypertension in older persons with isolated systolic hypertension: a meta-analysis using the International Database on Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Relation to Cardiovascular Outcomes population / S.S. Franklin, L. Thijs, T.W. Hansen, Y. Li, J. Boggia, M. Kikuya [et al.] // *Hypertension*. – 2012. – Vol. 59. – P. 564–571. DOI: 10.1161/hypertensionaha.111.180653
9. The ambulatory blood pressure in normotensive and hypertensive subjects: results from an international database / L. Thijs, J. Staessen, E. O'Brien, A. Amery, N. Atkins, P. Baumgart [et al.] // *The Netherlands Journal of Medicine*. – 1995. – Vol. 46 (2). – P. 106–114. DOI: 10.1016/0300-2977 (94) 00057-g
10. Verdecchia P. Short- and long-term incidence of stroke in white-coat hypertension // *Hypertension*. – 2005. – Vol. 45. – P. 203–208.
11. White coat hypertension is a cardiovascular risk factor: A 10-year follow-up study / P.H. Gustavsen, A. Hoegholm, L.E. Bang, K.S. Kristensen // *Journal of Human Hypertension*. – 2003. – Vol. 17. – P. 811–817.
12. White-Coat Hypertension. New Insights From Recent Studies / S.S. Franklin, L. Thijs, T.W. Hansen, E. O'Brien, J.A. Staessen // *Hypertension*. – 2013. – Vol. 62. – P. 982–987. DOI: 10.1161/hypertensionaha.113.01275



## Риск формирования ожирения у сельских и городских врачей с учетом влияния условий труда и среды проживания

А.А. Петросян<sup>1</sup>, А.Н. Данилов<sup>2</sup>, Ю.Ю. Елисеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения РФ,

<sup>2</sup> ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора,  
г. Саратов, Россия

Проведенными исследованиями установлено, что у городских врачей избыточная масса тела и ожирение встречаются чаще, не достигая статистически значимых различий, в сравнении с проживающими в сельской местности. Независимо от места проживания, избыточная масса наиболее часто определялась у врачей клиничко-диагностических подразделений. Частота встречаемости ожирения, как у сельских, так и городских врачей, находилась в обратной зависимости от тяжести и напряженности условий труда. В частности, у сельских врачей при классе условий труда 3.2 ожирение не встречалось. Вместе с этим при тяжелых и напряженных условиях труда у медицинских работников более часто регистрировался метаболический синдром. При анализе распространенности различных типов психологии пищевого поведения, что является значимым фактором для развития ожирения, было установлено, что у сельских врачей наиболее часто встречается экстернальный тип пищевого поведения, в то время как у городских – эмоциогенный.

**Ключевые слова:** городские врачи, сельские врачи, ожирение, условия труда.

В настоящее время ожирение относится к одной из наиболее важных социальных проблем во всем мире в связи с высокой его распространенностью и существенными затратами на преодоление его последствий. Встречаемость ожирения и избыточной массы тела в настоящее время в Российской Федерации составляет до 24,1 и 53,2 % соответственно. За последние три десятилетия распространенность данной патологии выросла в мире практически на 30–50 % среди взрослого и детского населения [1, 2].

Согласно современной концепции, к ожирению приводит дисбаланс между получаемой с пищей энергией и ее расходом в процессе жизнедеятельности. В основе данных изменений лежат нарушения метаболизма, обусловленного генетической предрасположенностью, а также поведенческие нарушения и факторы внешней среды. Среди этих факторов, согласно критериям ВОЗ, выделяют недостаток сна, физическую активность, заболевания, возраст, половую принадлежность, образ жизни, а также профессиональную деятельность [3, 5].

По результатам некоторых исследований к профессиям, способствующим ожирению, относят работу учителя, инженера, юриста. В основе всех профессий, способствующих появлению лишней массы тела, лежит низкая физическая активность и высокий уровень стресса, который при эмоциогенном пищевом поведении стремятся «заесть». К указанным факторам риска можно отнести и некоторые медицинские специальности [4]. Однако частота встречаемости избыточной массы тела и ожирения и факторов риска, способствующих их развитию, у сельских и го-

родских врачей изучена недостаточно и требует дальнейшего анализа, что и послужило **целью настоящего исследования.**

**Материалы и методы.** Исследование осуществлялось на базе трех районных больниц Саратовской области и трех городских больниц г. Саратова. В исследовании принимали участие 103 врача из городских медицинских учреждений и 95 – из сельских районов. Наличие ожирения оценивали в ходе расчета индекса массы тела (ИМТ) и с последующего анализа полученных результатов по следующим критериям: ИМТ = 25,0–29,9 (избыточная масса тела); ИМТ > 30 (ожирение). Гигиенические критерии оценки тяжести и напряженности условий труда проводились согласно Р.2.2.2009-05. Оценка психологии пищевого поведения определялась с помощью голландского опросника (DEBO) с определением трех типов [6].

**Результаты и их обсуждение.** Анализ распространенности избыточной массы тела и ожирения у городских и сельских врачей показал, что частота встречаемости избыточной массы тела и ожирения у врачей из городской местности была незначительно выше, чем у сельских, не достигая при этом статистически значимых различий. У городских врачей избыточная масса тела зарегистрирована у 39 (37,8 %) обследованных, в сельской местности – у 26 (28,3 %), ожирение – у 17 (17,5 %) и 13 (13,5 %) соответственно ( $p > 0,05$ ). У врачей из сельской местности значительно реже при наличии избыточной массы тела или ожирения регистрировали и метаболический синдром (МС). Частота его встречаемости у сельских врачей не превысила 4,2 %, в то время как у городских составила 13,5 % (различия статистически значимы,  $p < 0,05$ ).

При более детальном анализе полученных результатов нами было установлено, что наличие ожирения и избыточной массы тела в определенной мере связано со специальностью врачей (табл. 1).

Таблица 1

Распространенность избыточной массы тела и ожирения у городских и сельских врачей с учетом специальности

Подразделение медицинского учреждения	Частота встречаемости, абс./%							
	n	Городские врачи, n = 103			n	Сельские врачи, n = 95		
		Избыточная масса тела	Ожирение	Без МС		Избыточная масса тела	Ожирение	Без МС
Клинико-диагностические подразделения	26	8/30,7	4/15,3	–	25	7/28,0	2/8,0	3/12,0
Поликлиника	25	10/40,0	3/12,0	1/4,0	24	4/16,6	4/16,6	4/16,6
Хирургическое отделение	20	5/25,0	2/8,0	3/15,0	20	4/20,0	2/10,0	8/40,0
Терапевтическое отделение	27	16/59,0	8/29,6	–	26	11/55,0	5/19,2	6/22,2

Анализируя представленные в таблице данные, можно отметить, что наличие избыточной массы тела у сельских и городских врачей в значительной мере ассоциировано с работой в терапевтических отделениях и встречалось в 55,0 и 59,0 % случаев соответственно. Однако у сельских врачей, работающих в поликлиниче-

ских условиях, избыточная масса тела встречалась в 16,6 % случаев, в то время как у городских – в 40,0 %. Распространенность ожирения оказалась также характерной чертой работы врача терапевтических отделений, как сельских, так и городских. Важно отметить, что у медицинских работников села значительно чаще встречалось отсутствие МС на фоне ожирения.

При сопоставлении оценки тяжести и напряженности трудового процесса с частотой встречаемости ожирения и избыточной массы тела были получены данные, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Соотношение общей оценки условий труда с наличием избыточной массы тела и ожирения у врачей

Общая оценка условий труда (класс)	Частота встречаемости, абс./%					
	Городские врачи, n = 103			Сельские врачи, n = 95		
	Избыточная масса тела	Ожирение	Без МС	Избыточная масса тела	Ожирение	Без МС
2.0	10/27,0	10/27,7	2/50,0	11/33,3	5/35,7	4/28,5
2.1	14/38,0	2/5,5	–	9/27,2	6/42,8	6/42,8
3.0	6/16,6	5/13,8	1/25,0	6/18,1	4/28,5	2/14,2
3.1	3/8,3	–	1/25,0	3/9,0	–	2/14,2
3.2	3/8,3	–	–	4/12,1	2/14,2	–

При анализе полученных данных можно отметить, что по мере увеличения тяжести и напряженности трудового процесса количество лиц с ожирением и избыточной массой тела существенно снижается как среди сельских, так и среди городских врачей. В частности, при втором классе условий труда количество врачей с избыточной массой тела составило в сельской местности 27,0 %, в городской – 33,3 %, в то время как при условиях труда, соответствующему классу 3.2, – 8,3 и 14,2 % соответственно. Аналогичная картина наблюдалась и по распространенности ожирения. Важно отметить, что, как следует из табл. 2, повышение тяжести и напряженности условий труда служило прогностически неблагоприятным фактором для развития метаболического синдрома на фоне ожирения и избыточной массы тела. В частности, как у сельских, так и городских врачей ожирение без МС при классе условий труда 3.2 не встречалось (см. табл. 2).

Суммируя полученные данные, можно констатировать, что с увеличением тяжести и напряженности труда риск развития ожирения и избыточной массы тела снижается, а развитие метаболического синдрома на их фоне – возрастает.

Учитывая многофакторную природу развития ожирения, нами была проанализирована особенность психологии пищевого поведения у сельских и городских врачей. Под психологией пищевого поведения понимается целостное отношение к пище и ее приему, стереотип питания в обыденных условиях и в ситуациях стресса. В настоящее время нарушения психологии пищевого поведения относят к значимым факторам развития ожирения. При анализе полученных данных обращают на себя внимание существенные различия в частоте встречаемости экстернального и эмоциогенного пищевого поведения у сельских и городских врачей при сопоставимых значениях ограничительного. Так, ограничительный тип пищевого поведения обнаруживался у сельских врачей в 20,4 % случаев, у городских – в 25,4 %

(различия статистически незначимы,  $p > 0,05$ ). В то же время экстернальное пищевое поведение оказалось характерным для 49,0 % медицинских работников села и 28,6 % – города ( $p < 0,05$ ). Обратная картина наблюдалась при анализе эмоционального типа пищевого поведения. Данный тип оказался более характерным для городских врачей (46,0 % опрошенных), чем для сельских – 30,6 % респондентов ( $p < 0,05$ ). Учитывая, что экстернальный тип пищевого поведения предполагает неспособность человека устоять перед вкусной пищей, ее запахом и видом, а эмоциональное поведение указывает на привычку заедать стрессогенные ситуации, выявленные различия можно объяснить следующим образом. Городские врачи чаще сталкиваются со стрессогенными ситуациями, к которым можно отнести повышенный уровень шума, длительное пребывание в транспортных заторах, повышенное содержание в воздухе вредных веществ и т.п., что и формирует возрастание значений частоты встречаемости эмоционального пищевого поведения. Напротив, у сельских врачей в связи с более ограниченным выбором продуктов питания в торговой сети и при появлении новых, необычных продуктов последнее заставляет человека усиленно их поглощать.

**Выводы.** Таким образом, проведенные нами исследования свидетельствуют, что среда и условия проживания, характер тяжести и напряженности трудового процесса медиков, а также особенности нарушений их пищевого поведения могут оказывать существенное влияние на риск развития избыточной массы тела и ожирения у врачей различных специальностей.

### Список литературы

1. Елисева Ю.В., Войтович А.А., Елисеев Ю.Ю. Гигиенические аспекты изучения состояния питания учащихся с различным уровнем здоровья // Профилактическая медицина. – 2013. – № 5. – Р. 37–40.
2. Клещина Ю.В., Елисеев Ю.Ю. Особенности питания и витаминной обеспеченности организма у девушек с метаболическим синдромом // Гигиена и санитария. – 2011. – № 1. – Р. 68–70.
3. Петросян А.А., Данилов А.Н., Елисеев Ю.Ю. Состояние здоровья и психоэмоциональный статус врачей, работающих в сельской местности, под влиянием смены экологической и социальной среды обитания // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 17, № 5 (2). – Р. 511–515.
4. Петросян А.А., Данилов А.Н., Елисеев Ю.Ю. Влияние уровня трудового совместительства на качество жизни сельских врачей различных специальностей // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – Т. 9, № 282. – Р. 45–47.
5. Петросян А.А., Елисеев Ю.Ю., Данилов А.Н. Гигиенические подходы к оценке условий труда и качества жизни медицинских работников сельской местности // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. – 2018. – Т. 2, № 32. – Р. 136–140.
6. The Dutch Eating Behavior Questionnaire (DEBQ) for assessment of restrained, emotional, and external eating behavior / T. Van Strien, J.E. Frijters, G. Bergers, P.B. Defares // International Journal of Eating Disorders. – 1986. – Vol. 5, № 2. – Р. 295–315.

## Анализ функционального состояния системы кровообращения у высокостажированных работников, занятых на подземных горных работах

**Е.А. Полевая**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Приведены результаты исследования старшей возрастной группы работников, занятых на подземных горных работах.

Опрос показал, что возраст  $52,6 \pm 3,8$  г. стал «проблемным» для 27 % работников, так как по результатам периодического медицинского осмотра (ПМО) были впервые выявлены клинические признаки патологии системы кровообращения. Установлено, что доля работников с верифицированной артериальной гипертензией составила 35 % в группе наблюдения, 11 % в группе сравнения,  $p < 0,05$  ( $RR = 1,99$ ; 95 %  $CI = 1,0-3,9$ ;  $EF = 47$  %; степень профессиональной обусловленности средняя).

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, стажированные работники, подземные горные работы.

В настоящее время увеличивается число старшей возрастной группы работников в возрасте 56–60 лет. По данным Росстата в 2017 г. численность работников в возрасте старше 50 лет составила более 10 млн человек. Артериальная гипертензия (АГ) – основное заболевание в структуре сердечно-сосудистых заболеваний и смертности населения России, регистрируется у 40–43 % трудоспособного населения. В развитии и прогрессировании заболеваний системы кровообращения, наряду с генетическими, соматическими, поведенческими, экологическими факторами риска, в последнее десятилетие существенная роль отводится производственным факторам [2]. Учитывая увеличение пенсионного возраста, распространенность кардио- и цереброваскулярных осложнений АГ приобретают не только медицинскую, но и социальную значимость [7]. Значительная часть работников погибает на рабочем месте во время выполнения своих профессиональных обязанностей. Статистика показывает, что около 50 % всех инцидентов возникает без развития предшествующих симптомов [4].

В процессе анализа литературных данных было установлено, что среди шахтеров Донбасса коронарная болезнь сердца более чем в 50 % случаев была зарегистрирована непосредственно на рабочем месте, во время трудового процесса. По результатам патолого-анатомических заключений установлено, что у умерших от острой кардио- и цереброваскулярной патологии работников наблюдались аномалии развития клапанного аппарата сердца, подклапанных структур, сосудов и проводящей системы, кардиомиопатии и патология коронарных артерий (КА) [3, 6].

**Цель работы** – провести анализ функционального состояния системы кровообращения у высокостажированных работников, занятых на подземных горных работах.

**Материалы и методы.** Группу наблюдения составили 35 машинистов горно-выемочных машин (ГВМ); средний возраст  $52,6 \pm 3,8$  г.; средний стаж  $24,8 \pm 7,3$  г., все мужчины. В группу сравнения вошли 32 специалиста технической дирекции, осуществляющих трудовую деятельность в условиях без воздействия вредных (опасных) факторов производства; средний возраст  $53,6 \pm 3,5$  г.; средний стаж  $21,5 \pm 5,3$  г. Группы сопоставимы по возрасту, стажу, образу жизни и гендерному признаку.

В программу обследования были включены гигиенические, социологические, клинические, лабораторно-функциональные, статистические методы исследования.

Анализ условий труда проводили по результатам специальной оценки условий труда (СОУТ).

Были проанализированы карты амбулаторного больного – 67 ед., карты периодического медицинского осмотра (ПМО) – 132 ед., заключительные акты по результатам ПМО работников, имеющих стаж 5 лет и более, за период с 2014 по 2018 г.

Для определения признаков поражения системы кровообращения провели лабораторное обследование с определением следующих показателей: глюкоза, липидный спектр, креатинин и скорость клубочковой фильтрации, мочевиная кислота, высокочувствительный С-реактивный белок (hs-СРБ), фактор роста сосудистого эндотелия (VEGF), оксид азота (Konelab 20 ThermoFisher, Финляндия).

Запись электрокардиограммы проводилась на аппарате ShillerAT-10 plus по стандартной методике в покое и после физической нагрузки.

Сфигмоманометрия (СФММ) проводилась с помощью диагностической системы Vasera VS-1500; было проведено обследование артерий верхних и нижних конечностей по двум показателям САVI (сердечно-лодыжечный сосудистый индекс) и АВI (лодыжечно-плечевой индекс).

Ультразвуковые исследования (УЗИ) выполнены на ультразвуковом сканере экспертного класса VIVID-q (GE VingmedUltrasound AS, Норвегия) с использованием линейного датчика 4–13 МГц. Проводили пробу эндотелийзависимой вазодилатации в пробе с реактивной гиперемией в плечевой артерии (ПА) по методике D.S. Celermajer et al. [8]. Как нормальная реакция на реактивную гиперемию после реокклюзии расценивали увеличение диаметра ПА на 10 % и более, о наличии эндотелиальной дисфункции свидетельствовали уменьшение степени дилатации или вазоконстрикция [9]. Обследование экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий (БЦА) включало запись измерения билатерально на расстоянии 1 см от бифуркации общей сонной артерии по ее задней стенке в трех позициях (передней, средней и задней продольной). Толщина комплекса интима-медиа (ТКИМ) определялась как расстояние между первой и второй эхогенной линией лоцируемого сосуда. В дальнейшем рассчитывалась средняя ТКИМ с обеих сторон как среднее арифметическое из трех измерений. За увеличение ТКИМ принимались значения от 1,0 до 1,3 мм. Локальные утолщения  $\geq 1,3$  мм расценивались как атеросклеротические бляшки [3].

При клиническом осмотре проводились функциональные пробы с оценкой артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС).

Обработка полученных данных проводилась в среде специализированного пакета Statistica v 10.0, 6.0 фирмы StatSoft (США), Excel Microsoft Windows<sup>XP</sup> 2007 с использованием программного модуля, выполненного в виде макроса MS Excel. Критерий статистической значимости – величина 0,05.

Для оценки связи условий труда с состоянием здоровья работающих использовались эпидемиологические методы исследования, включающие расчет относитель-

ного риска ( $RR$ ) и этиологической доли ответов, обусловленной воздействием фактора профессионального риска ( $EF$ ), которые позволяют изучить причинно-следственные связи между воздействием неблагоприятных факторов производственного процесса и частотой возникновения отдельных видов ответов со стороны здоровья работающих. Для оценки достоверности полученных данных использовался 95%-ный доверительный интервал ( $CI$ ). Наличие связи считается достоверно установленным в случае, если нижняя граница доверительного интервала больше единицы.

Исследование выполнено с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации (ред. 2008 г.), Национального стандарта РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP), правил ICHGCP.

**Результаты и их обсуждение.** Условия труда машинистов ГВМ характеризуются специфическим, технологически детерминированным комплексом вредных производственных факторов: загрязнением воздуха рабочей зоны пылью горной породы, шумом, вибрацией общей и локальной, отсутствием естественного освещения, тяжестью и напряженностью трудового процесса и соответствуют классу «вредный» 3-й степени (3.3). Работы выполняются в ограниченном пространстве при региональной и общей физической динамической нагрузке, нахождении в позе стоя до 60 % времени смены, с комплексным воздействием общей и локальной вибрации. У работников в группе наблюдения условия труда соответствовали классу 3.1 по фактору световая среда.

Статистически достоверных различий по факту употребления алкоголя и табакокурению в группах установлено не было.

Опрос показал неспецифичность жалоб. Наиболее распространенными были лабильность ЧСС и АД, большинство работников жалобы кардиального характера не предъявляли. Утомляемость в конце рабочей смены и снижение работоспособности (в 52,9 % случаев в группе наблюдения и в 12,0 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ). Субфебрилитет с повышением температуры тела до  $37,3^{\circ} \pm 1,3^{\circ} \text{C}$  во второй половине дня отмечали у 12 % работников в группе наблюдения, при отсутствии в группе сравнения.

При обследовании врачами ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» среди работников в группе наблюдения доля АГ в структуре заболеваний системы кровообращения составила 35 %, в группе сравнения – 11 %,  $p < 0,05$  ( $RR = 1,99$ ; 95 %  $CI = 1,0-3,9$ ;  $EF = 47$  %; степень профессиональной обусловленности средняя).

При объективном обследовании уровень систолического АД (САД) у работников в группе наблюдения составил  $149,4 \pm 10,3$  мм рт. ст., в группе сравнения –  $129,4 \pm 12,6$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ), диастолического АД (ДАД) –  $93,2 \pm 7,3$  мм рт. ст. в группе наблюдения,  $82,9 \pm 10,5$  мм рт.ст. в группе сравнения ( $p < 0,05$ ); ЧСС регистрировалась  $86,1 \pm 15,7$  ударов в минуту в состоянии покоя в группе наблюдения и  $75,4 \pm 15,5$  в группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

При проведении функциональных проб у 32,4 % работников группы наблюдения (15,6 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ) по уровню АД были отмечены гипертонические, а у 11,4 % (9,3 % в группе сравнения,  $p = 0,06$ ) – гипотонические состояния.

Результаты лабораторных исследований показали, что гиперхолестеринемия и дислипидемия наблюдались у 48,6 % работников в группе наблюдения, у 37,5 % работников в группе сравнения ( $p > 0,05$ ), гипергликемия – у 56,7 и 58,0 % соответственно ( $p > 0,05$ ). Можно предположить, что отсутствие достоверности отличий при оценке показателей обмена, с одной стороны, обусловлено профотбором в группе

наблюдения, с другой стороны, сопоставимостью групп по образу жизни. Несмотря на то что достоверных различий не получено, обращает на себя внимание, что у работников «вредных условий труда» метаболические нарушения более выражены: общий холестерин  $6,6 \pm 1,2$  ммоль/л в группе наблюдения и  $5,5 \pm 1,28$  ммоль/л в группе сравнения,  $p < 0,05$ ; холестерин липопротеинов низкой плотности  $4,7 \pm 0,6$  ммоль/л в группе наблюдения и  $3,2 \pm 1,2$  ммоль/л в группе сравнения,  $p < 0,05$ ; глюкоза  $6,2 \pm 1,2$  ммоль/л в группе наблюдения и  $5,1 \pm 0,1$  в группе сравнения,  $p < 0,05$ . Оценка антиоксидантной защиты организма показала истощение ресурсов антиоксидантной системы у работников группы наблюдения: уровень малонового диальдегида в группе наблюдения  $3,8 \pm 0,3$  мкмоль/см<sup>3</sup> и  $2,9 \pm 0,1$  мкмоль/см<sup>3</sup> в группе сравнения,  $p < 0,05$ ; антиоксидантной активности плазмы –  $22,4 \pm 1,1$  и  $32,2 \pm 1,8$  % соответственно,  $p < 0,05$ . Повышенное содержание у работников группы наблюдения в 13,9 % случаев оксида азота в сыворотке крови, в 10,5 % случаев гомоцистеина при отсутствии подобных случаев в группе сравнения ( $p < 0,05$ ) свидетельствует о наличии кардиориска и нарушений функции сосудистого эндотелия, обеспечивающего сосудистую регуляцию у машинистов ГВМ.

По результатам ЭКГ у 40,5 % (16,0 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ) зарегистрирован ряд предпатологических состояний (косонисходящая депрессия сегмента ST до 2 мм (40,5 % в группе наблюдения, 9,3 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ), расширение комплекса QRS (32,4 и 16,0 % соответственно, ( $p < 0,05$ ), снижение амплитуды зубца R в грудных отведениях (12,0 и 9,3 % ( $p < 0,05$ ), учащение ЧСС (32,4 и 9,3 %,  $p < 0,05$ ), связанных преимущественно с физической нагрузкой. Нарушения ритма сердца по типу синусовой тахикардии было зарегистрировано у 37,8 % работников в группе наблюдения, у 15,6 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ), вентрикулярной экстрасистолии – у 18,9 и 3,1 % ( $p < 0,05$ ); нарушение проводимости – у 29,7 и у 15,6 % ( $p < 0,05$ ). В 32,4 % случаев у работников в группе наблюдения и в 9,3 % случаев в группе сравнения нарушения сердечного ритма сопровождались метаболическими изменениями в миокарде ( $p < 0,05$ ). По результатам КИГ у этих работников наблюдался дисбаланс в регуляции симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.

Доля работников с патологической реакцией плечевой артерии в группе наблюдения была меньше, чем в группе сравнения (19,18 и 42,42 % соответственно,  $p < 0,05$ ). Это, на наш взгляд, определяется критериями допуска к профессии (отсутствие заболеваний системы кровообращения), однако обращает на себя внимание увеличение темпа снижения реакции эндотелия (до 0,62 % при норме до 0,2 % в год).

Анализ результатов УЗИ БЦА показал, что среднегрупповое значение ТКИМ у работников в группе наблюдения составило  $1,3 \pm 0,1$  мм, ( $0,1 \pm 0,04$  мм в группе сравнения,  $p < 0,05$ ). Показатель ТКИМ в группе наблюдения в зависимости от стажа представлен в табл. 1.

Таблица 1

Анализ показателей исследования брахиоцефальных артерий на экстракраниальном уровне в группе наблюдения в зависимости от стажа

Показатели	Стаж, лет			$p^1$	$p^2$	$p^3$
	до 5	5,1–10,0	> 10			
Толщина комплекса интимамедиа (КИМ)	$0,7 \pm 0,03$	$0,8 \pm 0,03$	$1,1 \pm 0,04$	> 0,05	< 0,05	< 0,05

Примечание:  $p^1$  – различия между 1-й и 2-й группой;  $p^2$  – различия между 2-й и 3-й группой;  $p^3$  – различия между 1-й и 3-й группой ( $p < 0,05$ )



Оценка САVI и АВI методом сфигмоманометрии показала, что средние показатели индексов в группах находятся в пределах физиологической нормы, однако прослеживались межгрупповые различия (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Сравнительные показатели результатов сфигмоманометрии  
в группах наблюдения и сравнения

Анализ	Группа наблюдения			Группа сравнения			p
	n	M	m	n	M	m	
abi left	35	1,096	0,02	32	1,144	0,03	< 0,05*
abi right	35	1,102	0,01	32	1,128	0,02	> 0,05
cavi left	35	6,774	0,16	32	7,276	0,3	< 0,05*
cavi right	35	6,708	0,14	32	7,151	0,3	< 0,05*

Пр и м е ч а н и е : \*p – достоверность различия < 0,05.

Наличие у работников нарушения регуляции сосудистого тонуса свидетельствует о высоком риске формирования артериальной гипертензии, что подтверждается высоким уровнем заболеваемости по результатам ПМО: у 35 % работников впервые выявлены заболевания системы кровообращения (МКБ-10: I 10–11, 20, 25, 67). Предприятие ежегодно теряет до 14 % пожилых работников, что повышает дефицит трудового потенциала при увеличении риска смерти на рабочем месте у высокостажированных работников. Кроме того, теряя квалифицированных работников, в первую очередь работодатель наносит ущерб предприятию за счет снижения возможного дохода, во вторую – самому работнику, снижая его качество жизни, в третью – государству, снижая средний уровень активной жизни.

Для сохранения состояния здоровья и качества жизни лицам предпенсионного возраста работодателю необходимо обеспечить каждому работнику медико-социальную поддержку до формирования клинической картины [1].

**Выводы.** Оценка результатов проведенного обследования функционального состояния системы кровообращения, являющегося критерием допуска к работе при выполнении подземных работ, показала высокую распространенность составляющих метаболического синдрома, морфологические признаки атеросклероза, эндотелиальную дисфункцию и нарушение регуляции сосудистого тонуса, которые следует рассматривать как ранние признаки формирования патологии.

Своевременное выявление и контроль факторов риска позволят улучшить трудовой прогноз работников, занятых на выполнении подземных работ.

### Список литературы

1. Бацьгов Х.А. Реваскуляризация миокарда при инфаркте: региональный опыт // Казанский медицинский журнал. – 2010. – Т. 91, № 3. – С. 316–318.
2. Бухтияров И.В., Рубцов М.Ю., Юшкова О.И. Профессиональный стресс в результате сменного труда как фактор риска нарушения здоровья работников // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 3. – С. 110–121. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.12
3. Дисфункция эндотелия: фундаментальные и клинические аспекты / В.В. Зинчук, Н.А. Максимович, В.И. Козловский [и др.]; под ред. В.В. Зинчука. – Гродно, 2006. – 183 с.

4. Здравоохранение в России: статистический сборник. – М.: Росстат, 2017. – 170 с.
5. Мобильный реаниматологический комплекс для оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим при подземных авариях в шахте / А.С. Голик [и др.] // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2018. – № 3. – С. 58–62.
6. О концепции новых правил безопасности в угольных шахтах с учетом европейских норм / Н.Б. Левкин [и др.] // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: сб. науч. тр. / МакНИИ. – Макеевка-Донбасс, 2005. – С. 182–189.
7. Сайгитов Р.Т., Чулок А.А. Сердечно-сосудистые заболевания в контексте социально-экономических приоритетов долгосрочного развития России // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2015. – № 3. – С. 286–299. DOI: 10.15690/vramn.v70i3.1324
8. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis / D.S. Celermajer, K.E. Sorensen, V.M. Gooch, D.J. Spiegelhalter, O.I. Miller, I.D. Sullivan, J.K. Lloyd, J.E. Deanfield // Lancet. – 1992. – Vol. 7, № 340 (8828). – P. 1111–5.
9. Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine / J.H. Stein, C.E. Korcarz, R.T. Hurst [et al.] // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2008. – Vol. 48, P. 93–111.

## **Оценка функционального состояния эндотелия у плавильщиков титано-магниевых сплавов**

**Т.А. Пономарева, Е.М. Власова,  
О.Ю. Устинова, В.Г. Костарев**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Титано-магниевого производства занимают значимое место в структуре предприятий промышленности. Ежегодная потеря квалифицированного персонала по медицинским показаниям на титано-магниевом предприятии существенно снижает темпы экономического развития отрасли и требует разработки критериев ранней диагностики заболеваний, являющихся основной причиной снижения профессиональной трудоспособности. В результате обследования артериальная гипертензия выявлена у 33 % работников группы наблюдения, 17,6 %  $p < 0,05$  ( $RR$  1,99; 95 %  $CI$  1,01–3,93;  $EF = 47$  %) – группы сравнения. В группе наблюдения число работников с патологической реакцией плечевой артерии было в 19,7 раза больше, чем в группе сравнения (86,7 и 4,4 %,  $p < 0,001$ ). Выявлена ассоциация высокой вероятности снижения прироста диаметра и производственного шума ( $F = 3387$ ;  $R^2 = 0,96$ ;  $p < 0,001$ ), повышенного содержания химических веществ в воздухе рабочей зоны ( $F = 41–54$ ;  $R^2 = 0,27–0,29$ ;  $p < 0,001$ ).

**Ключевые слова:** постокклюзионная проба, работники титано-магниевых производств.

В последние годы ведется поиск информативных критериев – предвестников доклинических нарушений состояния здоровья работников титано-магниевого производства, обусловленных длительным воздействием комплекса вредных производственных факторов [2, 3]. Заболевания системы кровообращения являются основным медицинским противопоказанием к выполнению работ в условиях воздействия определенных факторов при производстве титано-магниевых сплавов. Основной вклад в структуру заболеваемости вносит артериальная гипертензия (АГ). Распространенность АГ в России к 2017 г. выросла с 8251,5 в 2010 г. до 9916,8 на 100 тысяч населения, а уровень первичной заболеваемости АГ – с 609,5 до 954,1 на 100 тысяч населения [1]. Развитие производственно-обусловленных заболеваний зависит как от воздействия факторов производственной, так и социальной среды, а также от состояния функциональных резервов систем жизнеобеспечения организма. Развитие эндотелиальной дисфункции является одним из ключевых механизмов универсальной реакции сердечно-сосудистой системы на негативное воздействие факторов производственной среды.

**Цель исследования** – оценить функциональную активность эндотелия плечевой артерии у работников титано-магниевых производств.

**Материалы и методы.** Группа наблюдения – 95 работников основных профессий титано-магниевого производства, средний возраст  $35,9 \pm 2,8$  г., средний стаж –  $10,1 \pm 2,3$  г. Группа сравнения: инженерно-технические работники предприятия – 68 работников (мужчины), средний возраст  $36,6 \pm 2,5$  г., средний стаж –  $11,9 \pm 2,3$  г. Группы сопоставимы по стажу и возрасту ( $p < 0,005$ ). Все обследованные мужчины.

На базе терапевтического стационара ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в 2016–2018 гг. специалистами проведено обследование работников титано-магниевого предприятия. В ходе исследования проанализированы: результаты специальной оценки условий труда (СОУТ), медицинская документация; проведено общее углубленное клиническое обследование; эпидемиологический анализ; статистическая обработка материала; математическое моделирование. Проведен кардиологический функциональный скрининг. Ультразвуковая оценка вазомоторной функции эндотелийзависимой вазодилатации в пробе с реактивной гиперемией плечевой артерии (ПА) выполнялась по модифицированной методике D.S. Celermajer et al. на ультразвуковом сканере экспертного класса VIVID-q с использованием линейного датчика 7 МГц. Увеличение диаметра ПА после реокклюзии на 10 % и более расценивалось как нормальная реакция на реактивную гиперемию; меньшая степень дилатации или вазоконстрикция свидетельствовали о нарушении функции эндотелия. Расчет чувствительности плечевой артерии производился по формуле

$$K = (\Delta D / D_0) / (\Delta \tau / \tau_0), \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент чувствительности плечевой артерии к изменению механического стимула,  $\Delta D$  – разница между диаметром артерии после реокклюзии и исходным диаметром,  $D_0$  – исходный диаметр артерии,  $\Delta \tau$  – разница напряжения сдвига на эндотелий после реокклюзии и исходным значением,  $\tau_0$  – напряжение сдвига на эндотелий исходное, рассчитанное по формуле

$$\tau = 4\eta V / D, \quad (2)$$

где  $\eta$  – вязкость крови (в среднем 0,05 Пз);  $V$  – максимальная скорость кровотока, см/с;  $D$  – диаметр артерии, см.

**Результаты и их обсуждение.** По результатам СОУТ класс условий труда на рабочих местах обследованных работников группы наблюдения был оценен как «вредный», степень вредности 1–3 (класс условий труда 3.1–3.3). В ходе исследования установлено, что уровень шума превышал предельно допустимый (ПДУ) на 1–7 дБА, уровень общей вибрации был выше ПДУ в 1,4 и 1,7 раза. Температурный режим на рабочих местах группы наблюдения формировал «нагревающий микроклимат» в теплое время года и «охлаждающий» – в холодный период. Концентрация паров хлора и гидрохлорида в воздухе рабочей зоны превышала ПДК в 9,9 и 6,7 раза соответственно, а концентрация взвешенных веществ на рабочих местах была выше ПДК в 1,7–19,8 раза.

В структуре общей заболеваемости АГ составляла 33 % у работников в группе наблюдения и только у 18 % – в группе сравнения,  $p < 0,05$  ( $RR = 1,99$ ; 95 %  $CI = 1,01–3,93$ ;  $EF = 47$  %; степень профессиональной обусловленности средняя).

По результатам ультразвуковой оценки вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии в пробе эндотелийзависимой вазодилатации доля работников с патологической реакцией плечевой артерии в группе наблюдения была достоверно в 19,7 раза больше, чем в группе сравнения (86,7 и 4,4 % соответственно,  $p < 0,001$ ) (таблица).

Межгрупповой анализ функции эндотелия плечевой артерии  
в пробе эндотелий зависимой вазодилатации, %

Реакция диаметра плечевой артерии	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
Прирост диаметра $\geq 10$ %	13,3	95,6	<b>0,001</b>
Прирост диаметра $< 10$ %	86,7	4,4	<b>0,001</b>
Из них отсутствие прироста диаметра	7,69	0	0,05
Парадоксальная вазоспастическая реакция	7,69	0	0,05

Примечание: *p* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения.

Процент расширения сосудов от их исходного уровня характеризует функциональное состояние эндотелия. В группе наблюдения у 8 % обследованных после декompрессии диаметр плечевой артерии не изменился ( $p = 0,05$ ), у 7,7 % отмечалась парадоксальная вазоспастическая реакция ( $p = 0,05$ ). Подобные изменения не отмечались у работников в группе сравнения, что свидетельствует о глубоких нарушениях функции эндотелия при экспозиции комплекса производственных факторов. Среднее значение процента прироста диаметра плечевой артерии в группе наблюдения было в 2,5 раза меньше, чем в группе сравнения ( $5,2 \pm 1,3$  и  $13,5 \pm 1,1$ ,  $p < 0,05$ ), а среднее значение коэффициента чувствительности в 5 раз ниже, чем в группе сравнения ( $0,05 \pm 0,02$  и  $0,27 \pm 0,06$ ,  $p < 0,05$ ). Анализ связи воздействия факторов производства и результатов исследования эндотелийзависимой вазодилатации у работников титано-магниевого производства показал повышение вероятности снижения прироста диаметра плечевой артерии, ассоциированного с производственным шумом ( $F = 3388$ ;  $R^2 = 0,96$ ;  $p < 0,05$ ), а также с повышенным содержанием химических веществ в воздухе рабочей зоны ( $F = 41–55$ ;  $R^2 = 0,26–0,29$ ;  $p < 0,05$ ). При проведении по результатам обследования математического моделирования зависимости с использованием трехмерных моделей «экспозиция – эффект (ответ) – стаж» установлено, что уровень индивидуального риска для производственно-обусловленных болезней системы кровообращения возрастает со стажем и экспозицией (уровнем) производственных фак-

торов. При этом вероятность развития заболеваний системы кровообращения выше при более высокой экспозиции производственного фактора.

Эндотелиальная дисфункция является предвестником заболеваний системы кровообращения. Работников с нарушением функции эндотелия сосудов следует относить к группе риска по развитию АГ. Именно на этом этапе возможна коррекция патологических состояний, что позволит сохранить профессиональную трудоспособность и сократить дефицит квалифицированных кадров. Для работников этой группы предложены индивидуальные рекомендации и групповые программы профилактики в соответствии с критериями риск-ориентированной программы профилактики нарушений здоровья работающих.

**Выводы.** Эндотелиальная дисфункция является предиктором заболеваний системы кровообращения. В условиях экспозиции комплекса производственных факторов основной вклад в развитие нарушения функциональной активности эндотелия сосудистой стенки вносит шум, превышающий ПДУ ( $R^2 = 0,96$ ;  $p < 0,05$ ). Работников с нарушенной функцией эндотелия следует относить к группе, подверженной риску развития болезней системы кровообращения, и проводить медико-профилактические мероприятия по индивидуальным программам.

### Список литературы

1. Здравоохранение в России. 2017: статистический сборник. – М.: Росстат, 2017. – 170 с.
2. Титова Е.Я., Голубь С.А. Современные проблемы охраны здоровья работников крупного промышленного предприятия, работающих в условиях профессиональных вредностей // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 83–90.
3. Шляпников Д.М., Костарев В.Г. Оценка и прогноз профессионального риска у работников предприятия цветной металлургии // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 12. – С. 16–18.

## Способы сохранения функциональных резервов у работающих во вредных (опасных) условиях труда

**М.М. Порошина**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Во вредных (опасных) условиях труда к состоянию здоровья работников предъявляются повышенные требования. Очевидна значимость сохранения резервов организма и мониторинга, осуществляемого с целью раннего выявления дисфункций, связанных с производственной деятельностью человека и предупреждения развития патологического процесса. Истощение функциональных резервов на начальных этапах проявляется напряжением адаптации,

сопровождающимися психофизиологическими, патобиохимическими нарушениями. При продолжительном воздействии комплекса производственных факторов формируются изменения в органах и системах организма, проявляющиеся определенными синдромами (астенический, астеновегетативный, метаболический синдром и др.), которые в дальнейшем трансформируются в определенные нозологические формы.

**Ключевые слова:** функциональные состояния, функциональные резервы, вредные (опасные) условия труда.

Комплексное влияние неблагоприятных производственных факторов приводит к утомляемости, снижению функциональных резервов организма, что является причиной нарушения техники безопасности (повышение производственного травматизма), развития заболеваний, препятствующих продолжению профессиональной деятельности, увеличения смертности трудоспособного населения [1, 3]. Работники опасных и вредных профессий в процессе производственной деятельности находятся в контакте с различного рода производственными факторами, которые в совокупности с многофакторностью антропогенной нагрузки, внутренними факторами риска, десинхронозами способствуют снижению функциональных резервов организма и нарушению адаптации к профессиональной деятельности [4, 6, 7]. Наиболее приоритетными направлениями являются: повышение уровня психофизиологического состояния здоровья, поддержание оптимальной работоспособности, укрепление здоровья работоспособного населения, значительное и устойчивое сокращение числа травм, случаев инвалидности и смерти в результате несчастных случаев на производстве, основных неинфекционных заболеваний (болезни нервной системы, системы кровообращения, болезни органов дыхания, болезни органов пищеварения) [2, 5]. Таким образом, актуальным является сохранение здоровья и трудового долголетия в условиях дефицита финансовых и трудовых ресурсов.

**Материалы и методы.** В клинике профпатологии и медицины труда ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» за период 2010–2016 гг. проведено обследование 157 работников основных профессий вредных и опасных производств Пермского края (группа наблюдения), средний возраст –  $46,3 \pm 9,3$  г., средний стаж работы  $19,2 \pm 9,5$  г., и 107 работников с условиями труда, соответствующими классу 2, «допустимый» (группа сравнения), средний возраст –  $41,4 \pm 8,3$  г., средний стаж работы  $22,1 \pm 7,4$  г. Программа обследования включала анализ медицинской документации (медицинские карты амбулаторного больного единиц, медицинские карты стационарного больного, медицинские карты периодических медицинских осмотров, заключительные акты по результатам предварительных медицинских осмотров (ПМО) работников предприятия), результаты специальной оценки условий труда (карты аттестации рабочих мест), оценку степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой в соответствии с Р 2.2.1766-03<sup>1</sup> с расчетом относительного риска ( $RR$ ) и этиологической доли ответов, обусловленной воздействием фактора профессионального риска ( $EF$ ), 95%-ного доверительного интервала ( $CI$ ), анкетирование по А.М. Вейну, клиническое обследование, нейрофизиологическое тестирования (НФТ), кардиоинтервалографию (КИГ), компьютерную кожную электротермию.

---

Р 2.2.1766-03<sup>1</sup>. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 04.03.2019).

**Результаты и их обсуждение.** Анкетирование по А.М. Вейну показало наличие вегетативных нарушений у 23 % работников в группе наблюдения и у 12 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ). Клинические проявления (приступообразные головные боли, быстрая утомляемость, нарушение сна, нарушение функции ЖКТ) наблюдались у 27 % в группе наблюдения и у 21 % работников в группе сравнения ( $p > 0,05$ ). Анализ результатов КИГ выявил нарушение исходного уровня адаптации у 20 % работников в группе наблюдения (патологическая стабилизация модуляции ритма сердца с переходом его регуляции с рефлекторного, вегетативного уровня руководства на более низкий – гуморально-метаболический), из них у 15,7 % нарушение гомеостаза, у 4,3 % – истощение адаптации (в группе сравнения исходный уровень адаптации нарушен у 6,7 % работников – нарушение гомеостаза).

Нарушения регуляции выявлены у 41,5 % работников в группе наблюдения (снижение реактивности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ПСВНС), снижение реактивности симпатического отдела вегетативной нервной системы (СВНС) в 53 % случаев, повышение реактивности СВНС в 31,3 % случаев; в 9,3 % случаев состояние нейрогуморальной регуляции характеризуется низким уровнем вагальных и симпатических влияний и умеренными гуморально-метаболическими (церебральными эрготропными) влияниями в модуляции сердечного ритма, в группе сравнения – у 48,8 % (снижение реактивности ПСВНС – в 12,5 % случаев, снижение реактивности СВНС – в 27,7 %, повышение реактивности СВНС – в 59,8 %). Вегетативное обеспечение деятельности характеризуется сниженной активацией СВНС у 28 % работников в группе наблюдения, у 11 % в группе сравнения. Адаптационные резервы организма снижены у 44,1 % работников в группе наблюдения, у 31,4 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

Результаты определения функционального состояния методом нейрофизиологического тестирования показали, что у 12 % работников в группе наблюдения и у 2 % в группе сравнения «замаскированная» депрессия ( $p < 0,05$ ). У 27 % работников в группе наблюдения и у 6 % в группе сравнения – признаки утомления ( $p < 0,05$ ), у 5 % работников в группе наблюдения отмечен срыв адаптации и у 3 % – невротическое расстройство личности, при отсутствии подобных случаев в группе сравнения.

Определение кожной температуры тела выявило гипотермию дистальных отделов конечностей у 18 % работников в группе наблюдения и у 7 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ), легкая асимметрия ( $2,7^\circ$ ) наблюдалась у 5 % работников в группе наблюдения, при отсутствии подобного в группе сравнения.

Анализ активности антиоксидантных процессов установил истощение ресурсов антиоксидантной защиты у работников группы наблюдения (доля проб с пониженной АОА крови у работников группы наблюдения – 51,5 %, у работников группы сравнения – 28,3 %; кратность превышения в группе сравнения – 1,8 раза,  $p = 0,01$ ). АОА ( $RR = 1,82$ ; 95 %  $CI = 1,18-2,81$ ;  $EF = 45,06$  %, степень связи нарушений здоровья – средняя).

По результатам оценки риска установлены статистически достоверные причинно-следственные связи для болезней системы кровообращения ( $RR = 2,34$ ; 95 %  $CI = 1,04-5,26$ ;  $EF = 37,23$  – степень связи нарушений здоровья с работой средняя).

Сравнительный анализ заболеваемости работников вредных и опасных производств показал, что в структуре заболеваемости травмы на производстве и в быту составляют 12 %, болезни системы кровообращения – 18 %, болезни органов дыхания, включая острые респираторные заболевания, – 42 %, болезни органов пищева-

рения – 21 %, болезни костно-мышечной системы и соединительных тканей – 19 %. Анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) выявил более высокие показатели у работников вредных (опасных) производств (18,31 случая на 100 работающих), чем у работников вспомогательных профессий и у административных работников (0,9 случая на 100 работающих).

По результатам проведенных исследований среди когорты работников, независимо от стажа трудовой деятельности, выделено 4 группы работников диспансерного наблюдения:

**I группа** – здоровые работники без лабораторных и функциональных отклонений (фаза совершенной долгосрочной адаптации организма);

**II группа** – работники, у которых выявлены отклонения в лабораторных и/или функциональных обследованиях при отсутствии клинических проявлений (фаза напряжения адаптации, формирование несовершенной долгосрочной адаптации);

**III группа** – работники, состояние здоровья которых характеризуется сформированными синдромами (например, гиперхолестеринемия и/или дислипидемия, развитие вторичного иммунодефицита, оксидативного стресса; астенический или астеновегетативный синдромы; полный или частичный метаболическим синдромом), а также выявляемыми при дополнительных обследованиях признаками функционального ремоделирования сосудов; индуцированной гиперреактивности бронхов и др. (фаза нарушения адаптации);

**IV группа** – работники с установленными заболеваниями (например, гипертоническая болезнь, ИБС, цереброваскулярная болезнь, облитерирующие заболевания артерий, хроническая обструктивная болезнь легких и др.).

### Способы сохранения функциональных резервов

**Физическая профилактика** – II–IV группа:

- ◆ здоровый образ жизни: отказ от вредных привычек (курение, алкоголь), режим физической активности с учетом тренированности и выносливости человека, его толерантности к физическим нагрузкам (танцы, аэробика, аквааэробика, теннис, волейбол, баскетбол, плавание, езда на велосипеде, лыжи), прогулки на свежем воздухе 40–60 мин за 2 часа до сна, ежедневная утренняя гимнастика, завершающаяся контрастным душем, закаливание организма;

- ◆ диетическое питание, включающее витамины и минералы, растительную клетчатку, пектин, кисломолочные продукты;

- ◆ гимнастика, солнечные ванны, воздушные ванны, обтирания, обливания;

- ◆ полноценный сон не менее восьми часов в сутки;

- ◆ соблюдение режима труда и отдыха: регламентированные перерывы во время выполнения работы; продолжительность рабочего дня; использование дополнительного отпуска для восстановления функциональных резервов (оздоровление в условиях санатория, санатория-профилактория).

**Психофизиологическая коррекция:**

- ◆ аутотренинг – II–IV группа;

- ◆ психотерапия (индивидуальная, групповая) – III–IV группа;

- ◆ фенамин и его аналоги (первитин, перидрол и др.) – III–IV группа;

- ◆ производные сидномина (сиднофарм, сиднофенин и др.) – IV группа.



### **Медикаментозная профилактика:**

♦ лекарственные средства с общестимулирующим действием на центральную нервную систему (усиливающие расход имеющихся энергетических ресурсов организма) – II группа;

♦ растения с умеренно выраженными стимулирующими свойствами (препараты китайского лимонника, стеркулии, рододендрона и др.);

♦ лекарственные средства, повышающие физическую и умственную работоспособность (способствующие рациональному использованию энергетических ресурсов и даже их накоплению): адаптогены (препараты женьшеня, золотого корня, элеутерококка, левзеи, заманихи, пантокрин и др.) – II–III группа;

♦ препараты и продукты, содержащие энергодающие соединения и субстраты (фосфорилированные гексозы, аминокислоты, янтарная, яблочная, кетоглутаровая кислоты) – III–IV группа;

♦ витаминосодержащие препараты (нейромультивит, В<sub>15</sub> – пангамовая кислота, В<sub>6</sub> – пиридоксин, РР – никотинамид, С – аскорбиновая кислота) – II группа;

♦ антигипоксантами (ингибиторы окисления жирных кислот – мельдоний, парциальные ингибиторы окисления жирных кислот – триметазидин, непрямые ингибиторы окисления жирных кислот – карнитин, сукцинатсодержащие средства – реамбирин,) – III–IV группа;

♦ психоэнергизаторы (препараты, улучшающие клеточный метаболизм (прежде всего – клеток головного мозга: ацефен, гептаминол, деанол) – III–IV группа;

♦ ноотропы (пирацетам, неолпт и др.) – IV группа.

### **Физиотерапевтические методы:**

♦ бальнеотерапия: ванны (жемчужные, минеральные ванны) – II группа, души (циркулярный, веерный, контрастный) – II–III группа;

♦ аэроионотерапия – II–IV группа;

♦ воздействие на биологически активные точки – II–III группа;

♦ общее ультрафиолетовое облучение – II–III группа;

♦ электролечение – III–IV группа;

♦ светолечение – III–IV группа;

**Оздоровление в условиях санатория, санатория-профилактория** (по индивидуальным программам по профилю болезни нервной системы) – II–IV группа.

**Выводы.** Профилактические мероприятия, проводимые на доклинической фазе, могут позволить профилировать снижение функциональных резервов и развитие производственно-обусловленных заболеваний. Отмечено, что после проведения профилактических мероприятий риск ухудшения состояния здоровья снижается. Это проявляется достоверным снижением степени причинно-следственной связи нарушений здоровья у работников, которым были проведены профилактические мероприятия. При анализе заболеваемости с временной утратой трудоспособности установлено, что в группе работников, которые в течение года выполняли медико-профилактические рекомендации, количество случаев временной нетрудоспособности 3,23 случая (40,3 дня) на 100 работающих. В группе работников, которые в течение года наблюдения не выполняли медико-профилактические рекомендации, показатели заболеваемости с временной утратой трудоспособности составили 9,19 случая (49,4 дня) на 100 работающих.

### Список литературы

1. Кнаут П. Продолжительность работы // Энциклопедия по безопасности и гигиене труда. – Международное бюро труда, Минздравсоцразвития России. – М., 2001. – Т. 2. – С. 309.
2. Курзанов А.Н., Заболотских Н.В., Ковалев Д.В. Функциональные резервы организма: монограф. – М.: Изд. дом Академии естествознания, 2016. – С. 96.
3. Медведев Д.С., Филиппов В.Л., Филиппова Ю.В. Общие принципы психофизиологического сопровождения профессиональной деятельности персонала, работающего во вредных, опасных и особо опасных условиях // Актуальные проблемы диагностики, профилактики и лечения профессионально-обусловленных заболеваний: сб. материалов всерос. науч.-практ. конф. – Сочи, 2013. – С. 185–187.
4. Оценка функционального состояния организма стажированных медицинских работников / Е.М. Власова, Ю.А. Ивашова, Ю.Н. Попонина, С.В. Кудлаев // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 12. – С. 10–14.
5. Оценка эффективности профилактических мероприятий по минимизации риска воздействия производственной среды на организм работников при выполнении подземных горных работ / Е.М. Власова, Т.А. Пономарева, С.С. Селезнев, С.В. Сафронов // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 6. – С. 39–42.
6. Состояние вегетативной нервной системы у работников при многосменном режиме труда с ночными сменами / Е.М. Власова, В.Б. Алексеев, А.Е. Носов, Ю.А. Ивашова // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 8. – С. 28–32.
7. Филиппов В.Л., Филиппова Ю.В., Фигурин И.С. Инновационные способы и технологии психотерапии профессионально обусловленных заболеваний // Актуальные проблемы диагностики, профилактики и лечения профессионально-обусловленных заболеваний: сб. материалов всерос. науч.-практ. конф. – Сочи, 2013. – С. 139–141.

## **Анализ здоровья работников нефтеперерабатывающего предприятия (на примере акционерного общества «Антипинский нефтеперерабатывающий завод»)**

**Ю.И. Распопова<sup>1,2</sup>, Г.В. Шарухо<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Управление Роспотребнадзора по Тюменской области,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения РФ,  
г. Тюмень, Россия

Сохранение здоровья работников промышленных предприятий является важной медико-социальной проблемой. В масштабе страны количество людей, занятых на работах с вредными производственными факторами, исчисляется миллионами. В Тюменской области общая численность лиц, занятых в производстве на работах, связанных вредными произ-

водственными факторами, составляет более 285 тысяч человек. Среди работающих с вредными факторами более половины – лица репродуктивного возраста, достаточно высока доля женщин (по официальным данным Тюменьстата на отдельных предприятиях их доля превышает 20 %). По этой причине состояние здоровья исследуемого контингента оказывает влияние на социальные процессы в регионе, отражается на общей продолжительности жизни и социальной активности граждан.

**Ключевые слова:** здоровье, нефтеперерабатывающие предприятия, вредные факторы.

Государственной социальной политикой по охране и восстановлению здоровья работающего населения является система мер, направленных на создание благоприятных условий жизнедеятельности, минимизацию воздействия вредных факторов, сохранение и укрепление физического и психического здоровья работников, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности жизни и трудоспособности [1].

Известно, что основная часть профессиональных заболеваний маскируется в структуре общей заболеваемости [5]. Специфика труда в нефтеперерабатывающей отрасли обусловлена различным воздействием химических и физических факторов. Помимо влияния на развитие хронической соматической патологии вредных производственных факторов свой вклад в снижение качества здоровья вносят климатические факторы, гиподинамия, курение, некоторые диетические привычки, физические факторы производственной среды [2–4].

В этой связи была поставлена **цель исследования** – по данным анкетирования проанализировать состояние здоровья лиц, работающих во вредных условиях труда в АО «Антипинский НПЗ».

**Материалы и методы.** Проведен анализ здоровья всех анкетированных работников, а также отдельно – работников со стажем менее 3 лет и более 5 лет. Для исследования влияния всех факторов рабочей среды на состояние здоровья, независимо от имеющихся заболеваний, использован анализ самооценки работающими своего уровня здоровья по опроснику MOS SF-36. Анализ данных основан на 429 анкетах, заполненных работниками лично. Проведена статистическая обработка 30 459 анкетных данных.

В соответствии с полученными данными установлено: коллектив молодой; средний возраст работников  $32,19 \pm 0,7$  г.,  $Me = 31$ ,  $Mo = 27$  лет. Мужчин – 357 (83,2 %), женщин – 72 (16,8 %). Средний возраст мужчин  $32,89 \pm 0,82$  г.,  $Me = 31$ ,  $Mo = 27$  лет. Усредненный стаж мужчин  $2,87 \pm 0,27$  г.,  $Me = 2$ ,  $Mo = 1$  год. Трудовой потенциал коллектива достаточно высок, но текучесть (движение в/из предприятия) кадров представляется высокой.

Из 429 анкетированных работников 63,17 % считают, что на рабочем месте производственные факторы оказывают вредное влияние на здоровье; 36,83 % не отмечают вредного влияния на здоровье производственных факторов. Факторы рабочей среды, которые (по мнению работников) оказывают неблагоприятное влияние на здоровье, указаны в табл. 1. Большинство работников указали 2–4 фактора, неблагоприятно влияющих на здоровье.

Из табл. 1 следует, что из всех неблагоприятных факторов на первое место работники поставили уровень шума; на второе – углеводороды и общие санитарные условия (отличие в 1,39 %); на третье – организацию трудового процесса.

Работники со стажем менее 3 лет составили 57,11 % от общего числа анкетированных. Средний стаж работника в этой категории  $1,13 \pm 0,07$  г. Средний возраст работников –  $31,00 \pm 0,070$  г. Работники со стажем менее 3 лет из неблагоприятных факторов рабочей среды на первое место поставили углеводороды; на второе – шум; на третье – неудовлетворительные санитарные условия. Однако доля лиц, отметивших санитарные условия как неблагоприятный для здоровья фактор, выше в 1,7 раза по сравнению с мнением всех работников, независимо от стажа (табл. 2).

Таблица 1

Неблагоприятные для здоровья работников факторы рабочей среды  
(по данным анкетирования)

Неблагоприятные для здоровья факторы	Доля от общего числа работников, % (n = 429)
Шум	25,17
Углеводороды и запах серы	13,52
Неудовлетворительные санитарные условия	12,13
Неудовлетворительная организация трудового процесса	9,79
Вибрация	6,99
Компьютеры	3,96
Неадекватная освещенность	3,96
Стекловата	2,33

Таблица 2

Неблагоприятные для здоровья факторы рабочей среды у работников  
со стажем менее 3 лет (по данным анкетирования)

Неблагоприятные для здоровья факторы	Доля от числа работников стажа менее 3 лет, % (n = 245)
Углеводороды и запах серы	23,25
Шум	22,86
Неудовлетворительные санитарные условия	21,22
Организация трудового процесса	8,57
Вибрация	5,31
Компьютеры	4,90
Неадекватная освещенность	3,67
Стекловата	0,47
Отсутствие неблагоприятных факторов для здоровья	36,73

Доля лиц, работающих на предприятии более 5 лет (от 6 до 12 лет), составляет 12,82 % от общего числа анкетированных. Средний стаж в этой группе –  $8,2 \pm 0,17$  г. Средний возраст работников  $37,11 \pm 0,79$  г. Наиболее часто работники с длительным стажем из неблагоприятных факторов отметили шум, углеводороды и вибрацию.

Работающие женщины составляют 16,8 % от всего состава работников – все женщины детородного возраста. Средний возраст  $28,56 \pm 1,24$  г. Средний стаж  $2,47 \pm 0,66$  г. Стаж:  $Me = 1$ ;  $Mo =$  менее года. При этом 43,59 % еще не имеют детей. У родивших женщин в 55,79 % один ребенок, у 37,60 % – двое детей. Трое детей и более – у 6,61 % женщин. Все женщины – лаборанты химанализа. Из неблагоприятных для здоровья факторов рабочей среды женщины наиболее часто указы-

вали шум, необходимость поднятия и переноса тяжестей и неадекватную вентиляцию (табл. 3, 4).

Т а б л и ц а 3

Неблагоприятные для здоровья факторы рабочей среды у работников со стажем 6–12 лет (по данным анкетирования)

Неблагоприятные для здоровья факторы	Доля от числа работников со стажем 6–12 лет, % (n = 55)
Углеводороды и запах серы	20,0
Шум	34,58
Вибрация	10,82
Неудовлетворительные санитарные условия	7,27
Организация трудового процесса	5,45
Компьютеры	1,82
Неадекватная освещенность	7,28
Отсутствие неблагоприятных факторов для здоровья	22,52

Т а б л и ц а 4

Неблагоприятные для здоровья женщин факторы рабочей среды (по данным анкетирования)

Неблагоприятные для здоровья факторы	Доля от общего числа женщин, %
Отсутствие неблагоприятных факторов	27,8
Шум	55,6
Поднятие и перенос тяжестей	13,9
Плохая вентиляция (не работают вытяжные шкафы, сквозняки, непроветриваемые помещения)	12,5
Сухость воздуха в помещении	8,3
Излучение от приборов	2,8
Отсутствие индивидуальных масок со сменным патроном	1,4
Запыленность	1,4
Вибрация	1,4
Слишком яркое освещение	1,4

При опросе 37,5 % женщин указали один неблагоприятный фактор, остальные 2–3 фактора.

Таким образом, ощущают неблагоприятное влияние на здоровье факторов рабочей среды 63,27 % работников со стажем менее 3 лет; 77,48 % работников со стажем 6 лет и более; 63,17 % всех анкетированных работников – независимо от стажа. Производственная деятельность предприятия предполагает вредные для здоровья факторы, связанные с углеводородами и их переработкой (запах, шум). Однако работники отмечают сопоставимо с углеводородами вредное влияние на свое здоровье неудовлетворительных санитарных условий и особенностей организации трудового процесса. Эти факторы следует рассматривать как значимые причинные факторы высокой текучести кадров предприятия. Из всех анкетированных именно работники со стажем менее 3 лет наиболее часто отмечают санитарные условия и организацию трудового процесса как неблагоприятный для здоровья фактор.

Проведен анализ здоровья всех анкетированных работников, а также отдельно – работников со стажем менее 3 лет и более 5 лет. Усредненные показате-

ли возраста работников указанных категорий принадлежат возрастному диапазону 30–40 лет, что соответствует возрастному периоду «зрелый возраст».

Для исследования влияния всех факторов рабочей среды на состояние здоровья, независимо от имеющихся заболеваний, использован анализ самооценки работающими своего уровня здоровья по опроснику MOS SF-36 (англ. Medical Outcomes Study-Short Form, сокр. MOS SF-36) – опросник, предназначенный для исследования неспецифического качества жизни, связанного со здоровьем, вне зависимости от имеющегося заболевания, половых, возрастных особенностей и специфики того или иного лечения.

Физический компонент здоровья. Способность к выполнению разных видов физической нагрузки оценена как физическое функционирование (табл. 5). Усредненные показатели физического функционирования демонстрируют слабое отрицательное влияние здоровья на толерантность к физическим нагрузкам.

Таблица 5

Физическое функционирование, % (оценка по 10 вопросам),  $M \pm m$

Группа	Усредненный показатель	Диапазон, %	Me	Mo
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	96,41 ± 0,69	50–100	100	100
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	92,54 ± 2,71*	50–100	95	100
Все работающие ( $n = 429$ )	96,17 ± 1,95	50–100	100	100

Примечание: \* –  $p < 0,05$  относительно работников со стажем менее 3 лет,  $n$  – количество работников в группе.

Учтено ограничение тяжелой (бег, силовой спорт, поднятие тяжестей) умеренной (уборка, поднять и нести сумку с продуктами, пройти квартал и т.д.) и легкой (наклониться, самостоятельно вымыться, одеться и т.д.) физических нагрузок по состоянию здоровья. Найдена тенденция к ухудшению показателя физического функционирования в зависимости от стажа работы. Стаж 6 лет и более сопряжен с достоверным ухудшением физического функционирования. При этом достоверное ухудшение отмечено для следующих нагрузок (табл. 6).

Таблица 6

Максимально ограничиваемые виды физической нагрузки по состоянию здоровья, баллы,  $M \pm m$

Группа	Вид нагрузки			
	бег, силовой спорт, подъем тяжестей	уборка, сбор грибов, ягод	поднять и нести сумку с продуктами	самостоятельно вымыться, одеться
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	2,63 ± 0,05	2,97 ± 0,02	2,95 ± 0,02	3,00 ± 0,01
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	2,38 ± 0,05*	2,85 ± 0,04*	2,89 ± 0,03*	2,95 ± 0,02*
Все сотрудники ( $n = 429$ )	2,61 ± 0,05	2,97 ± 0,02	2,96 ± 0,02	2,99 ± 0,01

Примечание: \* –  $p < 0,05$  относительно работников со стажем менее 3 лет,  $n$  – количество работников в группе.

Влияние физического состояния на работу, выполняемую в будничной деятельности, оценено как ролевое функционирование (табл. 7).

Таблица 7

Ролевое функционирование, % (оценка по четырем вопросам),  $M \pm m$

Группа	Усредненный показатель	Диапазон, %	Me	Mo
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	$92,69 \pm 1,81$	0–100	100	100
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	$75,91 \pm 8,52^*$	0–100	54,09	100
Все работающие ( $n = 429$ )	$90,79 \pm 2,065$	0–100	100	100

Примечание: \* –  $p < 0,05$  относительно других групп сравнения,  $n$  – количество работников в группе.

В среднем ролевое функционирование у анкетированных работников сохранено более чем на 90 %. Однако у работников со стажем «6 лет и более» ролевое функционирование утрачено достоверно в большей степени по сравнению с остальными группами наблюдаемых. По этой причине за последние четыре недели работники со стажем «6 лет и более» чаще сокращали время на работу, выполняли меньше, чем хотели; были ограничены в выполнении работ; отмечали трудности при выполнении работ (табл. 8).

Таблица 8

Ролевое функционирование, баллы,  $M \pm m$

Группа	Вид нагрузки			
	сократили время на работу	выполнили меньше, чем хотели	ограниченность в выполнении работ	трудности в выполнении работ
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	$1,95 \pm 0,02$	$1,90 \pm 0,03$	$1,94 \pm 0,02$	$1,93 \pm 0,03$
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	$1,71 \pm 0,04^*$	$1,71 \pm 0,04^*$	$1,80 \pm 0,04^*$	$1,82 \pm 0,04^*$
Все сотрудники ( $n = 429$ )	$1,93 \pm 0,02$	$1,88 \pm 0,03$	$1,92 \pm 0,02$	$1,90 \pm 0,03$

Примечание: \* –  $p < 0,05$  относительно работников других групп,  $n$  – количество работников в группе.

Частота возникновения и интенсивность физических болей различной локализации, влияние физических болевых ощущений на занятия повседневной деятельностью, включая работу по дому и вне дома, оценены как «болевого синдром» (табл. 9).

Таблица 9

Снижение качества жизни по причине болевого синдрома, % (оценка по двум вопросам),  $M \pm m$

Группа	Усредненный показатель	Диапазон, %	Me	Mo
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	$7,74 \pm 1,34$	0–70	0	0
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	$12,73 \pm 4,05$	0–60	0	0
Все работающие ( $n = 429$ )	$8,45 \pm 1,36$	0–70	0	0

Примечание:  $n$  – количество работников в группе.

Согласно полученным данным влияние болевого синдрома на качество жизни в среднем незначительное. Усредненные показатели особенностей влияния болевого синдрома на качество жизни указаны в табл. 10.

Таблица 10

Особенности болевого синдрома, баллы,  $M \pm m$

Группа	Интенсивность болевого синдрома	Степень утраты возможности заниматься привычной нагрузкой
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	$1,54 \pm 0,09$	$1,25 \pm 0,05$
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	$1,82 \pm 0,09^*$	$1,45 \pm 0,07^*$
Все работающие ( $n = 429$ )	$1,56 \pm 0,08$	$1,28 \pm 0,06$

Примечание: \* –  $p < 0,05$  относительно работников других групп,  $n$  – количество работников в группе.

Оценка своего состояния здоровья в настоящий момент оценена как «Общее здоровье» (табл. 11). Согласно усредненным показателям, работники оценивают свое здоровье как хорошее. Доля работников, оценивающих свое здоровье как «посредственное» и «плохое», наиболее высока среди лиц, работающих 6 лет и более: стаж менее 3 лет – 4,08 %, стаж 6 лет и более – 23,66 %, все работники – 5,82 %.

Таблица 11

Самооценка сохранности общего здоровья, %  
(оценка по двум вопросам, пяти пунктам),  $M \pm m$

Группа	Усредненный показатель	Диапазон, %	$Me$	$Mo$
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	$49,22 \pm 0,80$	25–75	50	50
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	$46,08 \pm 1,50^*$	0–70	50	50
Все работающие ( $n = 429$ )	$49,19 \pm 0,83$	25–75	50	50

Примечание:  $n$  – количество работников в группе.

Жизнеспособность (подразумевает ощущение себя полным сил и энергии или, напротив, обессиленным) представлена в табл. 12. Усредненный показатель жизнеспособности практически идентичен во всех группах. У большинства работников жизнеспособность из 100 возможных процентов соответствует 50–55 %. Таким образом, имеет место снижение жизнеспособности около 50 %.

Таблица 12

Самооценка жизнеспособности, % (оценка по четырем вопросам),  $M \pm m$

Группа	Усредненный показатель	Диапазон, %	$Me$	$Mo$
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	$52,44 \pm 0,79$	25–90	55	50
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	$52,36 \pm 0,81$	30–75	55	55
Все работающие ( $n = 429$ )	$52,75 \pm 0,82$	25–90	55	50

Примечание:  $n$  – количество работников в группе

Социальное функционирование определяется степенью, которой физическое или эмоциональное состояние ограничивает социальную активность (общение). У анкетированных работников не было найдено достоверных различий влияния состояния здоровья на социальную активность в зависимости от стажа работы на предприятии (табл. 13). Социальное функционирование во всех группах умеренно снижено по причине физического или эмоционального состояния.



Таблица 13

Социальное функционирование, % (оценка по двум вопросам),  $M \pm m$

Группа	Усредненный показатель	Диапазон, %	Me	Mo
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	47,34 ± 0,87	0–75	50	50
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	49,54 ± 1,11	25–75	50	50
Все работающие ( $n = 429$ )	48,33 ± 0,92	0–75	50	50

Примечание:  $n$  – количество работников в группе

Выявлено, что при стаже «6 лет и более» имеет место достоверное отрицательное влияние эмоционального состояния на ролевое функционирование (табл. 14).

Эмоциональное функционирование – влияние эмоционального состояния на ролевое функционирование. У анкетированных работников функция эмоционального функционирования в среднем снижена незначительно. Однако при стаже 6 лет и более влияние эмоционального состояния на ролевое функционирование достоверно отрицательное.

Таблица 14

Эмоциональное функционирование, % (оценка по трем вопросам),  $M \pm m$

Группа	Усредненный показатель	Диапазон индивидуальных значений	Me	Mo
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	93,55 ± 1,78	0–100	100	100
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	81,48 ± 2,98*	0–100	100	100
Все работающие ( $n = 429$ )	92,02 ± 2,02	0–100	100	100

Примечание: \* –  $p < 0,05$  относительно работников других групп,  $n$  – количество работников в группе.

Вследствие эмоционального состояния работники со стажем «6 лет и более» за последние четыре недели явно испытывали затруднения в выполнении профессиональных и иных работ (табл. 15).

Таблица 15

Эмоциональное функционирование за последние четыре недели, баллы,  $M \pm m$

Группа	Утверждение		
	пришлось сократить время на работу	выполнили меньше, чем хотели	выполняли свою работу и другие дела не так аккуратно, как обычно
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	1,95 ± 0,02	1,90 ± 0,03	1,95 ± 0,02
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	1,78 ± 0,04*	1,85 ± 0,04*	1,82 ± 0,04*
Все сотрудники ( $n = 429$ )	1,93 ± 0,02	1,90 ± 0,03	1,94 ± 0,03

Примечание: \* –  $p < 0,05$  относительно работников других групп,  $n$  – количество работников в группе.

Психологическое здоровье – самооценка психического здоровья, характеризует настроение (наличие депрессии, тревоги, общий показатель положительных эмоций).

Анализ психологического здоровья состоял из оценки пяти вопросов: три вопроса отрицательных состояний и два вопроса – положительных состояний.

Оценка (%) суммарного состояния показала, что усредненный показатель настроения в течение последних четырех недель – превышает 50 %, т.е. положительное настроение преобладало (табл. 16). У работников со стажем «6 лет и более» отмечена достоверная тенденция к более частым отрицательным психологическим состояниям.

Таблица 16

Психологическое здоровье, % (оценка по пяти вопросам),  $M \pm m$

Группа	Усредненный показатель	Диапазон индивидуальных значений	Me	Mo
Стаж менее 3 лет ( $n = 245$ )	64,05 ± 0,76	28–84	64	64
Стаж 6 лет и более ( $n = 55$ )	61,24 ± 1,85*	40–76	60	64
Все работающие ( $n = 429$ )	64,02 ± 0,80	28–92	64	64

Примечание: \* –  $p < 0,05$  относительно работников других групп,  $n$  – количество работников в группе.

**Выводы.** Общий уровень здоровья анкетированных работников АНПЗ стабильно хороший, но уровень здоровья работников со стажем менее 3 лет достоверно лучше, чем работников со стажем 6 лет и более. Согласно результатам профилактических медосмотров предприятия, различий в состоянии здоровья работников в зависимости от стажа нет. Однако опросник SF-36 демонстрирует наличие достоверного отрицательного влияния физического и психического здоровья на качество жизни работников со стажем 6 лет и более. Доля работников, оценивающих свое здоровье как посредственное или плохое, наиболее высока среди лиц, работающих 6 лет и более.

Выявлено достоверное отрицательное влияние эмоционального состояния на ролевое функционирование: 30–40 % работников за последние четыре недели регулярно (с периодичностью «большее время», «часто» или «иногда») испытывали отрицательные переживания небольшой интенсивности. Социальное функционирование во всех группах умеренно снижено по причине физического или эмоционального состояния, наблюдается снижение жизнеспособности на 50 %.

По данным анкетирования у работников АНПЗ со стажем 6 лет и более прослеживается достоверное влияние состояния физического и психического здоровья на качество жизни. Учитывая, что средний возраст работников при стаже «менее 3 лет» и при стаже «6 лет и более» практически идентичен и относится к периоду 30–40 лет, социальные особенности в исследованных группах практически однотипны, а медосмотр при устройстве на работу фиксирует хороший уровень здоровья, то данные следует связывать именно со стажем работы на предприятии.

### Список литературы

1. Евдокимов В.И., Попов В.И., Рут А.Н. Проблемы инновационных исследований в гигиене // Гигиена и санитария. – 2015. – № 9. – С. 5–8.
2. Захарова Р.Р., Камемуллина Г.Н., Романов В.С. Условия труда и состояние здоровья работников нефтеперерабатывающих предприятий // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 4. – С. 120–122.
3. Измеров Н.Ф. Актуальные проблемы медицины труда. – 2006. – С. 518.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М., 2018.

5. Производственные риски в структуре профессиональной патологии и возможности их устранения / И.Э. Есауленко, Е.Н. Петрова, Е.Н. Колесникова, О.И. Губина // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 7. – С. 1–4.

## **Научно-методические аспекты оценки, прогнозирования и управления рисками для здоровья работающего населения**

**А.В. Сухова, Л.А. Луценко,  
Л.Л. Гвоздева, Е.Н. Крючкова**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»  
Роспотребнадзора,  
г. Москва, Россия

Системный подход к управлению профессиональным риском здоровью работников должен включать совокупность приемов, процедур и методов, традиционных для гигиены, медицины труда и охраны труда. В то же время такая методология должна быть объединена системным подходом к комплексной оценке производственных факторов и факторов окружающей среды и ориентирована на сохранение качества здоровья трудового коллектива. Этому в значительной степени будут способствовать ответственно планируемые и постоянно осуществляемые производственно-экономические задачи, включая внедрение инновационных технологий и безопасного оборудования.

Сотрудничество организаций разной ведомственной подчиненности на основе тесных и взаимно уважительных контактов будет способствовать сохранению качества трудового потенциала как необходимого компонента успешной производственной деятельности современного передового предприятия.

**Ключевые слова:** риски здоровью, совокупность методов и элементов доказательной базы, медицина труда, производственные факторы, инновационные технологии.

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации является одним из условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду. Одной из приоритетных проблем обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и сохранения здоровья его разных категорий является профилактика негативного влияния на человека физических факторов окружающей и производственной среды, которое носит глобальный характер. Как свидетельствуют ежегодные статистические данные Роспотребнадзора, основное влияние на санитарно-эпидемиологическую обстановку оказывает эксплуатация источников потенциально опасных физических факторов неионизирующей природы на промышленных объектах, территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях (в учебных заведениях, детских и лечебно-профилактических учреждениях) и на транспорте.

В 2016 г. количество объектов, являющихся источниками физических факторов, составляло 1 594 833, из которых было обследовано 97 311 объектов, при этом на 98 % обследованных объектов установлены сочетанные источники различных физических факторов. Удельный вес промышленных предприятий, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, в 2016 г. составил: по уровню шума – 32,7 %, вибрации – 21,1 %, электромагнитным полям – 8,8 %. Проведенные измерения интенсивности физических факторов в динамике за 2014–2016 гг. в целом на объектах надзора (промышленных, коммунальных, транспорта и др.) показали снижение доли обследованных рабочих мест и объектов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по уровню вибрации, электромагнитных полей и шуму с отрицательным темпом прироста по годам [7].

Современный этап развития нашей страны характеризуется интенсивным включением России в мировые интеграционные процессы и ускорением развития инновационных производств, что обуславливает появление новых угроз и опасностей безопасному состоянию производственной и окружающей среды, затрудняющих выполнение стратегических задач по сохранению здоровья нации, снижению уровня смертности, увеличению продолжительности жизни, формированию мотивации для здорового образа жизни. В этой связи сегодня важным является внедрение в практику профилактического здравоохранения (Роспотребнадзор) новых эффективных наукоемких инструментов, обеспечивающих более эффективное управление санитарно-эпидемиологической обстановкой. Один из таких инструментов – методология анализа рисков здоровью населения, связанных с негативным воздействием опасных и вредных производственных факторов. Указанная методология позволяет использовать надежные количественные оценочные критерии с целью обеспечения безопасности для здоровья человека среды обитания, продукции, производственных технологий и процессов, в том числе – при гармонизации законодательных основ, правовых норм, санитарно-гигиенических стандартов и требований [1, 16]. Существующие методические подходы к оценке риска здоровью, с учетом накопленного положительного отечественного опыта и нарабатанной гигиенической практики, нашли отражение в отечественной законодательной базе. Так, в Федеральном законе № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» предусмотрено прогнозирование социальных, экономических и медико-демографических последствий применения санитарных правил, критерии для которых основаны на применении принципа безопасности для здоровья населения.

В «Руководстве по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» (Р 2.2.1766-03) изложена система оценки профессионального риска и сформулированы основные принципы управления профессиональным риском [11].

В стране ведется целенаправленная работа по сближению накопленного в Российской Федерации опыта гигиенических оценок с принципами и методами оценки риска за рубежом [9]. Отечественная методология оценки профессиональных рисков в своих разработках опирается на результаты международного проекта России и Европейского союза: Europe Aid 119764/C/SV/RU «Сближение нормативной правовой базы по охране труда и безопасности»; документы Международной организации охраны труда, которой было рекомендовано: «...определить процедуру оценки риска, как предварительный этап аттестации рабочих мест, выработать минимальные критерии оценки рисков».

В текущее время в нашей стране создана полноценная система управления профессиональными рисками, основанная на идентификации всех опасностей на рабочих местах, их количественной оценки, ведения соответствующих записей, мониторинга проводимых измерений; сформулирована концепция реформы системы охраны труда до 2025 г. [8].

Методология оценки риска здоровью активно используется при решении ряда задач гигиенической оценки ситуации и обоснования санитарно-гигиенических мероприятий самого разного уровня [2]. Наибольшее число исследований по оценке рисков выполняется с целью обоснования размеров санитарно-защитных зон, что определяется наличием правовой базы. Методология оценки рисков здоровью востребована на региональном и муниципальном уровнях при формировании программ безопасного развития территорий (по улучшению качества атмосферного воздуха, водоснабжения населения и др.).

Следует отметить, что широкий перечень исследований выполняется в части оценки профессионально обусловленных рисков здоровью, что крайне значимо в условиях, когда показатель смертности населения трудоспособного возраста в Российской Федерации превышает аналогичные показатели Евросоюза в 4,5 раза [9].

Выявлено, что с внедрением безопасных технологий на отдельных предприятиях снижается риск возникновения профессиональных заболеваний в тяжелой форме, чаще регистрируются заболевания без четких биологических маркеров на основе смешанного профессионального и возрастного генеза, не имеющие четких биологических маркеров. Это – заболевания со стертыми клиническими формами, которые в основном выявляются у высокостажированных работников (стаж 20 лет и более), имеющих также и различные неспецифические нарушения здоровья возрастного характера. Поэтому крайне важное значение придается определению среднестажевого порога риска в сопоставлении с параметрами опасных и вредных факторов на производстве, за пределами которого возникает риск формирования «профессионально обусловленного» (индуцированного) заболевания.

Методология анализа риска здоровью является одним из наиболее динамично развивающихся научных инструментов. Органами и научными учреждениями Роспотребнадзора накапливаются знания о негативных эффектах, возникающих под влиянием отдельных вредных факторов внешней среды, их совокупности и сочетаний. При этом фундаментальные и прикладные научные исследования выполняются в отношении всех этапов анализа риска: идентификации опасности; оценки экспозиции; оценки зависимости: «доза – эффект»; характеристики риска; оценки неопределенности; управления и информирования о рисках. Примером подобных решений может стать законодательно утвержденный контроль аэрозолей в атмосферном воздухе на основе учета параметров дисперсного и компонентного состава пылевых фракций выбросов основных типов производств. Проводимое при этом выделение фракций  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  крайне значимо как для прогноза состояния здоровья населения, так и для более углубленной оценки пылевой экспозиции для работающих при расчете рисков их здоровью [10]. Такие данные актуальны и для научного обоснования предельно допустимых выбросов предприятий, организации и проектирования санитарно-защитных зон.

Сегодня важно сопряжение работ по оценке риска с развитием методов формирования доказательной базы реализации рисков здоровью путем выполнения эпидемиологических или углубленных медико-биологических исследований.

При этом значимым является развитие на базе научных организаций Роспотребнадзора современных химико-аналитических, клеточных, цитогенетических, протеомных, метаболомных и иных наукоемких способов диагностики нарушений состояния здоровья при воздействии вредных факторов производственной и окружающей среды [8].

Современный период социально-экономического развития России требует усиленного внимания к ключевым позициям интенсификации производства и повышения его эффективности. Значимым фактором успешной модернизации отраслей народного хозяйства является ответственное и активное участие работающего населения. Поэтому сохранение трудового потенциала остается одной из первоочередных задач государства.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), свыше 10 тысяч химических веществ и 200 биологических факторов, около 50 физических факторов, почти 20 эргономических условий и видов физических нагрузок, множество психологических и социальных проблем могут быть вредными факторами, способными повышать риск несчастных случаев, болезней или стресс-реакций, вызывать неудовлетворенность трудом, нарушать благополучие, а следовательно, отражаться на здоровье работающего населения [10].

Нарушение здоровья и снижение работоспособности человека могут обусловить существенные экономические потери. В связи с чем эти проблемы могут и должны быть решены как в интересах здоровья и благополучия работающих, так и в интересах экономики и производительности труда. Сложность природы влияния производственной среды на организм работающего человека состоит в том, что производственная деятельность, как и любая сфера деятельности человека, сопряжена с неустранимым наличием риска для человека [14]. В России при внедрении концепции риска в медицину труда исходят из положения, что любой вид труда и жизнедеятельности в производственной и окружающей среде сопряжены с возможностью вредных эффектов для здоровья, количественная оценка которых определяется оценкой риска.

Такой подход, в отличие от парадигмы гигиенического нормирования, предполагает наличие остаточного допустимого риска. Допустимость его (приемлемость) определяется социальными, экономическими, нравственными (деонтологическими) критериями и возможностями профилактики [5]. В Российской Федерации законодательно закреплено (Трудовой кодекс РФ, ст. 209) понятие профессионального риска как вероятности причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору. Однако это определение не в полной мере соответствует общераспространенным представлениям о риске для здоровья, предполагающим необходимость при его оценке осуществлять одновременный учет вероятности воздействия и тяжести последствий. Более корректно определение «риск» трактуется в нормативно-методическом документе (Р 2.2.1766-03) как «сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба» [11].

По определению ВОЗ, под профессиональным риском (ПР) понимается математическая концепция, отражающая ожидаемую частоту и (или) тяжесть неблагоприятных реакций на данную экспозицию. Иными словами, профессиональный риск – это прогностическая вероятность частоты и тяжести неблагоприятных реакций на воздействие вредных факторов производственной среды и трудового про-

цесса. При этом является обязательным факт построения прогноза с помощью математических моделей, основанных на использовании вероятностных характеристик частоты неблагоприятных реакций, которые должны отражать влияние всего спектра воздействующих факторов.

С этих позиций прогнозирование профессионального риска является чрезвычайно сложной задачей.

Научно обоснованный профессиональный риск является элементом предвидения и, следовательно, именно этот показатель должен лежать в основе разработок профилактических мероприятий [6].

На протяжении многих лет отечественные и зарубежные ученые в области гигиены и медицины труда разрабатывают, апробируют и внедряют принцип регламентирования уровней действующих неблагоприятных факторов. Однако это справедливо только для тех нормативов, которые прошли клинико-гигиеническую проверку, а доля их весьма незначительна. Кроме того, комбинированное, комплексное и сочетанное действие факторов, имеющее место в условиях производства, зачастую может нарушать надежность гигиенического норматива, рассчитанного на изолированное воздействие. Это обстоятельство, а также то, что только на ограниченном числе промышленных предприятий соблюдаются уровни гигиенических регламентов, обуславливают возможность (риск) нарушения здоровья и развития профессиональных заболеваний профессиональных и/или производственно-обусловленных.

При анализе частоты тех или иных отклонений в состоянии здоровья отдельных лиц и трудового коллектива в целом может быть использовано бесчисленное множество показателей, каждый из которых можно рассматривать как критерий профессионального риска. Это могут быть неблагоприятные ранние реакции как на уровне биохимических, иммунологических, функциональных изменений, так и при клинически выраженных формах профессиональных и общих заболеваний.

В соответствии с действующим списком профессиональных заболеваний (их выделено более 300), любая нозологическая форма может быть взята в качестве критерия профессионального риска.

В настоящее время разработан и используется расчет профессионального риска при воздействии факторов производственной среды, для которых установлена четкая зависимость «доза – время – эффект» по специфическим клиническим критериям профессионального воздействия. Так, в Научно-исследовательском институте медицины труда была разработана методология и принципиальные подходы к дозовой оценке шумов и вибраций и прогнозирование вероятности развития профзаболеваний от воздействия этих факторов с учетом современных концепций международных организаций – ВОЗ, Международной организации труда (МОТ), Международной организации по стандартизации (ИСО). Авторами рассчитаны сроки «безопасного стажа» для разных уровней воздействия шумов и вибраций; разработаны модели развития вибрационной патологии, в том числе – с учетом интенсивности сопутствующих групповых и индивидуальных факторов риска [10]. В частности, было установлено, что при воздействии вибрации нормативного уровня и стаже работы 10 лет вероятность развития вибрационной болезни (ВБ) составляет 1 %, тогда как при дополнительном воздействии шума уровнем в 100 дБА (без использования средств индивидуальной защиты органа слуха) следует ожидать увеличение риска развития вибрационной патологии в 1,5 раза. Наоборот, при систематическом использовании эффективных наушников риск ВБ снижается в 1,4 раза [10]. Исследова-

ниями Г.А. Суворова с соавт. установлено, что при интенсивном охлаждении, особенно со смачиванием рук (при работе зимой на открытом воздухе), можно ожидать в 3–5 раз большего риска вибрационной болезни. Вместе с тем отягощающее влияние оказывают также и такие факторы, как тяжелая физическая нагрузка; курение, которые примерно в 2 раза увеличивают риск развития вибрационной болезни [10].

Важным направлением совершенствования методологии оценки профессиональных рисков здоровью явилось выделение такого понятия, как профессионально обусловленная заболеваемость, которую рассчитывают, исходя из анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ). Однако ранее применявшаяся для анализа отчетная форма 16-ВН Постановлением Госкомстата России № 82 от 27.07.1996 г. была отменена. Претерпел изменения и больничный лист, являющийся начальным документом для расчета заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ), что затрудняет его использование при оценке профессионального риска.

Воздействие производственных факторов на работников может проявляться изменениями и таких показателей, как уменьшение продолжительности жизни, особенно в трудоспособном возрасте, ранним старением, увеличением смертности.

Рядом авторов была проведена апробация критериев оценки профессионального риска на ряде производств с целью оценки эффективности учета интегральных показателей при использовании различных методических подходов. Как показала практика, величины предложенных критериев колеблются в достаточно широком диапазоне, в связи с чем разработать оценочную шкалу, общую для всех отраслей промышленности, не представляется возможным. Обсуждая такую ситуацию, авторы высказанных позиций полагают, что выходом может быть разработка не единой оценочной шкалы для всех отраслей промышленности, а отраслевой принцип их формирования. При этом важна оценка риска для отдельных профессий на данном предприятии, причем показатели риска должны быть увязаны с критериями оценки величины возмещения ущерба производственного травматизма и профессиональных заболеваний [18].

Применяемая в нашей стране на протяжении многих лет методика оценки профессионального риска (ПР) в зависимости от класса условий труда (по результатам специальной оценки условий труда) и индекса профессиональных заболеваний (ПЗ), согласно Р 2.2.1766-03, содержит определенные упущения, что негативно влияет на адекватность оценки профессионального риска.

К ним относятся следующие позиции:

1. Учитывается только риск профессиональных заболеваний (ПЗ), а вероятность травматизма не рассматривается. В связи с чем делается вывод о том, что на рабочих местах с классом условий труда 1 (оптимальный) профессиональный риск отсутствует вообще (риск равен нулю). Между тем профессиональный риск существует при любой деятельности, что подтверждается, в частности, фиксированием несчастных случаев и травматизма, например, в офисах с классом условий труда 1. Исследованиями также показано, что методика оценки профрисков на основе статистики профзаболеваний не позволяет ранжировать риски в разных видах экономической деятельности.

2. Есть веские основания полагать, что официальная статистика выявленных профзаболеваний не отражает реальной ситуации, что диагностируется и регистрируется лишь малая часть из массы получивших заболевание вследствие воздействия опасных и вредных производственных факторов.



3. Методика Р 2.2.1766-03 не позволяет ранжировать уровень профзаболеваний с учетом специфики конкретного предприятия, конкретного рабочего места и тем более с учетом индивидуальных особенностей здоровья конкретного работника.

Новая методика оценки индивидуального профессионального риска (ИПР), впервые разработанная ЗАО «Клинский институт охраны и условий труда» и далее усовершенствованная «НИИ медицины труда», учитывает условия труда на рабочем месте (по результатам измерений в ходе специальной оценки условий труда и производственного контроля) и состояние здоровья работника. При этом авторы предлагают проводить оценку суммарной вредности и опасности условий труда на рабочих местах при комплексном воздействии различных производственных факторов на основе разработанной интегральной оценки условий труда [12, 13]. В соответствии с предложенным методом, взвешивание классов условий труда, определенных при аттестации рабочих мест, выполняется с помощью присвоения им баллов в зависимости от возможного воздействия факторов рабочей среды на организм работника, характеризуемого индексом профзаболеваний (Ип) [11]. Чем выше балл, тем больше несоответствие фактического состояния условий труда по данному фактору действующим гигиеническим нормативам и тем более выраженным становится опасное и/или вредное его действие на организм.

Согласно комплексному подходу, интегральная оценка условий труда определяется на основе учета трех показателей: 1) показатель вредности (ПВ) условий труда на рабочем месте – характеризует суммарную вредность условий труда на рабочем месте; 2) показатель риска травмирования работника (РТ) на рабочем месте – характеризует опасность условий труда на основе риска травмирования на рабочем месте; 3) показатель защищенности работника средствами индивидуальной защиты (ОЗ) – вводит учет дополнительной меры защиты здоровья работающего лица.

Согласно разработкам специалистов Клинского института охраны труда, в ходе выполнения исследований должен определяться индивидуальный профессиональный риск (ИПР) конкретного работника. С этой целью показатели условий труда на рабочем месте и данные медико-биологических исследований должны быть однозначно связаны с персональными данными работника, т.е. персонифицированы. Сбор персональных данных работников должен производиться с соблюдением действующего законодательства. Для определения величины ИПР требуются данные о возрасте и стаже работы во вредных и (или) опасных условиях труда, исчисляемые в годах. Здесь важно подчеркнуть установленную закономерность о том, что стаж работы во вредных условиях труда хорошо коррелирует с понятием накопленной суммарной дозы воздействия [11].

Под индивидуальным профессиональным риском работника нужно понимать вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанную с исполнением работником обязанностей по трудовому договору (контракту) в зависимости от условий его труда на рабочем месте и состояния здоровья работника.

Профессиональная заболеваемость и производственный травматизм являются основными показателями профессионального риска. Для определения конкретного значения ИПР работника, представляемого в виде одночислового значения, предлагается использовать взвешенное суммирование отдельных параметров. При этом вес отдельных факторов риска предложено определять на основе экспертных оценок. Сумма весовых коэффициентов должна быть равна единице. Разработанная методика расчета ИПР утверждена в качестве методических рекомендаций [4].

В текущий период возрастание значимости государственной политики по защите здоровья человека возлагает все большую ответственность на руководство предприятий по обеспечению безопасных и здоровых условий труда. Сотрудниками нашего Центра совместно с ФГБОУ ВО «Тверская государственная медицинская академия» вышеуказанная методика оценки риска [17] была апробирована на одном из крупных вагоностроительных заводов, на котором была внедрена новая концепция управления предприятием «Бережливое производство». В данной прогрессивной технологии управления первостепенное значение придается успешному решению производственно-экономических задач, основанному на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь [3]. При реализации концепции «Бережливое производство» вопросы санитарно-эпидемиологической и гигиенической безопасности выступают как органическая часть эффективной системы управления производством в целом.

С учетом совокупности полученных материалов нами разработана единая система управления производственным риском здоровью при реализации управленческих решений в рамках концепции «Бережливое производство», которая с гигиенических позиций включает три принципиально значимых направления [17]:

- 1) обеспечение безопасных условий труда на производстве и охрану труда;
- 2) сохранение и укрепление здоровья работников;
- 3) предупреждение и устранение воздействия вредных факторов производства на окружающую среду и здоровье проживающего вблизи предприятия населения.

Результаты интегральной оценки условий труда, выполненной по методике оценки профессионального риска [13], учитывающей комплексное воздействие производственных факторов, позволили оценить уровни профессионального риска в основных производственных подразделениях вагоностроительного завода и у конкретных профессий. Для каждой профессии ведущий фактор риска был различен, и его вклад в величину профессиональной вредности варьировался от 34,8 до 59,3 %.

Расчет прогностического уровня индивидуального профессионального риска работающих был проведен с учетом воздействия следующих факторов: вредные вещества (химический фактор), аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, шум, вибрация, микроклимат, освещенность, тяжесть и напряженность труда. На основании полученных данных были определены проблемные рабочие места, на которые в приоритетном плане руководством предприятия должны быть направлены мероприятия по улучшению условий труда. Полученные результаты позволили представить комплексную интерпретацию величин рисков для здоровья, обусловленных воздействием опасных и вредных факторов производственной среды.

**Выводы.** Рассмотрение представленных данных позволяет утверждать, что системный подход к управлению профессиональным риском здоровью работников должен включать совокупность приемов, процедур и методов, традиционных для гигиены, медицины труда и охраны труда. В то же время данная методология должна быть объединена системным подходом к комплексной оценке производственных и экологических факторов, применением согласованных критериев оценки их вредности и ориентирована на сохранение качества здоровья трудового коллектива. Этому в значительной степени будут способствовать ответственно планируемые и постоянно осуществляемые (при внедрении систематического контроля их выполнения) производственно-экономические задачи, включая внедрение инновационных технологий и безопасного оборудования, в том числе усовершенствованного с учетом соблюдения эргономических требований.

Сотрудничество организаций разной ведомственной подчиненности на основе тесных и взаимно уважительных контактов, позволяющих более оперативно достичь положительного эффекта по совокупным позициям, будет способствовать сохранению качества трудового потенциала как необходимого компонента успешной производственной деятельности современного передового предприятия.

### Список литературы

1. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы всерос. науч.-практич. конференции с международным участием. – Пермь: Книжный формат, 2014. – Т. 1. – С. 42–48.
2. Измеров Н.Ф., Денисов Э.И., Морозова Т.В. Охрана здоровья работников: гармонизация терминологии, законодательства и практики с международными стандартами // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 8. – С. 1–7.
3. Клочков Ю.П. Организация бережливого производства на предприятиях машиностроения: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Ижевск, 2012. – 21 с.
4. Методика расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работников: метод. рекомендации / утв. Научным советом 45 «Медико-экологические проблемы здоровья работающих» 22.06.2011 г. – М., 2012. – 29 с.
5. Методы и технологии анализа риска здоровью в системе государственного управления при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Н.В. Зайцева, А.Ю. Попова, И.В. Май, П.З. Шур // Гигиена и санитария. – 2015. – № 12. – С. 93–98.
6. Нагманов К.И., Бектемиров А.К. Различные аспекты управления профессиональным риском на производстве // Вектор ТГУ. – 2013. – № 3. – С. 365–368.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2017. – 220 с.
8. Онищенко Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Актуальные аспекты анализа риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4–13.
9. Потапов А.И., Ракитский В.Н. Проблемы современной гигиены // Материалы XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М.: Канцлер, 2012. – С. 40–49.
10. Профессиональный риск для здоровья работников: рук-во / под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.: Троянт, 2003. – 448 с.
11. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: руководство / НИИ медицины труда. – М., 2004. – 23 с.
12. Разработка методики интегральной оценки условий труда на рабочем месте с учетом комплексного воздействия производственных факторов с различными классами вредности (гигиеническая оценка условий труда, оценка травмобезопасности, оценка обеспеченности СИЗ) на основе автоматизированной обра-

ботки данных: отчет НИР (заключ.) № 01200853627 / ЗАО «Клинический институт охраны и условий труда «ОЛС-комплект». – Клин, 2008. – 102 с.

13. Разработка «Методики расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника» и «Методики расчета интегрального показателя уровня профессионального риска в организации / Н.Ф. Измеров, Л.В. Прокопенко, Н.И. Симонова, Н.И. Измерова [и др.] // Актуальные проблемы медицины труда: сб. тр. – М.: Реинфор, 2010. – С. 132–162.

14. Роик В. Профессиональный риск: проблемы анализа и управления // Человек и труд. – 2003. – № 4. – С. 1–6.

15. Симонова Н.И. Оценка индивидуального профессионального риска // Охрана труда и пожарная безопасность. – 2015. – № 4. – С. 9–12.

16. Современная демографическая ситуация в стране [Электронный ресурс] // Аналитический материал Федеральной службы государственной статистики. – URL: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/population/demography/> (дата обращения: 09.02.2012).

17. Сохранение здоровья работников при внедрении здоровьесберегающей технологии / Г.Г. Онищенко, В.Н. Ракитский, В.А. Синода, Г.М. Трухина, Л.А. Луценко, А.В. Сухова // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2015. – № 6. – С. 8–12.

18. Сравнительный анализ результатов оценки профессионального риска на основе различных методических подходов / Н.И. Симонова, И.В. Низяева, С.Г. Назаров, Е.А. Журавлева, Н.Н. Мазитова // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 9. – С. 27–31.

## **Анализ состояния репродуктивного здоровья у работниц титано-магниевого производства**

**М.И. Тиунова**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Представлены результаты исследования репродуктивной функции у работниц титано-магниевого производства с целью определения воздействия основных производственных факторов на организм женщины – нагревающего микроклимата и физических перегрузок. По результатам специальной оценки условий труда по факторам нагревающий микроклимат и тяжесть труда соответствует классу 3.1–3.2. Организм женщины чувствителен к сочетанному действию указанных факторов.

У 56,34 % работниц верифицированы заболевания органов малого таза (17,2 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ), у 65,6 % – воспалительные заболевания мочеполовой системы (31,0 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ), 28,1 % женщин прошли обследование по причине бесплодия.

**Ключевые слова:** репродуктивное здоровье, производственные факторы, титано-магниевое производство.

В Указе президента Российской Федерации № 204 от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» правительству Российской Федерации в сфере здравоохранения к 2024 г. необходимо обеспечить снижение показателей смертности населения трудоспособного возраста (до 350 случаев на 100 тысяч населения), смертности от болезней системы кровообращения (до 450 случаев на 100 тысяч населения), младенческой смертности (до 4,5 случая на 1 тысячу родившихся детей), увеличить коэффициент рождаемости, обеспечить всех граждан профилактическими медицинскими осмотрами, сформировать систему мотивации к здоровому образу жизни [11]. «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 г.» рассматривает проблему сохранения репродуктивного здоровья населения (в частности работающего во вредных и опасных условиях труда) как одну из приоритетных задач государства [12]. Здоровье работающих во вредных условиях труда, снижение риска развития нарушений репродуктивного здоровья в условиях экспозиции вредных производственных факторов являются одними из приоритетных направлений медицины труда [1, 2, 5, 13]. В России более 50 % всех работающих во вредных условиях труда составляют женщины, из них большая часть находятся в фертильном возрасте [7, 16].

Вредные факторы производственной среды занимают лидирующее место по влиянию на репродуктивное здоровье [8, 14]. По данным научной литературы в условиях сочетанной экспозиции физических факторов и нагревающего микроклимата регистрируется высокий уровень гинекологической патологии [4, 17].

Условия труда работниц титано-магниевого производства характеризуются сочетанным воздействием тяжести труда и нагревающего микроклимата [10, 18]. При производстве титановых сплавов образуется преобладание теплоизбытков от расплавленного металла, поверхностей оборудования над теплопотерями, что вызывает термическую нагрузку на организм женщин, работающих в «горячих» цехах, а именно на репродуктивную функцию [3, 6, 8, 9].

Нагревающий микроклимат снижает защитные функции организма, способствует развитию воспалительных процессов в органах малого таза, особенно в сочетании с вынужденной рабочей позой «стоя», а также вызывает угнетение гормональной функции яичников. Кроме того, интенсивные тепловые и физические нагрузки ведут к угнетению яичниково-гипоталамо-гипофизарной системы, что способствует развитию осложненной беременности. У женщин, работающих в таких условиях труда, нарушения здоровья встречались 2,5 раза чаще, чем в группе сравнения.

Своевременное выявление нарушений репродуктивного здоровья и проведение медицинских мероприятий – одна из основных концепций демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г. [12].

**Цель работы** – провести анализ репродуктивного здоровья у работниц титано-магниевого производства с целью определения воздействия основных производственных факторов – нагревающего микроклимата и физические перегрузки – на организм женщины.

**Материалы и методы.** Для анализа показателей здоровья работников титано-магниевого производства были сформированы группы наблюдения и группа сравнения. Группу наблюдения составили 32 женщины – машинисты мостового крана, средний возраст группы наблюдения  $36,9 \pm 2,4$  г.; средний стаж работы  $10,3 \pm 1,8$  г. Группу сравнения составили 29 женщин – специалисты отделов, работающие в условиях труда без воздействия вредных производственных факторов;

средний возраст  $37,4 \pm 1,5$  г.; средний стаж работы  $11,5 \pm 2,3$  г. ( $p > 0,05$ ). Группы совместимы по полу, возрасту и стажу.

Оценка условий труда осуществлялась согласно представленным результатам специальной оценки условий труда (СОУТ).

Анализ показателей репродуктивного здоровья работниц титано-магниевого производства проводился по разработанной специалистами ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» программе, которая включала изучение условий труда, производственных и непроизводственных факторов риска, нарушений репродуктивного здоровья, клиническое, лабораторное и функциональное обследования, статистическую обработку полученных результатов.

Лабораторная диагностика (клинический анализ крови, гидроперекись липидов, оксид азота, гомоцистеин сыворотки крови, С-пептид, уровень глюкозы крови, антиспермальные антитела, эстрадиол, кортизол, релаксин, пролактин, фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), глобулинсвязывающие половые гормоны (ГСПГ), микроядерный тест; иммунобиологические методы (IgE общий, иммуноглобулины А, М, G, фагоцитоз, Ig G к титану, акрилонитрилу, эндотелиальные клетки-предшественницы, эндотелиальный фактор роста сосудов, цитологическое исследование эндо- и экзоцервикса); молекулярно-генетическое тестирование (CPOX, металлопротеиназа, цитохром-450, ФНО, NOS, VEGF, p53, рецептор тестостерона, BRCA, ESR1, GSTA4, SOD2, ZMPSTE24 MTHFR, SULT1A1, ANKK1, HTR2A, APOE, SIRT1, TERT) выполнены с помощью автоматического гематологического AcT5diff AL (США, Франция, Beckman Coulter Inc.), биохимического анализатора Konelab 20 (ThermoFisher, Финляндия,); иммуноферментного анализатора Infinite F50 Теса (Австрия). В качестве критериев оценки отклонений лабораторных показателей использованы уровни обследованного контингента группы сравнения, а также средние возрастные физиологические уровни.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) молочных желез и органов малого таза проводилось на аппарате экспертного класса Toshiba VIAMO (Япония) по стандартной методике с использованием конвексного мультимодального датчика.

**Результаты и их обсуждение.** Показатели тяжести трудового процесса на рабочем месте машиниста мостового крана соответствовали 3-му классу, второй степени вредности (3.2). Параметры микроклимата: ТНС-индекс –  $24,7$  °С (ПДУ  $19,5$ – $23,9$  °С) в теплый период года, класс условий труда 3, второй степени вредности (3.2) и  $22,6$  °С (ПДУ  $19,5$ – $23,9$  °С) в холодный период года (допустимый класс условий труда – 2). Класс условий труда в группе сравнения – 2 – допустимый.

По данным анкетирования работниц титано-магниевого производства было выявлено: нарушение менструальной функции (21 % случаев в группе наблюдения, 15 % в группе сравнения,  $p > 0,05$ ); избыточный вес (44 % в группе наблюдения, 13 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ); миома матки (4,0 и 3,5 % соответственно,  $p > 0,05$ ). Анализ акушерской патологии показал, что у работниц группы наблюдения только в 35 % случаев беременность закончилась физиологическим родами (87 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ), 9,3 % женщин в группе наблюдения отмечают наличие внематочной беременности (3,4 % случай в группе сравнения,  $p > 0,05$ ), 18,7 % в группе наблюдения имели фетопланцентарную недостаточность (в группе сравнения – 3,4 %,  $p < 0,05$ ), 34,3 % в группе наблюдения – повышение артериального давления во время беременности (в группе сравнения – 10,3 %,  $p < 0,05$ ),

рождение детей с низким весом в группе наблюдения – 21,9 % (3,4 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ), с избыточным весом – 43,7 % (17,2 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ).

Из медицинской документации установлено, что у 56,34 % работниц в группе наблюдения верифицированы заболевания органов малого таза (17,2 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ), у 65,6 % – воспалительные заболевания мочеполовой системы (31,0 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ); 28,1 % женщин прошли обследование по причине бесплодия, из них у 44,4 % проведено лечение.

Анализ лабораторных данных показал наличие анемии у 25,0 % работниц в группе наблюдения (гемоглобин  $92,6 \pm 8,2$  г/дм<sup>3</sup> в группе наблюдения,  $121,4 \pm 11,8$  г/дм<sup>3</sup> в группе сравнения), в 32,5 % случаев регистрировался анизоцитоз ( $0,50 \pm 0,29$  усл. ед. в группе наблюдения и  $0,15 \pm 0,01$  усл. ед. в группе сравнения,  $p < 0,05$ ). Оценка активности окислительных процессов выявила повышение гидроперекиси липидов ( $445,60 \pm 72,25$  и  $349,56 \pm 51,75$  мкмоль/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,013-0,035$ ) в 67,6 % случаев в группе наблюдения, повышен уровень оксида азота в 47,0 % случаев ( $194,71 \pm 15,93$  и  $118,35 \pm 14,41$  мкмоль/дм<sup>3</sup>,  $p < 0,05$ ). При оценке углеводного обмена обращало внимание повышение С-пептида при нормальном уровне гликемии в 88,0 % случаев в группе наблюдения (17,2 % в группе сравнения,  $p < 0,05$ ); среднее значение выше ( $6,1 \pm 0,5$  нг/см<sup>3</sup> в группе наблюдения,  $3,75 \pm 0,70$  нг/см<sup>3</sup> в группе сравнения,  $p < 0,05$ ). Анализ гормонального статуса выявил повышение среднего значения антиспермальных антител у 22 % работниц в группе наблюдения ( $30,1 \pm 3,1$  Е/см<sup>3</sup> в группе наблюдения,  $22,3 \pm 3,8$  Е/см<sup>3</sup> в группе сравнения,  $p < 0,05$ ) и пролактина ( $237,6 \pm 49,4$  мМЕ/дм<sup>3</sup> в группе наблюдения,  $154,4 \pm 31,2$  мМЕ/дм<sup>3</sup> в группе сравнения,  $p < 0,05$ ); в 15,6 % случаев снижение среднего значения эстрадиола ( $62,51 \pm 21,4$  и  $157,6 \pm 56,62$  пг/см<sup>3</sup> соответственно,  $p < 0,05$ ), фолликулостимулирующий гормон ( $6,1 \pm 2,8$  МЕд/дм<sup>3</sup> в группе наблюдения,  $25,9 \pm 6,7$  МЕд/дм<sup>3</sup>,  $p < 0,05$ ). Оценка активности гипофизарно-тиреоидной и гипофизарно-надпочечниковой систем показала повышение уровня кортизола ( $691,9 \pm 65,5$  и  $235,3 \pm 37,9$  нмоль/см<sup>3</sup>,  $p < 0,05$ ) и снижение содержание релаксина ( $12,1 \pm 6,8$  пг/см<sup>3</sup> и  $32,1 \pm 9,8$  пг/см<sup>3</sup> соответственно,  $p < 0,05$ ).

Изучение мутагенного эффекта производственных факторов выявило повышение частоты цитогенетических нарушений и показателей деструкции ядра (кариорексис) буккальных эпителиоцитов у женщин в группе наблюдения в два раза чаще, чем в группе сравнения ( $2,8 \pm 0,5$ ,  $p = 0,000$ ).

Результаты генетического анализа показали, что у женщин в группе наблюдения генотип характеризовался следующими генами с повышенной полиморфностью: металлопротеиназы MMP, толл-подобного рецептора TLR4, цинк-металлопептидаза ZMPSTE, рецепторов дофамина ANKK1 и серотонина HTR2A, фактора некроза опухоли TNF, глутатион-трансфераза GSTA4, метилентетрагидрофолатредуктазы MTHFR, отвечающих за детоксикацию, иммунную, нервную и эндокринную регуляцию, как за счет гетерозиготного, так и за счет гомозиготного вариантного генотипов ( $p < 0,05$ ).

УЗИ молочных желез выявило различные формы фиброзно-кистозной мастопатии у 65,5 % работниц группы наблюдения, тогда как у работниц группы сравнения 31,4 % ( $p < 0,05$ ). Новообразования молочной железы в ходе исследования не обнаружены. При УЗИ органов малого таза обращала на себя внимание более частые патологические изменения шейки матки (кисты шейки матки, эндоцервицит) в группе наблюдения. У женщин, работающих в условиях воздействия вредных

производственных факторов, эндоцервицит встречался в  $18,8 \pm 3,8$  % случаев, в группе сравнения – в  $8,6 \pm 2,4$  % (кратность превышения – 2,3 раза), кисты шейки матки – в  $35,4 \pm 6,1$ , и  $5,7 \pm 1,2$  % соответственно (кратность превышения – 6,21 раза),  $p \leq 0,05$  (таблица).

Сравнительный анализ патологии шейки матки у работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов, полученный при стандартном ультразвуковом исследовании органов малого таза

Патологический процесс	Группа наблюдения	Группа сравнения	$p^*$
Кисты шейки матки, %	$35,4 \pm 6,1$	$5,7 \pm 1,2$	$< 0,05$
Эндоцервицит, %	$18,8 \pm 3,8$	$8,6 \pm 2,4$	$< 0,05$

Примечание: \* $p$  – достоверность различий.

Учитывая, что патология молочной железы является гормонально зависимой, вероятно, что более высокая распространенность изменений структуры связана с нарушением гормонального статуса у работниц в группе наблюдения. Развитие патологических процессов шейки матки в настоящее время связывают с нарушением нейроэндокринной регуляции [5, 10]. Данные заболевания могут приводить к дисгормональным изменениям в репродуктивной системе, утяжеляя течение мастопатии.

**Выводы.** Организм женщины чувствителен к воздействию нагревающего микроклимата в сочетании с физическими перегрузками.

Нарушения менструального цикла – ранний признак нарушения репродуктивного здоровья женщины. У экспонированных производственным фактором работниц группы наблюдения в 2 раза чаще регистрировались гинекологические заболевания (воспалительные заболевания матки и придатков, доброкачественные новообразования женских половых органов), в 1,5 раза чаще осложнения беременности, в 2,5 раза – бесплодие.

### Список литературы

1. Алимбетова Г.З., Гайнуллина М.К. Профессиональный риск нарушения репродуктивного здоровья женщин-работниц производства искусственных кож // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 12. – С. 31–32.
2. Андреева М.В., Андреева Ю.В. Состояние здоровья женщин и их потомства в условиях многолетней высокой техногенной нагрузки. Охрана репродуктивного здоровья семьи: медико-организационные технологии XXI века: сб. науч. тр., посвященный 25-летию кафедры акушерства и гинекологии Института последипломного образования. – Самара, 2008. – С. 18–22.
3. Байдюк О.Н. Гигиена и физиология труда женщин, занятых в современном производстве суперфосфатов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Омск, 2011. – 24 с.
4. Измеров Н.Ф., Сивачалова О.В. Репродуктивное здоровье работающего населения // Современные медицинские технологии. – 2009. – № 2. – С. 20–24.
5. Измеров Н.Ф., Сивочалова О.В. Охрана репродуктивного здоровья работников // Основные термины и понятия: справочник / Министерство здравоохранения РФ. – М., 2003. – № 11-8/13-09.



6. Киптилов А.В., Неймарк А.И., Лапий Г.А. Особенности заболеваний органов мочеполовой системы у мужчин, работающих на химическом производстве // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 7–2. – С. 315–318.
7. Коновалов И.П. Комплексная диагностика и лечение бесплодия у женщин, работниц металлургической промышленности: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Омск, 2011. – 24 с.
8. Кулаков В.И., Савельева Г.М., Манухин И.Б. Гинекология: национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 1088 с.
9. Медицина труда при производстве и обработке сплавов цветных металлов: монография / О.Ф. Рослый, Н.А. Рослая, Т.В. Слышкина, А.А. Федорук. – Екатеринбург. – 2012. – 223 с.
10. Никитин А.С. Санитарно-гигиеническая характеристика условий труда и состояние здоровья работников предприятия машиностроения // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. – 2010. – № 4.
11. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: указ президента Российской Федерации № 204 от 7 мая 2018 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 09.03.2019).
12. О стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года: указ президента Российской Федерации № 537 от 12 мая 2009 г.
13. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / Н.Ф. Измеров [и др.]. – М.: Тривант, 2003. – 448 с.
14. Саноцкий И.В. Отдаленные последствия воздействия растворителей (гонадотропное, эмбриотропное, мутагенное, геронтогенное // *Медицина труда и промышленная экология*. – 1997. – № 3. – С. 17–20.
15. Сивочалова О.В., Фесенко М.А. Критерии оценки профессионального риска репродуктивного здоровья // *Материалы VI Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье»*. – М., 2006. – С. 136–138.
16. Сивочалова О.В., Фесенко М.А., Денисов Э.И. Медико-биологические и психосоциальные аспекты охраны репродуктивного здоровья работников // *Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания»*. – Пермь, 2014. – С. 487–490.
17. Экополлютанты и репродуктивное здоровье мужчин: от оценки риска до профилактики нарушений / И.Н. Галимов, Э.Ф. Аглетдинов, Э.Ф. Галимова, А.З. Абдуллина, Р.М. Мухамедеянов // *Профилактика нарушений репродуктивного здоровья от профессиональных и экологических факторов риска: мат. междунар. конгресса / под. ред. Н.Ф. Измерова*. – Волгоград, 2004. – С. 6–9.
18. Якупова А.Х. Особенности репродуктивного здоровья работниц современных производств органического синтеза: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2011.

## О системе управления условиями труда и профессиональными рисками работающего населения

**Р.В. Федореев, Д.В. Горяев, И.В. Тихонова**

Управление Роспотребнадзора по Красноярскому краю,  
г. Красноярск, Россия

Представлены предложения по совершенствованию системы профилактики нарушений здоровья работников, гигиенические аспекты сохранения и укрепления здоровья работающего населения, снижения вероятности формирования нарушений здоровья, обусловленных воздействием факторов производственной вредности и трудового процесса.

**Ключевые слова:** охрана труда, периодические медицинские осмотры, профессиональные заболевания, профессиональные риски, социально-гигиенический мониторинг, безопасный стаж работы, предупредительные и оздоровительные мероприятия.

В России созданы научные основы единой государственной системы управления условиями труда, основным инструментом которой является гигиеническая регламентация факторов производственной среды и трудовой деятельности, однако существующие на сегодняшний день проблемы показывают ее низкую эффективность.

Одной из причин низкой эффективности реализации гигиенической части этой системы является тот факт, что разработка регламентов на безопасные уровни воздействия химических, физических и биологических факторов производилась с учетом лишь их изолированного влияния на организм человека, тогда как в реальном производстве работники подвергаются многообразному, поливекторному комплексному, комбинированному и сочетанному влиянию вредных причин и обстоятельств. В перечне причин и низкая эффективность проводимых медико-профилактических мероприятий, в том числе и периодических медосмотров работников, недостаточный контроль над деятельностью лечебно-профилактических учреждений при организации и проведении медицинских осмотров и отсутствие четких критериев эффективности их работы.

Ситуация по реализации системы управления охраной труда в Красноярском крае подобна таковой, складывающейся в Российской Федерации. Так, в течение 2018 г. в Красноярском крае было расследовано 295 случаев впервые установленных профессиональных заболеваний, из них только 26 случаев (или 8,8 %) были выявлены в ходе медицинских осмотров работающих, т.е. только каждый 11 случай. Несмотря на ежегодные медицинские осмотры, работающие вынуждены обращаться самостоятельно в лечебно-профилактические учреждения для оказания профпатологической помощи. Это связано, на наш взгляд, как и раньше, с тем, что многие работающие, стремясь сохранить высокооплачиваемую работу, не предъявляют активных жалоб на медосмотрах, а многие работодатели не заинтересованы в качественном проведении медосмотров и охране труда, считая, что всегда найдут себе новых здоровых работников. Из 114 лечебно-профилактических организаций Красноярского края, осуществляющих медицинские осмотры, в 2018 г. только

4 лечебно-профилактических организации (или 3,5 %) устанавливали подозрения на профессиональные заболевания. Имеются примеры частных медицинских учреждений, осуществляющие медицинские осмотры значительного контингента работающих, которые за весь период своей деятельности ни разу не устанавливали подозрения на профессиональные заболевания при регулярной регистрации профессиональных заболеваний среди осматриваемого ими контингента.

В Красноярском крае лидером по вкладу в промышленное производство является металлургический комплекс. Доля продукции комплекса в стоимостном объеме промышленного производства Красноярского края в 2017 г. составила 45,0 % (добыча металлических руд – 2,0 %, металлургическое производство – 43,0 %). Горно-металлургические предприятия обеспечивают почти 70,0 % регионального экспорта. Доля занятых на предприятиях металлургического комплекса составляет 4,3 % от общей численности населения, занятого в экономике региона. Красноярский край занимает ведущие позиции в России по производству никеля (более 90,0 %), меди (более 40,0 %), первичного алюминия (до 27,0 %), металлов платиновой группы (98,0 %), свинцового концентрата (более 50,0 %), золота (около 20,0 %). Как поставщик цветных и благородных металлов комплекс имеет не только федеральное, но и мировое значение.

Реализация основных направлений стратегии развития металлургического комплекса Красноярского края предусматривает диверсификацию, внедрение инновационных технологий добычи, обогащения руд металлов, их переработки. К 2020 г., по отношению к 2011 г., объемы производства основной номенклатуры цветных металлов увеличатся по никелю до 37,0 % (до 170,1 тысячи тонн), по меди – на 7,0–12,0 % (до 324–340 тысяч тонн), по цинковому и свинцовому концентратам – в 2,2 раза (до 53 и 250 тысяч тонн соответственно). На 55,0–68,0 % увеличится производство первичного алюминия (до 1590 тысяч тонн) и возрастут объемы его переработки (по производству алюминиевого проката в зависимости от сценария – в 5,8–6,8 раза, или до 374–440 тысяч тонн).

Для реализации планов по развитию металлургического комплекса требуется здоровое работоспособное население, при этом, по данным Красноярскстата [1], 30,4 % работников металлургической промышленности подвергаются воздействию комплекса вредных и опасных производственных факторов, включающего нагревающий микроклимат, пыль, наличие огнеопасных, взрывоопасных и ядовитых веществ, шум, вибрацию, электромагнитные поля. При этом, несмотря на существенную модернизацию производства, которая привела к уменьшению доли ручного труда, появлению непрерывных технологических процессов, ряд операций по-прежнему требует непосредственного контроля и участия человека.

Неблагоприятные условия труда являются причиной регистрации профессиональных заболеваний. На предприятия металлургического производства приходится ежегодно около половины от всех впервые зарегистрированных случаев профессиональных заболеваний в Красноярском крае в целом. При этом показатель профессиональной заболеваемости на предприятиях металлургического производства в 2018 г. составил 56,2 случая на 10 тысяч работающих, тогда как в России этот показатель равен 10,5 случая на 10 тысяч работающих. Следует отметить, что на дочерних предприятиях, занимающихся обслуживанием металлургической промышленности, ежегодно регистрируется еще около 30,0 % случаев профессиональных заболеваний.

Существующая система управления профессиональными рисками и социальной защиты работающих металлургической промышленности от неблагоприятного воздействия факторов трудового процесса в современных условиях не дает ожидаемого результата – количество вновь установленных случаев профессиональных заболеваний не снижается. Организация финансирования медико-профилактических услуг по диагностике, предупреждению и раннему выявлению признаков профессиональных заболеваний продолжает осуществляться по остаточному принципу. Управление профессиональными рисками проводится формально, без выполнения оценки профессионального риска, выделения групп риска и разработки дифференцированных схем профилактики и реабилитации. Предупредительные и оздоровительные мероприятия, направленные на профилактику профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний работающих в металлургической промышленности, не приносят необходимого эффекта.

Поэтому в современных социально-экономических условиях необходимо создание действенной государственной системы профилактики нарушений здоровья работающего населения, внедрения системы планомерного формирования навыков и положительной мотивации к здоровому образу жизни на основе новых способов профилактики болезней у лиц трудоспособного возраста.

В сложившейся ситуации представляется целесообразным разработать и внедрить новую концепцию первичной профилактики профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний на основе оценки профессиональных рисков и комплексной физиолого-гигиенической оценки условий труда на конкретном рабочем месте с применением методов прогноза безопасного стажа с учетом индивидуальных особенностей организма работающего [2]. При применении технологических решений с превышением предельно допустимых уровней вредных производственных факторов на рабочих местах, которые невозможно устранить современными методами, необходимо разрабатывать и реализовывать комплексные планы (программы) по улучшению условий труда и проведения санитарно-оздоровительных мероприятий. Целесообразным является также обеспечение контроля над эффективностью проводимых медицинских осмотров работающих с разработкой четких критериев их эффективности.

Результаты оценки профессиональных рисков должны стать отправным звеном при проведении профилактических и оздоровительных мероприятий в отношении работающего населения и управления условиями их труда.

### Список литературы

1. Красноярский краевой статистический ежегодник: стат. сб. № 1.37.2 / Красноярскстат. – Красноярск, 2018.
2. Прогноз безопасного стажа работы на основе новой методологии моделирования производственных условий и оценке суммарного влияния на организм комплекса вредных факторов / Г.Г. Максимов, В.О. Красовский, Е.Р. Абдрахманова, Ю.Г. Азнабаева, И.Л. Газизова // Гигиена труда и профессиональных заболеваний. – 2015. – С. 47–51.

## Оценка и управление риском при различных технологиях применения пестицидов

**Н.Е. Федорова, В.Н. Ракитский,  
И.В. Березняк, А.В. Ильницкая**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»  
Роспотребнадзора,  
г. Мытищи, Россия

Представлена система оценки риска для работающих с пестицидами, позволяющая решать проблему безопасного труда при применении пестицидов в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации. Показана значимость параллельной оценки риска для операторов по экспозиции и по поглощенной дозе, возможности управления риском неблагоприятного воздействия пестицидов на здоровье рабочих.

**Ключевые слова:** пестициды, сельское хозяйство, оценка риска

Среди приоритетных химических загрязнителей окружающей среды особо выделяются пестициды – наиболее эффективные средства защиты растений и животных от болезней и вредителей. Преднамеренность внесения пестицидов в окружающую среду, высокая биологическая активность и способность мигрировать в природных объектах создают определенную угрозу для здоровья человека.

В условиях современного сельскохозяйственного производства работающие могут подвергаться неблагоприятному воздействию химических веществ, в том числе пестицидов. В настоящее время в отечественном сельском хозяйстве разрешено применение около 800 пестицидов. На территории Российской Федерации в 2016 г. было применено 60 тысяч тонн химических средств защиты растений [3]. По данным МОТ, к числу наиболее опасных отраслей для здоровья работников относится сельское хозяйство, в котором занято почти половина рабочей силы планеты (1,3 млрд человек), при этом погибает каждый год до 170 тысяч сельскохозяйственных рабочих в результате аварий, травм, связанных с сельскохозяйственными механизмами, отравлений пестицидами и другими химическими веществами [7].

Учет и регистрация несчастных случаев (травм, острых и хронических отравлений), а также профессиональных заболеваний среди работников сельского хозяйства как в нашей стране, так и во всем мире остаются неполными. В связи с этим сельскохозяйственное производство является более опасным, чем представляется в официальной статистике. Внедрение химических средств защиты растений в практику сельского хозяйства Российской Федерации возможно лишь после их всестороннего токсиколого-гигиенического изучения и гигиенической регламентации, это является основой для предотвращения неблагоприятного влияния пестицидов на здоровье работающих и населения. В соответствии с Федеральным законом «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» ФЗ № 109-1997 [6] в России осуществляются регистрационные испытания пестицидов, по результатам которых делается заключение о возможности их государственной регистрации, дающей разрешение на производство, применение, реализацию, транспортировку, хранение, уничтожение, рекламу, ввоз и вывоз. Регистрационные

испытания включают в себя, наряду с токсикологическими, биологическими, экологическими исследованиями, также «оценку опасности негативного воздействия пестицидов на здоровье людей и разработку гигиенических нормативов, санитарных норм и правил».

Институтом гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора разработан метод оценки риска, включающий унифицированные методические подходы по измерению и оценке реального загрязнения пестицидами воздуха рабочей зоны и кожных покровов, позволяющий оценить степень воздействия пестицидов на работающих по величине экспозиционных уровней и по поглощенной дозе [4]. На основании данных многолетних исследований, проведенных в натурном эксперименте в реальных условиях сельскохозяйственного производства, получена количественная характеристика риска возможного влияния химического фактора (пестицидов) на работающего – оператора, выраженная величиной коэффициента безопасности (КБ).

Метод оценки риска пестицидов – вариант агрегированного риска, который в заключается в определении вероятности вредного для здоровья эффекта в результате поступления одного химического вещества в организм человека всевозможными путями, то есть при комплексном поступлении [9].

Оценка риска пестицидов для операторов – группы работающих, в силу профессиональной деятельности имеющих непосредственный контакт с химическими средствами защиты растений, осуществляется в несколько этапов, общепринятых в методологии оценки риска: идентификация опасности, характеристика опасности, оценка воздействия (экспозиции), характеристика риска [9].

Преднамеренность внесения определенного пестицида в почву, на растения, сельскохозяйственную продукцию, животных для достижения определенной цели, обусловленной назначением данного препарата (гербицид, инсектицид, фунгицид и т.д.), не требует идентификации опасности.

Характеристика опасности как совокупности свойств пестицида, определяющих его способность вызывать неблагоприятные для здоровья эффекты, предусматривает, как и во всем мире, обязательную оценку степени потенциальной опасности каждого препарата путем изучения его токсичности в острых, подострых и хронических экспериментах и классифицируется в соответствии с Российской гигиенической классификацией пестицидов [11]. На основании установления класса опасности с учетом возможного острого, раздражающего, сенсибилизирующего действия, отдаленных эффектов (мутагенность, канцерогенность, тератогенность, репродуктивная токсичность) решается вопрос о возможности дальнейших испытаний пестицидов. Как правило, в России наиболее широко применяются пестициды умеренно и малотоксичные, то есть 3–4-го класса опасности [11].

Оценка экспозиции – один из важнейших этапов, позволяющий оценить поведение пестицида в производственной среде при его применении в реальных условиях сельскохозяйственного производства. Для работающих с пестицидами учитываются наиболее характерные пути воздействия – ингаляционный и дермальный, для чего определяются экспозиции веществ в воздухе рабочей зоны и на коже оператора.

Отбор проб воздуха в рабочей зоне выполняется в соответствии с требованиями руководства Р 2.2.2006-05 [8] и в соответствии с методическими указаниями

на методы определения конкретного вредного вещества в воздухе, утвержденными в установленном порядке.

Смывы осуществляются с наиболее загрязняемых открытых (лицо и шея) и закрытых одеждой участков кожи (кисти и предплечья, грудь, голени). Смывы с кожи и последующие аналитические исследования осуществляются в соответствии с существующими методическими указаниями «Гигиенический и аналитический контроль за загрязнениями кожных покровов лиц, работающих с пестицидами» [10].

Экспозиционные уровни пестицидов в воздухе и на коже оператора определяются в натуральных условиях по наиболее жесткому сценарию при различных технологиях применения препаратов: предпосевная обработка (протравливание) семян и их высев, тракторное штанговое опрыскивание овощных и зерновых культур, вентиляторное опрыскивание садов, авиаобработка, опрыскивание с использованием ручных опрыскивателей и т.д.

В результате исследований, выполненных в институте гигиены и токсикологии пестицидов в последние годы, выявлены наиболее неблагоприятные операции, при которых возможно максимальное поступление пестицидов в производственную среду (в воздух рабочей зоны и на кожу оператора) и, как следствие, повышение риска их влияния на здоровье работающих. Наиболее опасными являются операции, связанные с непосредственным контактом работающих с пестицидами: приготовление рабочих растворов, заправка баков опрыскивателей, затаривание, фасовка и транспортировка обработанных пестицидами семян, пуско-наладочные работы используемой техники, применение ручных опрыскивателей.

Оценка зависимости «доза – ответ» – это поиск количественных закономерностей, связывающих установленное количество вещества в воздухе и на коже с вероятностью возникновения того или иного неблагоприятного для здоровья эффекта. Для работающих с пестицидами на основании зависимости «доза – ответ», полученной в кратковременных и длительных экспериментах на животных, обосновываются ПДК ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) или ОБУВ ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) пестицидов в воздухе рабочей зоны, которые утверждаются в установленном порядке [1].

Уровни загрязнения кожи регламентируются величиной ПДУ ( $\text{мг}/\text{см}^2$ ), установленной экспериментально [2], или расчетного ориентировочного уровня загрязнения кожных покровов ( $\text{ОДУ}_{\text{зкл}}$ ,  $\text{мг}/\text{см}^2$ ), который, согласно МУ 1.2.3017-12 [4], рассчитывается, исходя из величины среднесмертельной дермальной дозы, установленной экспериментально, и ряда коэффициентов, в том числе коэффициента запаса, величина которого определяется классом опасности пестицида, сведениями о специфических и отдаленных эффектах, установленных в многочисленных обязательных стандартных экспериментах.

Характеристика риска – это количественный показатель, определяемый величиной коэффициента безопасности (КБ), включает сопоставление дермального и ингаляционного экспозиционных уровней, определяемых в реальных условиях сельскохозяйственной практики России, с допустимыми уровнями пестицида в воздухе рабочей дозы и на коже, установленными экспериментально или рассчитанными на основании полученных в эксперименте параметров.

Из существующих в отечественной практике критериев оценки риска – гигиенический (априорный) наиболее приемлем для работающих с пестицидами в сельском хозяйстве, поскольку для сельскохозяйственного производства характерно периодическое воздействие химического фактора – пестицидов различного назначения и классов опасности, что затрудняет выявление связи нарушений здо-

ровья работающих с воздействием пестицидов. Критерием оценки риска по экспозиционным уровням пестицидов в воздухе рабочей зоны являются ПДК (мг/м<sup>3</sup>) или ОБУВ (мг/м<sup>3</sup>) [1], для дермальной экспозиции – ПДУ (мг/см<sup>2</sup>) или ОДУ<sub>экп</sub> (мг/см<sup>2</sup>) [1, 2]. Сумма соотношений определяет величину коэффициента безопасности – КБ<sub>сумм</sub>, установленного по экспозиционному уровню.

Помимо гигиенических критериев в последней (третьей) редакции российской модели оценки риска пестицидов для операторов [4] предложено использовать допустимый суточный уровень экспозиции для оператора (ДСУЭО, мг/кг), который устанавливается, исходя из величины недействующей дозы пестицида, установленной в хроническом эксперименте на животных, с учетом коэффициента запаса в зависимости от наличия специфических и/или отдаленных эффектов, аналогично практике установления допустимой суточной дозы (ДСД, мг/кг) для человека.

Риск пестицидов для оператора по поглощенной дозе предусматривает оценку соотношения суммы поглощенных доз пестицида при ингаляционном и дермальном поступлении. Суммарная поглощенная доза рассчитывается с учетом средней величины легочной вентиляции при работе средней тяжести, максимально допустимого времени работы, коэффициента кожной проницаемости, площади кожной поверхности взрослого человека.

Риск воздействия пестицидов для оператора по поглощенной дозе (КБ<sub>п</sub>), так же, как по экспозиции, считается допустимым при величине КБ<sub>сумм</sub> или КБ<sub>п</sub> ≤ 1.

Оценка риска пестицидов для работающих с помощью экспозиционных уровней или поглощенной дозы позволяет выбирать лимитирующий критерий оценки риска с учетом значимости полученных данных. Например, при применении пестицидных препаратов в виде концентрата эмульсии и концентрата суспензии для наземного штангового опрыскивания (обработка низких культур) наибольший риск отмечается по поглощенной дозе: КБ<sub>п</sub> = 0,14 ± 0,07 (КБ<sub>сумм</sub> = 0,06 ± 0,02), что свидетельствует о приоритетном значении поглощенной дозы в оценке риска для оператора. В то же время для некоторых веществ, например, препаратов на основе 2,4-Д кислоты в виде 2-этилгексилового эфира приоритетное значение имеет величина риска, определяемая по экспозиции: КБ<sub>сумм</sub> = 0,25 (КБ<sub>п</sub> = 0,005).

От 8,3 до 37,5 % случаев величины КБ<sub>сумм</sub> и КБ<sub>п</sub> совпадают; в 44,8–85,7 % случаев КБ<sub>сумм</sub> больше в 2–10 раз КБ<sub>п</sub>, в 8,3–26,3 % случаев КБ<sub>п</sub> превышает в 2–30 раз КБ<sub>сумм</sub>.

При применении пестицидов в условиях личных подсобных хозяйств (ЛПХ) значимость оценки риска для пользователей по поглощенной дозе существенно повышается. Учитывая, что пользоваться пестицидами в личных хозяйствах могут практически все, в качестве оценочного критерия риска по поглощенной дозе принимается величина допустимой суточной дозы (ДСД, мг/кг), обоснованная на основании серии подострых и хронических экспериментов, утвержденная в установленном порядке и вошедшая в ГН 1.2.3539-18 [1]. Применение в ЛПХ пестицидов характеризуется наименьшими показателями риска: КБ<sub>сумм</sub> и КБ<sub>п</sub> на уровне 0,01–0,004, что свидетельствует о практически безопасном применении пестицидов при безусловном соблюдении требований безопасности, указанных на тарной этикетке для каждого пестицида.

Важный этап анализа риска – управление риском в российской модели оценки риска пестицидов имеет определяющее значение. Управление риском на стадии регистрационных испытаний пестицидов позволяет прекратить или ограничить воздействие пестицидов на здоровье работающих значительно раньше, чем проявятся негативные последствия этого влияния.



Управление риском воздействия пестицидов на работающего, в отличие от большинства ксенобиотиков, начинается на стадии токсикологической оценки. Абсолютно недопустимо применение в Российской Федерации пестицидов, отнесенных по мутагенному действию в соответствии с гигиенической классификацией пестицидов [9] ко 2-му классу опасности (высокоопасные вещества). Пестициды 2-го класса опасности по другим параметрам токсичности (канцерогенности, тератогенности и др.) могут рекомендоваться для применения на территории России с ограничениями. Работа с пестицидами 2-го класса опасности производится только специалистами по защите растений или под их контролем или лицами, прошедшими специальную профессиональную подготовку, при условии строгой регламентации применения, обеспечивающей безопасность для работающих. К работе с пестицидами 2-го класса опасности по острому, как правило, ингаляционному, воздействию допускаются только сотрудники специальных отрядов, например фумигационных.

Для применения в ЛПХ рекомендуются препараты только 3-го класса опасности (умеренно опасные) или 4-го класса (малоопасные).

В результате превентивной, на стадии испытаний пестицидов, оценки риска устанавливаются дозовые нагрузки, регулируются временные характеристики работ, то есть, по существу, определяются регламенты применения каждого препарата, уточняется содержание специальных инструкций по защите работающих от вредного воздействия изучаемых биологически активных соединений, включая рекомендации по эффективному использованию средств индивидуальной защиты.

Оценка риска является основанием для принятия решений, то есть управления риском, направленным на минимизацию опасности пестицидов для работающих. При установлении величины одного или двух коэффициентов запаса больше допустимой единицы применение пестицида с использованием изучаемой технологии запрещается. Таким образом, установленный риск, превышающий допустимый, позволил запретить применение ряда препаратов или отдельных технологий применения, рекомендовать изменение регламентов применения пестицидов в условиях России, в том числе норм расхода препаратов, ограничение площади обработки или времени работы.

Важнейшим регламентом применения пестицидов, обеспечивающим безопасность для работающих, непосредственно не связанных с пестицидами, являются сроки безопасного выхода людей на обработанные пестицидами площади для проведения механизированных и ручных работ. Этот регламент обоснован в исследованиях для более 1000 препаратов, в том числе более 100 – при применении в ЛПХ.

Единая научно обоснованная модель оценки риска пестицидов, позволяет создать систему гигиенической безопасности применения пестицидов для работников сельского хозяйства, пользователей личных подсобных хозяйств и других отраслей промышленности Российской Федерации.

### Список литературы

1. ГН 1.2.3539-18 Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2018. – 70 с.
2. ГН 2.2.5.2893-11 Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения кожных покровов вредными веществами. – М., 2011. – 8 с.
3. Захаренко В.А. Интегрированное управление фитосанитарным состоянием агроэкосистем в России // Современные системы и методы фитосанитарной экспер-

тизы и управления защитой растений: мат. междунар. конф., Большие Вяземы, 24–27 ноября 2015 г. – Большие Вяземы, 2015. – С. 21–25.

4. МУ 1.2.3017-12. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих: метод. указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 15 с.

5. МУК 4.1.3220-14. Гигиенический и аналитический контроль за загрязнениями кожных покровов лиц, работающих с пестицидами: метод. указания. – М., 2014.

6. О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами: Федеральный закон от 19 июля 1997 года № 109 ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.03.2019).

7. Охрана труда в цифрах и фактах [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ilo.org/public> (дата обращения: 27.03.2019).

8. Р 2.2.2006-05 (приложение 9, обязательное). Общие методические требования к организации и проведению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, пункт 2 «Контроль соответствия максимальным ПДК» // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. – М., 2005. – С. 84–98.

9. 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Роспотребнадзор, 2009. – 143 с.

10. СанПиН 1.2.2584–10. Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов. – М., 2010.

11. СанПиН 1.2.2584–10. Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов. – М., 2010. – 71 с.

## **Вызванный кожно-симпатический потенциал у работников, занятых добычей полезных ископаемых**

**Э.Р. Шайхлисламова, С.А. Галлямова, А.Д. Волгарева**

ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,  
г. Уфа, Россия

Проведено изучение вызванного кожно-симпатического потенциала (ВКСП) у работников, занятых добычей полезных ископаемых, с целью определения характера его изменений в зависимости от степени нарушения функций и уровня поражения вегетативной нервной системы. Были обследованы две группы. В основную группу вошли 100 работников, занятых добычей полезных ископаемых. Их средний возраст был  $40,5 \pm 1,2$  г., стаж  $16,7 \pm 1,2$  г. Контрольная группа состояла из 30 лиц, не занятых во вредных производственных условиях труда. ВКСП регистрировали на аппаратно-программном комплексе «МБН-Нейромиограф-1» в стандартных условиях с обеих кистей и стоп при эмоциональной, физической и ортостатической нагрузках.

У лиц основной группы, в отличие от контрольной группы (где регистрировался трехфазный – I тип), чаще регистрировались II (двухфазный) и III (однофазный) типы ВКСП, при этом отмечалось удлинение латентного периода и снижение амплитуды ВКСП на пораженной стороне.

Полученные данные свидетельствуют о снижении проводимости по потоотделительным волокнам рук и ног, особенно ног (в 58 % случаев), в группе стажированных работников и подтверждают наличие периферической вегетативной недостаточности.

**Ключевые слова:** вызванный кожно-симпатический потенциал, добыча полезных ископаемых.

Добыча полезных ископаемых, в том числе топливных (нефти и газа) и рудных, являются ведущими отраслями в экономике Республики Башкортостан (РБ), и в то же время наиболее неблагоприятными по уровню воздействия вредными производственными факторами, что обуславливает рост числа заболеваний, в частности нервно-мышечной системы [3–5].

Для изучения состояния сегментарного отдела вегетативной нервной системы при поражении нервно-мышечного аппарата применяется метод вызванного кожно-симпатического потенциала [1], являющегося по сути результатом рефлекса, в котором можно выделить три звена: афферентное, центральное и эфферентное [2].

Афферентным звеном являются толстые миелинизированные чувствительные волокна, проводящие возбуждение от места стимуляции до центральных структур, причем время, затраченное на прохождение афферентного звена, составляет не более 20 мс.

Центральные механизмы ВКСП являются полинаптическими. Суммация поступающих афферентных сигналов должна достигнуть определенного порогового уровня, при котором произойдет деполяризация центральных нейронов и возникнет уже эфферентный импульс. Считается, что в генерации эфферентного импульса, обеспечивающего ВКСП, принимают участие нейроны ретикулярной формации среднего мозга, гипоталамуса (преимущественно задних его отделов) и лимбических структур. Время центральной задержки в стандартных условиях составляет 250–300 мс.

Эфферентное звено ВКСП включает несколько участков, характеризующихся разной скоростью проведения возбуждения. Условно его можно разбить на три отрезка.

Первый отрезок представлен вегетативными проводниками от центральных нейронов до клеток (ядер) преганглионарных симпатических нейронов, лежащих в боковых рогах спинного мозга на уровне от T1 до T2. С учетом длины этого отрезка и высокой проводимости по указанным проводникам время прохождения импульсом этого участка не превышает 20 мс.

Второй отрезок эфферентного пути представлен собственно преганглионарными нейронами, начинающимися в боковых рогах и заканчивающимися в паравертебральных ганглиях симпатической цепочки. Эти волокна являются слабомиелинизированными, и потому скорость проведения по ним составляет 15–20 м/с. Поскольку преганглионарные нейроны являются короткими, время прохождения эфферентного импульса по ним не превышает 1–2 мс.

Третий отрезок представлен постганглионарными симпатическими потоотделительными волокнами, оканчивающимися в потовых железах ладоней и стоп. Являясь тонкими немиелинизированными волокнами, постганглионарные нейроны проводят возбуждение со скоростью 1–2 м/с. Учитывая большую их протяженность при такой медленной скорости проведения, время прохождения возбуждения по этому участку эфферентного пути является максимальным и составляет примерно 1,2 с для рук и 1,6 с – для ног.

Поэтому основную часть латентного периода ВКСП составляет время проведения импульса по постганглионарным волокнам. Именно на этом построена трактовка удлиненных латентных периодов ВКСП. Даже незначительное нарушение проводимости явится причиной удлинения латентного периода, в то время как поражение других звеньев рефлекса, обеспечивающего ВКСП, должно быть очень грубым, чтобы это могло отразиться на удлинении латентных периодов.

**Цель работы** – определение характера изменений ВКСП в зависимости от степени и уровня поражения вегетативной нервной системы у работников, занятых добычей полезных ископаемых.

**Материал и методы.** Были обследованы две группы. В основную группу вошли 100 работников, занятых добычей полезных ископаемых. Их средний возраст составил  $40,5 \pm 1,2$  г., стаж  $16,7 \pm 1,2$  г. Контрольная группа состояла из 30 лиц, не занятых во вредных производственных условиях труда.

Обе группы обследованы в четырех различных состояниях: 1) для снятия фоновых показателей – в полном покое после 15-минутного отдыха; 2) при моделировании эмоционального стресса – угрозы удара электрическим током; 3) во время физической изометрической нагрузки – сжимания динамометра с силой, равной 30 % от максимальной; 4) во время ортостатической пробы – в период от 25-й до 30-й минуты от начала пробы.

Моделирование эмоционального стресса проводилось с учетом известной связи ВКСП и эмоционального состояния. Физическая нагрузка использовалась как фактор, способствующий усилению эрготропных влияний и определенным образом включающий механизмы теплопродукции (мышечная работа) и теплоотдачи (потоотделение).

Ортостатическая проба применялась для моделирования симпатической активности, направленной на поддержание артериального давления и использующей для этого симпатические вазоконстрикторы кожи, которые находятся в тесной функциональной связи с потоотделительными волокнами.

ВКСП регистрировали на аппаратно-программном комплексе «МБН-Нейромиограф-1» в стандартных условиях с обеих кистей и стоп, кожные электроды накладывались на ладонную и тыльную поверхность кистей и на подошвенную и тыльную поверхность стоп. В качестве раздражителя использовали электрический импульс длительностью 0,1 с, который подавался на область запястья, иногда на указательный палец правой руки. Для стандартизации ВКСП силу тока раздражающего импульса принимали равной двойному значению силы тока, пороговому для вызова потенциала.

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследования у здоровых исследуемых как на руках, так и на ногах выявлен в основном трехфазный характер ВКСП (I тип). Достоверных различий между латентным периодом и амплитудой ВКСП, регистрируемых с левых и правых конечностей, в группе здоровых лиц не установлено.

У большинства работников основной группы, в отличие от контрольной, чаще регистрировались II (двухфазный) и III (однофазный) типы ВКСП, при этом отмечалось удлинение латентного периода и снижение амплитуды ВКСП на пораженной стороне.

Форма ВКСП на руках была чаще трехфазной, на ногах – чаще двухфазной или однофазной.

При эмоциональной, физической и ортостатической нагрузках в контрольной группе ВКСП существенно не изменялись. Однако в большинстве случаев ВКСП достоверно отличались от фоновых показателей и в целом характеризовались тенденцией к укорочению латентного периода и увеличению амплитуды как на руках, так и на ногах (таблица).

Средние значения ВКСП ( $M \pm m$ )

Условие исследования	Исследуемые конечности	Основная группа		Контрольная группа	
		ЛП <sub>ср.</sub>	A <sub>ср.</sub>	ЛП <sub>ср.</sub>	A <sub>ср.</sub>
Фон	Руки	1,68 ± 0,13	232,99 ± 10,22	1,42 ± 0,12	336 ± 10,2
	Ноги	2,58 ± 0,06	147,97 ± 6,69	2,04 ± 0,17	232 ± 6,15
Нагрузки: 1	Руки	1,41 ± 0,12*	269,35 ± 4,15*	1,30 ± 0,05*	368 ± 3,05*
	Ноги	1,76 ± 0,41	186,08 ± 7,09	1,84 ± 0,09*	246 ± 1,01*
2	Руки	1,49 ± 0,25	251,02 ± 6,21	1,38 ± 0,13	355 ± 1,05*
	Ноги	1,89 ± 0,75	124,82 ± 4,18	1,35 ± 0,25*	212 ± 2,01*
3	Руки	1,38 ± 0,15*	210,09 ± 2,01	1,32 ± 0,05*	311 ± 1,01*
	Ноги	1,97 ± 0,57	109,99 ± 7,32	1,83 ± 0,08*	195 ± 2,45*

Пр и м е ч а н и е : нагрузки: 1 – эмоциональная; 2 – физическая; 3 – ортостатическая; ЛП<sub>ср.</sub> – средние показатели латентного периода, с.; A<sub>ср.</sub> – средние показатели амплитуды, мкВ; \* – достоверное отличие от фоновых показателей,  $p < 0,05$ .

Следовательно, изменения ВКСП при эмоциональной, физической и ортостатической нагрузках можно условно назвать феноменом «сжатия пружины», имея в виду сокращение латентного периода и увеличение амплитуды, сопровождающиеся эрготропной активацией и уменьшением центральной задержки.

Аналогичные изменения у работников, занятых добычей полезных ископаемых, встречались значительно реже, у них наблюдались случаи удлинения латентного периода и снижения амплитуды ВКСП, что свидетельствует о недостаточности периферических вегетативных структур.

В целом в структуре ВКСП у работников основной группы просматриваются два накладывающихся друг на друга процесса, запускаемых общим стимулом. Один из них связан с уменьшением потоотделения в ответ на стимуляцию и представлен первой и третьей фазой. Другой процесс связан с увеличением потоотделения и представлен лишь второй фазой.

Полученные данные об изменениях параметров ВКСП (в 58 % случаях) свидетельствуют о снижении проводимости по потоотделительным волокнам рук и ног, особенно ног, у стажированных работников, занятых добычей полезных ископаемых, и подтверждают наличие периферической вегетативной недостаточности, которая коррелирует ( $r = +0,8$ ) с выраженностью сенсорных и моторных нарушений периферических нервов при стимуляционной электронейромиографии. Сенсорно-моторные и вегетативные нарушения развивались параллельно и представляли собой единый процесс, связанный с системным нейродинамическим дисбалансом.

С другой стороны, постоянная активность потовых желез, которую мы наблюдаем при гипергидрозе, возможно, приводит к снижению их реактивности. Увеличение латентного периода на руках и ногах в группе рабочих с выраженными вегетативно-сосудистыми кризами без снижения амплитуды ВКСП (в 16,0 % случаев) может свидетельствовать о диффузном, но умеренном поражении потоотделительных волокон, в то время как увеличение латентного периода и значительное (в 41,0 % случаев) снижение амплитуды ВКСП коррелирует с выраженностью вегетативных нарушений и свидетельствует об избирательном снижении проводимости по потоотделительным волокнам рук и ног.

**Выводы.** В целом можно сказать, что метод ВКСП обладает большой информативностью для оценки состояния вегетативных потоотделительных волокон,

и его применение весьма значимо для комплексного исследования вегетативной нервной системы, особенно сегментарного отдела.

### Список литературы

1. Влияние изменения вегетативной нервной системы на степень выраженности болевого синдрома при вертеброгенной патологии поясничного отдела позвоночника у горнорабочих / Ш.Б. Баттаков [и др.] // Нейрохирургия и неврология Казахстана. – 2010. – № 4. – С. 37–38.

2. Одинак М.М., Шустов Е.Б., Коломенцев С.Е. Методология инструментального изучения вегетативной нервной системы в норме и патологии // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2012. – № 2. – С. 145–152.

3. Структура и динамика профессиональной заболеваемости в Республике Башкортостан / А.Б. Бакиров, Э.Р. Шайхлисламова, Э.Т. Валеева, Г.Г. Гимранова, Р.Р. Галимова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 4. – С. 40–44.

4. Факторы и показатели профессионального риска при добыче нефти / Г.Г. Гимранова, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Н.А. Бейгул, Э.Р. Шайхлисламова // Вестник РГМУ. – 2014. – № 1. – С. 72–75.

5. Факторы рабочей среды и трудового процесса на предприятиях цветной металлургии республики Башкортостан и профессиональное здоровье работников / А.Б. Бакиров, Р.М. Такаев, Н.С. Кондрова, Э.Р. Шайхлисламова // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 7. – С. 4–10.

## Определение особенностей патологии сердечно-сосудистой системы у работников горнодобывающего производства, использующих оборудование с высокой степенью износа

**А.А. Щербаков**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Для определения особенностей патологии сердечно-сосудистой системы у работников горнодобывающего производства, использующих оборудование с высокой степенью износа, были проведены исследование и анализ сердечно-сосудистой системы с целью оценки влияния вегетативной нервной системы на функции возбудимости, проводимости и автоматизма сердца путем холтеровского мониторирования ЭКГ, а также анализ суточного артериального давления по результатам мониторирования АД. В группу наблюдения включены 26 человек, работающих с наиболее изношенной техникой и оборудованием. Группу сравнения, работаю-

шую с новой техникой и оборудованием, составили 29 человек. Установлено, что работа машинистов горных выемочных машин, осуществляющаяся с использованием существенно изношенного оборудования, приводит к достоверно, в 1,3–3,5 раза, более выраженному угнетению вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы с глубокими нарушениями адаптационно-компенсаторных механизмов, в том числе в виде частой наджелудочковой экстрасистолии и стабильной систолической, а также лабильной диастолической артериальной гипертензии, характеризуется в 2,1 раза более частыми подъемами диастолического артериального давления в ночное время.

**Ключевые слова:** горнодобывающее производство, сердечно-сосудистая система, стресс.

В настоящее время существенная часть работников горнодобывающего производства трудится на рабочих местах, не полностью отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям и имеющим высокий износ техники и оборудования, являющийся следствием наиболее распространенной меры по снижению затрат на функционирование производства – экономии [4]. По данным Росстата, уровень заболеваемости болезнями сердечно-сосудистой системы последние десять лет стабильно возрастает и на текущий момент составляет около 3800 случаев на 100 тысяч взрослого населения [3]. Раннее выявление сердечно-сосудистой патологии, обусловленной действием вредных производственных факторов, в том числе и хронических стрессовых состояний, является актуальной задачей, способствующей предупреждению развития тяжелых форм патологии, снижению уровня инвалидности и смертности в трудоспособном возрасте [2].

**Цель исследования** – определить особенности сердечно-сосудистой патологии у работников горнодобывающего производства, использующих оборудование с высокой степенью износа.

**Материалы и методы.** В исследовании участвовали 55 работников (мужчины) в возрасте до 53 лет, осуществляющие рабочую деятельность машиниста горных выемочных машин (машинист ГВМ). Все обследованные были подразделены на две группы. В группу наблюдения включены 26 человек, работающих с наиболее изношенной техникой и оборудованием (износ свыше 50 %). Группу сравнения, работающую с новыми техникой и оборудованием (износ менее 25 %), составили 29 человек. Группы были сопоставимы по возрастному и социально-экономическому показателям. Критерий исключения из групп исследования – наличие острой или хронической патологии в стадии обострения.

Исследование и анализ сердечно-сосудистой системы с целью оценки влияния вегетативной нервной системы на функции возбудимости, проводимости и автоматизма сердца выполнены с помощью диагностической системы суточной регистрации ЭКГ по Холтеру Microvit MT-101 и программы анализа MT-210 (Schiller, Швейцария). Холтеровское мониторирование выполнялось после междуменного периода отдыха, длительность исследования соответствовала продолжительности рабочей смены. Динамику оценивали у одних и тех же рабочих один раз в месяц на протяжении 3 месяцев.

Исследование и анализ суточного артериального давления (АД) проведены с использованием диагностической системы BR-102 plus и программы анализа MT-300 (Schiller, Швейцария). Мониторирование АД выполнялось после междуменного периода отдыха, длительность исследования – 24 часа. Динамику артериального давления оценивали у одних и тех же рабочих один раз в месяц на протяжении 3 месяцев.

Обработка результатов исследований осуществлялась с помощью параметрических методов вариационной статистики. Для оценки достоверности полученных

результатов использовали критерий Фишера (оценка относительных результатов статистических исследований) и критерий Стьюдента (сравнение групп по количественным признакам). Различия считались статистически достоверными при  $p < 0,05$  [1].

**Результаты и их обсуждение.** Анализ данных холтеровского мониторинга выявил в группе наблюдения снижение функции возбудимости за счет угнетения симпатической (rMSSD, pNN50) и парасимпатической (SDNN, SDNNind, SDANN) составляющих вегетативной регуляции сердечного ритма, что свидетельствует о глубоких нарушениях адаптационно-компенсаторных механизмов у обследованных работников. При сравнительном анализе ВНС у обследованных работников в группе наблюдения выявлено в 1,2–1,7 раза достоверно большее угнетение функции парасимпатической ( $p < 0,05$ ) и в 1,7–3,5 раза достоверно большее угнетение симпатической ( $p < 0,05$ ) составляющих вегетативной регуляции сердечного ритма по отношению к группе сравнения. Это указывает на большую ареактивность ВНС в группе наблюдения. Нарушений функции проводящей системы сердца в исследуемых группах не отмечено. Изучение функции автоматизма выявило следующие изменения: на фоне резкого ослабления вегетативной регуляции основного водителя ритма произошла активация нижележащих водителей ритма, что привело к появлению частой наджелудочковой экстрасистолии у обследованных группы наблюдения (табл. 1).

Таблица 1

Состояние вегетативной нервной системы (ВНС) у машинистов ГВМ группы наблюдения и группы сравнения, мс (по данным холтеровского мониторинга)

Анализ ВРС	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
SDANN день (мс)	63,5 ± 9,1	85,8 ± 12,9	0,007
SDNN день (мс)	88,8 ± 8,7	113,1 ± 12,3	0,002
SDNN ночь (мс)	81,7 ± 18,4	123,7 ± 27,6	0,01
SDNNidx день (мс)	57 ± 6,9	67,2 ± 4,9	0,018
SDNNidx ночь (мс)	52,3 ± 11,3	90,1 ± 21,3	0,001
SDNNidx сутки (мс)	58,3 ± 6,5	74,2 ± 13	0,021
pNN50 ночь (%)	5 ± 1,9	17,4 ± 8,2	0,002
rMSSD ночь (мс)	33,3 ± 9,5	57,2 ± 14,9	0,005
Наджелуд э/систоли (кол-во)	84,7 ± 79,4	1,7 ± 1,3	0,043

Примечание: *p* – достоверность различий с группой сравнения.

Сравнительная характеристика СМАД обследованных работников выявила пограничные значения среднесуточного систолического АД, повышенные показатели нагрузки давлением (индекс времени) систолического и диастолического АД в группе наблюдения. Суточные индексы времени АД, бывшие в группе наблюдения достоверно, в 2,4–2,8 раз выше, чем в группе сравнения, ( $p < 0,05$ ) свидетельствуют о наличии стабильной систолической (индекс времени больше 50 %) и лабильной диастолической (индекс времени больше 25 %) артериальной гипертензии (табл. 2).

Оптимальные значения суточного индекса (dipper, over-dipper) систолического АД в группе наблюдения выявлялась в 1,4 раза чаще, чем в группе сравнения ( $p = 0,58$ ), диастолического АД – преобладали в группе сравнения ( $p = 0,78$ ). Наиболее неблагоприятный тип суточного индекса (night-peaker) диастолического АД встречался в группе наблюдения в 2,1 раза чаще, чем в группе сравнения ( $p = 0,31$ ) (табл. 3).



Таблица 2

Состояние артериального давления (АД) у машинистов ГВМ групп наблюдения и сравнения, мм рт. ст. (по данным СМАД)

Анализ СМАД	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
САД среднее днем	138,4 ± 8,2	123,2 ± 19,8	0,06
САД среднее ночью	134,4 ± 8,7	126,3 ± 18,6	0,74
САД среднее за сутки	136,4 ± 6,4	122,9 ± 8,4	0,04
ДАД среднее днем	79,5 ± 5,2	84 ± 3,9	0,13
ДАД среднее ночью	79,4 ± 5,7	76	0,23
ДАД среднее за сутки	79,3 ± 3,4	79,5 ± 3,8	0,93
Индекс времени САД сут.	65,3 ± 28,8	23,5 ± 20,5	0,004
Индекс времени ДАД сут.	46,3 ± 29,6	19,5 ± 13,6	0,01

Примечание: *p* – достоверность различий с группой сравнения.

Таблица 3

Состояние артериального давления (АД) у обследованных машинистов ГВМ, % (по данным СМАД)

Значения суточного индекса, %	АД	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	<i>p</i>
Нормальные значения: dipper, over-dipper	САД	43	30	0,58
	ДАД	43	50	0,78
Non-dipper	САД	28,5	50	0,37
	ДАД	14	30	0,44
Night-peaker	САД	28,5	20	0,68
	ДАД	43	20	0,31

Примечание: *p* – достоверность различий между группами.

**Выводы.** Таким образом, доказано, что работа машинистов ГВМ, осуществляющаяся с использованием существенно изношенного оборудования, приводит к достоверно, в 1,3–3,5 раза, более выраженному угнетению вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы с глубокими нарушениями адаптационно-компенсаторных механизмов, в том числе в виде частой наджелудочковой экстрасистолы и стабильной систолической а также лабильной диастолической артериальной гипертензии, характеризуется в 2,1 раза более частыми подъемами диастолического артериального давления в ночное время.

### Список литературы

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. – М., Практика, 1998. – 59 с.
2. Ключков В.А., Данилов А.Н. Современное состояние доклинической диагностики артериальной гипертензии // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 1–7. – С. 1480–1485.
3. Статистический сборник 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god> (дата обращения: 11.04.2019).
4. Условия эксплуатации технических устройств на объектах горнорудной промышленности / Р.А. Андреев, С.Е. Доронин, С.В. Тюрин, И.Н. Зяблов // *Наука, техника и образование*. – 2015. – № 11 (17). – С. 43–46.

## Проблема минимизации профессионального риска дерматологической патологии у работающих во вредных производствах

**И.В. Яцына, А.В. Истомин, Л.М. Сааркопель**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»  
Роспотребнадзора,  
г. Мытищи, Россия

Условия труда основных профессиональных групп производства вторичных драгоценных металлов, связанные с воздействием многокомпонентного промышленного аэрозоля и нагревающего микроклимата, определяют высокий уровень относительного риска развития у работников дерматологических заболеваний.

Этиологическая доля производственных факторов в формировании болезней кожи и подкожной клетчатки достигает при отдельных нозологических формах 88,8 %, что доказывает высокую степень их профессиональной обусловленности.

Доказана эффективность применения эмоленгов в дополнение к существующим стандартам лечения и профилактики хронических аллергодерматозов и экзем у рабочих производства вторичных драгоценных металлов.

**Ключевые слова:** дерматологические заболевания, производство вторичных драгоценных металлов, эмоленги.

В структуре заболеваний кожи и подкожной клетчатки ведущее место занимают аллергодерматозы и хронические заболевания сложной этиологии – аллергический и атопический дерматит, экзема и пр. К значимым факторам риска данных заболеваний кожи относятся воздействие промышленных аллергенов [1, 2, 5]. В частности, в металлургическом производстве многокомпонентные промышленные аэрозоли определяют априорный риск формирования у работников профессиональных дерматозов [3].

**Целью данного исследования** стала оценка профессионального риска дерматологической патологии у работников вредных производств (на примере металлургической отрасли) и обоснование комплексных профилактических мероприятий.

**Материалы и методы.** Для верификации профессионального риска формирования кожных заболеваний изучены производственные факторы и показатели здоровья рабочих предприятия производства (аффинажа) вторичных драгоценных металлов (ОАО «Щелковский завод вторичных драгоценных металлов»). Оценка дерматологической заболеваемости проводилась в двух группах наблюдения. Первая (основная) группа состояла из рабочих металлургических цехов различных специальностей (281 работающий). Вторая группа (контрольная) включала работников заводоуправления, не имеющих непосредственного контакта с ведущими производственными факторами (86 человек).

Расчет показателя вредности (ПВ) определялся в баллах в зависимости от классов условий труда, установленных на основе измерения и оценки уровней факторов производственной среды и трудового процесса. Количественная оценка риска здоровью работников проведена с расчетом индивидуального профессионального

риска (ИПР), отношения шансов ( $OR$ ), относительного риска ( $RR$ ), этиологической доли ( $EF$ ).

Оценка ИПР рабочих основных профессий производства вторичных драгоценных металлов учитывала вероятность утраты здоровья или смерть, связанные с исполнением работником обязанностей по трудовому договору (контракту) в зависимости от условий труда на его рабочем месте и состояния здоровья работника. При расчете ИПР учитывали результаты интегральной оценки условий труда на рабочем месте работника, возраст, состояние здоровья, трудовой стаж работника во вредных и (или) опасных условиях труда. Показатель ИПР рассчитывался в соответствии с основными положениями «Методики расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника» и «Методики расчета интегрального показателя уровня профессионального риска в организации» Клинского института охраны и условий труда, с учетом числа случаев травматизма и вновь выявленных случаев профзаболеваний рабочих конкретных профессий по данным ОАО «Щелковский завод драгоценных металлов».

Оценка эффективности лечебно-профилактических мероприятий проведена в параллельных группах (опытная и контрольная) с подбором пар ( $n = 50$ ). Основными показателями оценки эффективности являлись дерматологические индексы EASI (Eczema area and severity index), VAS (Visual analog scale), DLQI (Dermatology life quality index) [2, 6].

**Результаты и их обсуждение.** Трудовая деятельность рабочих производства (аффинажа) вторичных драгоценных металлов сопровождается сочетанным воздействием неблагоприятных производственных факторов: прежде всего, химического, пылевого и кислотного; повышенных температур; шумового фактора. В процессе дугового режима плавления высока вероятность контакта с оксидами металлов ( $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $SiO_2$ ), а также пылевыми фракциями твердых окислителей ( $NaNO_3$ ,  $NH_4NO_3$ ). Массивным пылевыделением сопровождаются вспомогательные процессы чистки оборудования и замены сеток на грохотах. Таким образом, на предприятии высока доля рабочих мест с вредными условиями труда по химическому фактору (класс 3.1).

Расчет показателя вредности (ПВ) позволил выявить профессии наибольшего риска и ранжировать их по интегральному показателю вредности и опасности.

Наиболее высокую оценку по уровню вредности имели профессии аппаратчика в производстве драгоценных металлов, работающих на опытно-промышленном участке и участке передела опробования серебросодержащего сырья и электронного лома, электролитического растворения меди (ПВ = 12) цеха аффинажа драгоценных металлов. Эти профессии относятся к рангу 3 с «неприемлемо вредными» условиями труда (ПВ от 7 до 14). К этому же рангу, но с меньшим показателем (ПВ = 8), относятся профессии оператора по обслуживанию ПГУ установок на участке эксплуатации ПГУ установок, обработки растворов, шихтоподготовки и ремонта вентиляции; укладчика-упаковщика на складе готовой продукции, плавильщика и мастера на участке вторичного золота, плавильщика на участке вторичного серебра, аппаратчика в производстве драгоценных металлов и укладчика-упаковщика порошков на участке порошков и солей.

В цехе подготовки и обслуживания аффинажного производства к рангу 3 с «неприемлемо вредными» условиями труда отнесены профессии водителя погрузчика (гараж), водителя автопогрузчика (участок складского хозяйства и транспорта),

аппаратчика воздуходеления и слесаря-ремонтника (очистные сооружения и обратное водоснабжение), ПВ = 8.

Лидирующий вклад в показатель вредности (ПВ) из семи учитываемых групп факторов (химический фактор, шум, вибрация, микроклимат, освещенность, тяжесть труда, напряженность труда) вносил химический фактор (от 20 до 25 % у 29 профессий). Причем у таких профессий, как аппаратчик, в производстве драгоценных металлов он сочетался с воздействием шума и неблагоприятного микроклимата; плавильщик – с воздействием нагревающего микроклимата; укладчик-упаковщик – с тяжестью труда, оператор по обслуживанию ПГУ установок – с воздействием шума.

Ежегодное количество случаев производственного травматизма составляло от 0 до 2 случаев в год с тяжестью последствий травмы (по длительности ВУТ) не более месяца. Коэффициент, учитывающий количество травм (Кс), варьировался от 1,0 до 1,2; тяжесть последствий травмы (Кт) – 1. Значение показателя заболеваемости (Пз) было принято для всех профессий за 1, поскольку за анализируемый период согласно ежегодным заключительным актам по результатам периодического медицинского осмотра, случаи впервые выявленных профессиональных заболеваний отсутствовали, а отмечались лишь общие заболевания, препятствующие продолжению работы (выдавались рекомендации временного отстранения от работы и проведения амбулаторного обследования).

В результате расчета индивидуального профессионального риска (ИПР) работника установлено, что показатель ИПР для основных профессий цеха подготовки и обслуживания аффинажного производства лежал в интервале от 0,56 до 0,67, что, согласно интервальной шкале индивидуального профессионального риска, относится к очень высокому риску. Показатель ИПР для основных профессий цеха аффинажа драгоценных металлов варьировался от 0,56 до 0,79, что также отнесено к очень высокому риску и объяснялось тем, что у большинства профессий присутствуют от 1 до 3 факторов с классом вредных условий труда 3.1

Наиболее высокие показатели индивидуального профессионального риска выявлены у профессии аппаратчика в производстве драгоценных металлов (ИПР = 0,69÷0,79), слесаря-ремонтника (0,71), плавильщика (0,65÷0,69), укладчика-упаковщика порошков (0,69).

В целом же индивидуальный профессиональный риск вторичного производства драгоценных металлов определялся, прежде всего, высокой долей работников основных профессий с вредными условиями труда по химическому фактору.

В структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) заболевания кожи и подкожной клетчатки (по МКБ10 L00-99) по числу случаев нетрудоспособности занимали пятое ранговое место (8,9 %) и третье – по дням нетрудоспособности (17,5 %). В цехе подготовки и обслуживания аффинажного производства и цехе аффинажа драгоценных металлов заболеваемость работающих болезнями кожи и подкожной клетчатки была значительно выше, чем в других подразделениях (23,0–26,0 и 1,0–3,8 случая на 100 работающих соответственно) и составляла в структуре ЗВУТ от 12,3 до 14,5 %.

Формирование дерматологической заболеваемости на заводе происходило за счет контактных дерматитов, экзем, дисгидрозов, микотической инфекции и кератодермий. При этом, в отличие от других классов болезней, число случаев кожных заболеваний по основным цехам предприятия имело четкую тенденцию к росту.

Установлено, что в цехе подготовки и обслуживания аффинажного производства при уровне относительного риска (ОР) по общей заболеваемости с ВУТ, равном 1,38, ОР по болезням кожи и подкожно-жировой клетчатки составил 22,88. В цехе аффинажа драгоценных металлов при ОР по общей заболеваемости с ВУТ, равном 1,83, ОР по болезням кожи и подкожно-жировой клетчатки составил 25,77, что говорит о контактном механизме возникновения дерматологических заболеваний и их профессиональной обусловленности.

Результаты профилактических медицинских осмотров позволили установить, что относительный риск и отношение шансов развития дерматологических заболеваний в производственной группе достаточно велики ( $RR = 2,31$ ;  $OR = 3,31$ ). Величина этиологической доли ( $EF$ ), равная 56,8 %, также достоверно свидетельствует о высокой степени профессиональной обусловленности кожных заболеваний при вероятности статистической ошибки менее 5 % ( $p < 0,05$ ):  $\chi^2 = 15,38 > \chi^2_{\text{табл.}} = 3,8$ .

Детализация структуры выявленной патологии кожи показала, что ведущие ранговые места занимают дерматит и экзема (40,1 % в совокупности), характеризующиеся высокими величинами относительного риска ( $RR = 8,96$ ). Отношения шансов развития этих болезней в опытной группе по отношению к группе сравнения ( $OR = 11,6$ ), а также значительная величина этиологической доли производственных факторов в формировании патологии, соответствующая почти полной профессиональной обусловленности ( $EF = 88,8$ ), при  $\chi^2 = 15,49 > \chi^2_{\text{табл.}} = 3,8$  ( $p < 0,05$ ). Установлена зависимость распространенности кожных заболеваний от стажа, что подтверждает достаточно высокий коэффициент аппроксимации линейной регрессионной модели ( $R^2 = 0,71$ ,  $p < 0,05$ ).

Высокий профессиональный риск дерматологических заболеваний продиктовал необходимость оптимизации лечебно-профилактических мероприятий, для чего у 50 рабочих основных цехов оценена клиническая эффективность эмолентов – наружных препаратов нового поколения, содержащих керамида, липиды, мочевины, незаменимые жирные кислоты и витамины (крем «Скин-актив» и крем «Липобейз») при аллергодерматозах и экземах на фоне проактивной терапии (мометазона фураотом в комбинации с препаратом «Липобейз»). В контрольной группе проводилась только проактивная терапия.

Во время проведения проактивной терапии по истечении 28 недель наблюдения в основной группе дерматологические индексы (EASI, DLQI, VAS) снизились на 87,5–95,9 % без достоверных различий между основной и контрольной группами. В результате применения эмолентов в качестве монотерапии в течение последующих 20 недель в основной группе отмечены достоверные снижения индексов EASI, DLQI, VAS ( $p < 0,05$ ), как по сравнению с днем начала лечения, так и по отношению к окончанию проактивной терапии (EASI до 0,6, DLQI и VAS – до 0). В контрольной группе по истечении последующих 20 недель индексы оставались стабильными и составляли  $2,1 \pm 0,1$ ;  $1,1 \pm 0,4$  и  $0,1 \pm 0,05$  соответственно.

Таким образом, исследования применения эмолентов показали, что для восстановления липидной мантии и барьерной функции кожи они имеют более высокую эффективность по отношению к стандартной схеме лечения.

Следует также отметить, что материалы исследований явились основой разработки комплекса современных технологий оздоровительных мероприятий, включающих целевое использование лечебно-профилактического питания работающих с применением линейки новых специализированных диетических профилактиче-

ских продуктов питания отечественного производства, эффективность которых предполагается оценить на следующем этапе работы [5].

**Выводы:**

1. Приоритетным фактором профессионального риска формирования кожных заболеваний у рабочих производства вторичных драгоценных металлов является воздействие химических веществ воздуха рабочей зоны.

2. Этиологическая доля производственных факторов в формировании дерматологических заболеваний составляет 56,8 %, что доказывает высокую степень их производственной обусловленности.

3. Доказана эффективность применения современных эмоленов как дополнения к существующим стандартам лечения (стандартной и проактивной терапии) дерматологических заболеваний, позволившая снизить среднегрупповые значения дерматологических индексов к концу лечения EASI до 0,6, DLQI и VAS – до 0, что достоверно ниже, чем показатели контрольной группы ( $p < 0,05$ ).

**Список литературы**

1. Анализ показателей профессиональной заболеваемости в Российской Федерации / А.Ю. Попова, Л.М. Сааркоппель, П.В. Серебряков, И.Н. Федина, И.В. Яцына // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 10. – С. 1–4.

2. Измерова Н.И., Петинати Я.А., Богачева Н.А. Алгоритм диагностики профаллергодерматозов // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 9. – С. 83–84.

3. Лымин В.А. Клинико-иммунологические аспекты профессиональных заболеваний кожи, вызванных металлами-аллергенами // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2007. – № 2. – С. 56–58.

4. Применение специализированного пищевого продукта при профессиональной экземе у работающих на перлитном производстве / И.В. Яцына, А.В. Истомин, А.В. Погожева, Л.М. Сааркоппель // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 3. – С. 45–50.

5. Прогнозирование риска развития профессиональных аллергических заболеваний кожи / А.У. Шагалина, А.Б. Бакиров, Л.М. Масягутова, Д.О. Каримов // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 1. – С. 52–56.

6. The eczema area and severity index (EASI): assessment of reliability in atopic dermatitis / J. Hanifin, M. Thurston, M. Omoto [et al.]. // EASI Evaluator Group. Experimental Dermatology. – 2001. – № 10 (1). – P. 11–18.

## Раздел VII

---

### **Современные методы диагностики заболеваний, ассоциированных с воздействием факторов риска среды обитания и образа жизни**





## Аллергологический статус детей, ассоциированный с воздействием химических факторов среды обитания

И.Н. Аликина<sup>1</sup>, О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, Е.А. Мухачева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,

г. Пермь, Россия

Показано, что у детского населения, проживающего в условиях экспозиции химическими аэроаллергенами, наблюдается снижение содержания сывороточных иммуноглобулинов А, М и G с достоверным дефицитом IgM ( $p < 0,05$ ). Выявлен достоверно повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень общей сенсибилизации по критерию IgE общего, достоверно повышен уровень специфической сенсибилизации IgE и IgG к компонентам домашней пыли (*Dermatophagoides pteronissimus*, *Aspergillus niger*), пшеничной муке и коровьему молоку, повышен уровень специфической сенсибилизации IgE к никелю и IgG специфического к фенолу. Наблюдается достоверная связь содержания специфического IgG к фенолу с концентрацией фенола в крови,  $R^2 = 0,64$  при  $p < 0,05$ . Гиперпродукция IgE специфического к никелю достоверно повышена по отношению к группе сравнения в 1,6 раза. При этом адьювантная роль химических гаптенов приводит к синергизации эффектов облигатных аллергенов и более «злокачественной» симптоматике аллергических проявлений.

**Ключевые слова:** аллергическая заболеваемость, дети, специфическая сенсибилизация, химические факторы.

Решение проблем профилактики аллергических заболеваний тесно связано с ведущими проблемами гигиены окружающей среды по снижению уровней загрязнения атмосферного воздуха, воды, жилища, продуктов питания веществами, являющимися причиной формирования гиперреактивности организма человека к факторам окружающей среды. Снижение показателей распространенности аллергических заболеваний (поллинозов, бронхиальной астмы, аллергодерматозов и др.) – важная задача медицины XXI в. Однако проблема профилактики указанных состояний весьма многогранна и не ограничивается только оценкой уровней аллергоопасных факторов в каждом регионе [2]. При формировании гиперчувствительности большое значение имеет наследственная предрасположенность человека к аллергии. Важным фактором, стимулирующим развитие аллергии, является воздействие на организм неблагоприятной экологической ситуации [4]. В различных регионах мира и в нашей стране возникают аллергоопасные ситуации, связанные со скоплением на той или иной территории растительных, промышленных, бытовых аллергенов. Распространенность течения этих болезней с особой остротой ставит вопрос о необходимости анализа аллергоопасной экологической ситуации в каждом конкретном регионе [1]. В связи с этим механизмом формирования гиперреактивности, возникновения гиперчувствительности, сенсибилизации на воздействие факторов окружаю-

щей среды, разработка критериев донозологической диагностики этих состояний – важный этап на пути создания надежной системы управления рисками при воздействии на организм человека химических, физических, биологических факторов [3].

**Цель работы** – оценка риска развития аллергических реакций у детей дошкольного возраста в зоне с неблагоприятным влиянием химических аэрогенных факторов, обладающих эффектом сенсibilизации.

**Материалы и методы.** В целях изучения неблагоприятного влияния химических аэрогенных факторов, характеризующихся риском развития аллергических реакций, всего, включая группу контроля, обследовано 347 детей в возрасте от 4 до 6 лет, проживающих в г. Перми и посещающих детские дошкольные учреждения (ДДУ), расположенных в зоне экспозиции изучаемых факторов риска. Группа наблюдения – 107 детей (53 мальчика, 54 девочки), посещающих ДДУ № 80, расположенный на территории, характеризующейся повышенным содержанием формальдегида, фенолов, ароматических углеводородов в атмосферном воздухе. Группу сравнения составили 240 детей, посещающих ДДУ № 370 (115 мальчиков, 125 девочек), находящихся в условиях относительно удовлетворительной санитарно-гигиенической ситуации.

Объектом исследования служили биосреды детей – периферическая кровь.

Для обоснования иммунологических маркеров влияния техногенных химических факторов на особенности иммунной регуляции, обуславливающей формирование сенсibilизации, выполнена систематизация и статистическая обработка полученных результатов по химико-аналитическим, иммунологическим показателям, количественно и качественно характеризующим направленность специфического действия контаминации биосред на иммунную систему у обследуемых детей.

Сывороточные иммуноглобулины А, М, G определяли методом радиальной иммунодиффузии по Манчини.

Определение иммуноглобулина Е общего проведено методом иммуноферментного анализа.

Содержание IgE специфического к шерсти кошки, *Dermatophagoides pteronissimus*, *Aspergillus niger* и к металлам: формальдегиду, никелю, а также содержание IgG специфического к пшеничной муке, молоку коровьему, фенолу проведено аллергосорбентным методом.

Статистическая обработка результатов включала в себя описательную статистику и двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента, а также методом корреляционно-регрессионного анализа и расчетом коэффициента детерминации ( $R^2$ ). Различия между группами считались значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Результаты изучения иммунного статуса детского населения г. Перми, посещающего ДДУ № 80, характеризующегося риском развития аллергических реакций, представлены в табл. 1, 2.

Сравнительный анализ с показателями физиологической нормы и контрольной группы позволил установить, что в основной группе обследованных детей, посещающих ДДУ № 80, наблюдаются разнонаправленные изменения содержания сывороточных иммуноглобулинов А, М и G с преимущественным дефицитом IgG и IgM по отношению к возрастной норме ( $p < 0,05$ ). Сравнение с группой контроля выявило снижение всех анализируемых антител, с достоверным дефицитом IgM ( $p < 0,05$ ) (снижение в 1,2 раза в сравнении с контролем) (табл. 1).

Оценка отношения шансов изменения показателей гуморального иммунитета при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволила

установить достоверное ( $p < 0,05$ ) понижение концентрации IgA при увеличении концентрации никеля в крови ( $R^2 = 0,35$  при  $p < 0,05$ ).

Таблица 1

Результаты исследования иммунологических и аллергологических показателей крови детей

Показатель	Референтный уровень	Группа наблюдения ( $n = 107$ ), $M \pm m$	Группа сравнения ( $n = 240$ ), $M \pm m$
IgG, г/дм <sup>3</sup>	10,96–16	10,161 ± 0,292*	10,441 ± 0,414
IgM, г/дм <sup>3</sup>	1,26–2,2	1,209 ± 0,04**	1,4 ± 0,063
IgA, г/дм <sup>3</sup>	1,17–2,2	1,393 ± 0,073	1,486 ± 0,109
IgE общий, МЕ/см <sup>3</sup>	0–49,9	101,487 ± 34,625*	1,183 ± 0,02
IgE к пшеничной муке, усл. ед.	0–0	1,732 ± 0,465*	1,055 ± 0,846
IgE к шерсти кошки, усл. ед.	0–0	0,264 ± 0,271	0,062 ± 0,076
IgE к <i>Dermatophagoides pteronissimus</i> , усл. ед.	0–0	0,4 ± 0,148**	0,16 ± 0,069
IgE к <i>Aspergillus niger</i> , усл. ед.	0–0	0,261 ± 0,099**	0,06 ± 0,037
IgG к молоку коровьему, усл. ед.	0–0	1,339 ± 0,419*	1,042 ± 0,647

Примечание: \* – разница достоверна относительно референтного интервала ( $p < 0,05$ ), \*\* – разница достоверна относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

Одновременно у 47 % детей выявлен достоверно повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень общей сенсibilизации (содержание IgE общего – 101,5 ± 34,6 МЕ/мл при норме < 50,0) ( $p < 0,05$ ). При этом превышение значений показателя по отношению к группе сравнения в 1,3 раза не достигает уровня достоверности.

Повышен уровень специфической сенсibilизации (IgE и IgG) к облигатным аллергенам: компонентам домашней пыли (*Dermatophagoides pteronissimus*, *Aspergillus niger*), пшеничной муке и коровьему молоку по отношению к норме. Повышен уровень специфической сенсibilизации (IgE) к *Dermatophagoides pteronissimus*, *Aspergillus niger* по отношению к контролю, при этом разница содержания IgE между группами достигала уровня достоверности,  $p < 0,05$  (см. табл. 1).

Повышен уровень специфической сенсibilизации к химическим гаптенам: к фенолу с достоверной разницей по отношению к норме ( $p < 0,05$ ). Наблюдается достоверная связь содержания специфического IgG к фенолу с концентрацией фенола в крови,  $R^2 = 0,64$  при  $p < 0,05$  (табл. 2). Наблюдается гиперпродукция IgE специфического к никелю, достоверно повышенная по отношению к группе сравнения (в 1,6 раза).

Таблица 2

Результаты исследования показателей специфической чувствительности к металлам у детей

Показатель	Референтный уровень	Группа наблюдения, ( $n = 107$ ), $M \pm m$	Группа сравнения, ( $n = 240$ ), $M \pm m$
IgE спец. никель, МЕ/см <sup>3</sup>	0–1,55	0,283 ± 0,048**	0,183 ± 0,016
IgE спец. формальдегид, МЕ/см <sup>3</sup>	0–1,5	0,389 ± 0,031	0,357 ± 0,032
IgG спец. фенол, усл. ед.	0–0,13	0,156 ± 0,023*	0,203 ± 0,028

Примечание: \* – разница достоверна относительно референтного интервала ( $p < 0,05$ ), \*\* – разница достоверна относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

**Выводы.** Таким образом, по результатам выполненных исследований на примере города Перми выделены маркеры специфической чувствительности у детского населения в условиях экспозиции средовых факторов, характеризующихся сенсибилизирующим воздействием на организм химических аллергенов – формальдегида, фенола, никеля, потенцирующих эффекты облигатных аллергенов – компонентов домашней пыли (*Dermatophagoides pteronissimus*, *Aspergillus niger*), пшеничной муки, коровьего молока, шерсти кошки – IgE специфический к никелю и IgG специфический к фенолу.

### Список литературы

1. Клинико-лабораторные особенности заболеваний органов дыхания у детей в условиях воздействия фенола и формальдегида / О.А. Макалова, О.Ю. Устинова, А.И. Аминова, К.П. Лужецкий // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2012. – № 2. – С. 79–83.
2. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева. – М.: «ГЕО-ТЭК». – 2002. – 408 с.
3. Хайтов Р.М., Истамов Х.И., Пинигин Б.В. Экологическая иммунология. – М.: ВНИРО, 1995. – 219 с.
4. Турдумамбетова М.А. Гигиеническая оценка факторов жилой среды, влияющих на аллергизацию населения: автореф. дис. ... канд. биол. наук – М., 1990. – 26 с.

## Особенности маркерных показателей клеточной гибели у работников предприятия по добыче и переработке хромовых руд

**И.Н. Аликина<sup>1</sup>, О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, Ю.А. Челакова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,

г. Пермь, Россия

По результатам иммунологического исследования работающих на предприятии по добыче хромовых руд выявлены нарушения иммунного гомеостаза: изменение показателей адаптивного клеточного иммунитета. Наблюдается достоверное снижение содержания транскрипционных факторов и рецепторов апоптоза: Bcl-2, CD95<sup>+</sup> и CD25<sup>+</sup> лимфоцитов и онкосупрессора p53, а также повышение содержания Т-регуляторных лимфоцитов CD127<sup>+</sup> и рецептора фактора некроза опухоли TNFR по отношению к норме и контрольной группе;

достоверно повышен показатель специфической сенсибилизации к хрому (IgЕспец.) в 1,63 раза по отношению к контролю. Сочетание угнетения клеточных мембранных и транскрипционных факторов, характеризующих апоптоз, и гаптенной сенсибилизации формируют феномен аутоиммунной агрессии, проявляющийся патологией соединительной ткани, кожи, сердечно-сосудистой системы.

**Ключевые слова:** IgЕспец. к хрому, клеточные маркеры.

За последние годы отмечается рост общей и профессиональной заболеваемости среди рабочих горнорудной промышленности [1]. Хромовые руды в России являются остродефицитным сырьем, добыча которых осуществляется, как правило, подземным способом путем направленных взрывов [2, 3]. Опасные условия труда, характерные для горнодобывающей промышленности, создают значимый риск для здоровья трудящихся [4]. Основными вредными производственными факторами, воздействующими на работающих при добыче хромовых руд, являются: физические (локальная и общая вибрация, производственный шум, охлаждающий микроклимат), химические (соединения хрома, пыль (кремния диоксид кристаллический, диоксида триоксид (по хрому III)) и физиологические факторы трудового процесса (высокая статическая и динамическая нагрузка, высокая степень психо-эмоционального напряжения, десхроноз). Воздействие вредных производственных факторов на организм человека имеет кумулятивный характер и приводит к развитию профессиональных заболеваний [5]. В результате техногенной деятельности соединения хрома оказывают болезнетворное, токсическое и стрессорное влияние на организм людей, работающих на производстве, подвергая их воздействию вредных факторов, а также тех, кто живет в зоне распространения этих факторов, что в комплексе негативно модифицирует иммунную систему организма, повышает чувствительность к развитию инфекционных заболеваний, ведет к развитию неинфекционной патологии [6].

**Цель работы** – анализ особенностей клеточного иммунитета у работников, занятых шахтной добычей хромовой руды.

**Материалы и методы.** При углубленном изучении состояния здоровья шахтеров выполнено иммунологическое диагностическое обследование 77 мужчин, занятых на выполнении подземных горных работ по добыче хромовых руд, характеризующаяся наличием комплекса вредных факторов (ОАО Сарановская шахта «Рудная»), при этом группу контроля составили 49 мужчин, которые никогда не работали в подземных условиях.

Фенотипирование лимфоцитов проводили на проточном цитометре FACSCalibur фирмы Becton Dickinson с использованием универсальной программы CellQuest.PrO с помощью компьютера Macintosh. Определение популяций и субпопуляций лимфоцитов (CD25<sup>+</sup>, CD95<sup>+</sup>, CD127<sup>+</sup>) проводили методом мембранной иммунофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител к мембранным CD-рецепторам (Becton Dickinson, USA), регистрировали суммарно не менее 10 000 событий.

Для определения уровня экспрессии рецептора к фактору некроза опухоли альфа 1-го типа (ФНО $\alpha$ , TNFRI – tumor necrosis factor receptor I) использовали цитофлюориметрический метод, основанный на взаимодействии соответствующих моноклональных антител (МКАТ) с мембранным рецептором к TNF $\alpha$  на лимфоцитах. Клетки (1·10<sup>6</sup> клеток/мл) отмывали фосфатно-солевым буфером (pH = 7,2) (PBS)

и окрашивали стандартными МКАТ к рецептору TNFR1, меченными PE (Phycocerythrin), согласно протоколу фирмы-производителя Becton Coulter («BC», USA). Содержание лимфоцитов, флюоресцирующих на FL2-канале (568–590 нм), анализировали с помощью проточного цитофлюориметра FACSCalibur («BD», USA).

Определение уровня экспрессии белка bcl-2, bax проводили с использованием соответствующих МКАТ («BC», США) и одновременным проведением процедуры отрицательного изотипического контроля.

Определение внутриклеточного маркера апоптоза – p53-протеина – проводилось с помощью МКАТ против белка p53, конъюгированных с PE. Для анализа использовалась суспензия мононуклеарных клеток периферической крови, выделенных путем центрифугирования в градиенте плотности фиколл-верографина. Затем клетки, дважды отмытые в холодном фосфатно-солевом буфере, ресуспендировали в буфере для разведения клеток Cell Wash ( $1 \cdot 10^6$  клеток/мл) и окрашивали стандартными МКАТ согласно протоколу фирмы-производителя («BC», USA). Сбор данных проводили на проточном цитометре.

Специфические антитела к хрому определяли методом аллергосорбентного тестирования с ферментной меткой (IgE к хрому).

Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики, рассчитывая среднее арифметическое и его стандартную ошибку ( $M \pm m$ ) и *t*-критерий Стьюдента для сравнения групп по количественным признакам в пакете статистического анализа Statistica 6.0 (StatSoft, США). Различия между группами считали достоверными при  $p < 0,05$ .

Объектом исследования служила биосреда – кровь.

**Результаты и их обсуждение.** Клинико-лабораторные исследования состояния здоровья шахтеров хромового рудника подтверждают наличие нарушений со стороны иммунной системы (таблица).

Наблюдаются достоверные отклонения показателей CD-иммунограммы в сравнении с референтным уровнем – сниженный по отношению к норме относительный уровень содержания активационных маркеров CD95+ и CD25+ (у 96 и 77 % работающих соответственно), в то же время повышено по отношению к норме (77–93 % работающих) содержание Т-регуляторных лимфоцитов CD127, а также рецептора фактора некроза опухоли TNFR, % (67 % работающих).

Результаты сравнительного анализа показателей клеточного иммунитета работающих

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения ( $n = 77$ ), $M \pm m$	Группа контроля ( $n = 49$ ), $M \pm m$
Вах, %	5–9	$9,471 \pm 1,328^{**}$	$5,43 \pm 1,489$
Bcl-2, %	1–1,5	$1,327 \pm 0,451^{**}$	$3,513 \pm 1,075$
p53 (ИМАК), %	1,2–1,8	$1,444 \pm 0,395^{**}$	$3,194 \pm 0,894$
TNFR (ИМАК), %	1–1,5	$2,641 \pm 0,65^*$	$3,268 \pm 1,251$
CD127-лимфоциты, отн., %	0,8–1,2	$3,307 \pm 0,579^*$	$3,054 \pm 0,772$
CD3+CD25+-лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	0,19–0,56	$0,2 \pm 0,053^{**}$	$0,274 \pm 0,048$
CD3+CD25+-лимфоциты, отн., %	13–24	$8,355 \pm 1,617^{**}$	$13,038 \pm 1,886$
CD3+CD95+-лимфоциты, отн., %	39–49	$24,065 \pm 3,137^{**}$	$33,385 \pm 3,672$

Примечание: \* – разница достоверна относительно референтного интервала ( $p < 0,05$ ), \*\* – разница достоверна относительно группы контроля ( $p < 0,05$ ).

Достоверно выше значений аналогичного показателя в группе контроля относительный уровень проапоптотического белка *bax* (в 1,74 раза), достоверно ниже контроля значение антиапоптотического фактора *Bcl-2*, а также  $CD95^+$  и  $CD25^+$ -лимфоцитов и онкосупрессора *p53* в 2,7; 1,4; 1,6; 2,3 раза соответственно ( $p < 0,05$ ).

У 4 % обследованных повышен по сравнению с возрастной нормой уровень специфической сенсибилизации к хрому (по критерию IgE), по отношению к контролю превышение составило 1,63 раза ( $p < 0,05$ ).

**Выводы.** По результатам иммунологического исследования работающих (Сараны) выявлены нарушения: изменение показателей адаптивного клеточного иммунитета (достоверное снижение содержания транскрипционных факторов и рецепторов апоптоза (*Bcl-2*,  $CD95^+$  и  $CD25^+$  лимфоцитов и онкосупрессора *p53*, а также повышение содержания Т-регуляторных лимфоцитов  $CD127^+$  и рецептора фактора некроза опухоли по отношению к норме и контрольной группе); достоверное повышение показателей специфической сенсибилизации к хрому в 1,63 раза по отношению к контролю. Показателем факторной нагрузки, достоверно изменяющим значения показателей иммунитета, является хром. Особенностью маркерных показателей нарушений иммунного гомеостаза у работников хромовых рудников является дисбаланс мембранных и внутриклеточных показателей апоптоза, гаптенной сенсибилизации, что формирует атопию, аутоагрессию, проявляющиеся нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата, кожных покровов и системы кровообращения.

### Список литературы

1. Аскарлова З.Ф., Денисов Э.И., Карамова Л.М. Оценка профессионального риска нарушений здоровья рабочих горно-обогачительного комбината // Медицина труда. – 2009. – № 12. – С. 12–16.
2. Жеглова А.В. Профессиональный риск и критерии нарушения здоровья работников горнорудной промышленности // Медицина труда. – 2009. – № 5. – С. 14–18.
3. Клинико-гигиенические аспекты риска развития и прогрессирования пылевой бронхолегочной патологии у работников различных отраслей экономики под воздействием производственных факторов риска / А.Б. Бакиров, С.Р. Мингазова, Л.К. Каримова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 3. – С. 83–91.
4. Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений. – Актобе, 2012. – 284 с.
5. Шатохина С.А., Рослякова Л.И. Качественные и количественные показатели освещения, как фактора производственной среды // 2-я Междунар. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых «Наука молодых – будущее России». – Курск, 2017. – С. 278–282.
6. Anderson R.A. Stability and absorption of chromium and absorption of chromium histidinate complexes by humans / R.A. Anderson, M.M. Polansky, N.A. Bryden // Biol. Trace Elem. Res. – 2004. – № 101. – P. 211–218.

## Определение ниобия и тантала в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой

**М.В. Волкова, А.В. Недоштова**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Приведены литературные данные о влиянии ниобия, тантала и их соединений, рассмотрены возможные пути воздействия данных элементов на организм человека. Определены элементы в крови работников, занятых на производстве соединений редкоземельных элементов (РЗЭ), ниобия и тантала, проведено на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой. Концентрация ниобия в пробах крови найдена на уровне 0,008–2,4 мкг/л, тантала 0,002–0,055 мкг/л. Полученные результаты сравнивали с референтными значениями содержания элементов, приведенными в литературных источниках.

**Ключевые слова:** ниобий (Nb), тантал (Ta), биологические среды, кровь, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS).

Высокая теплопроводность и пластичность, а также коррозионная стойкость ниобия и тантала в кислотах и растворах большинства солей объясняют их широкое использование и все возрастающий спрос в таких областях промышленности, как получение тугоплавких сплавов, создание особо чистых, теплостойких, высокопористых и прочных керамических материалов, используемых в качестве абсорберов, катализаторов и теплозащиты [4]. На территории Российской Федерации находятся несколько месторождений комплексных руд ниобия, тантала и редкоземельных элементов. По разведанным запасам тантала Россия занимает первое место в мире, ниобия – второе [3].

Широкая сфера применения ниобия и тантала, а также наличие на территории РФ богатой сырьевой базы данных элементов приводит к развитию индустрии добычи и росту объемов производства, что в свою очередь повышает риски для здоровья занятых в производстве работников. Воздействие наблюдается при добыче, обогащении и переработке руд и минералов, при получении чистых солей и окислов, изготовлении материалов с содержанием данных элементов. Соединения ниобия и тантала относятся к 4-му классу опасности. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны установлена для ниобия, пятиоксида ниобия, нитрида ниобия, для тантала и его оксидов и составляет 10 мг/м<sup>3</sup> [2]. Ниобий в биосредах может присутствовать в виде оксида. Всасывание в желудочно-кишечный тракт происходит преимущественно в анионном (ниобаты  $4K_2O \cdot 3Nb_2O_5 \cdot 16H_2O$ ) и, в меньшей степени, в катионном ( $NbCl_5$ ) виде. Ниобий при попадании в легкие задерживается на длительное время. Металл накапливается в крови в виде комплексов с белками, накапливается в костях, мышцах, печени, селезенке и почках. Имеются данные, что при ежедневном вдыхании пылевидного нитрида ниобия в концентрации 40 мг/м<sup>3</sup> в течение нескольких месяцев возникают признаки пневмокониоза. Хлорид ниобия при содержании 830 мг/кг



угнетает деятельность ферментов [5]. Биологическое и патологическое действие тантала на организм слабо изучено. Тантал в биосредах обнаруживается преимущественно в виде оксида. Вследствие слабой растворимости общая токсичность тантала невелика. Вместе с тем тантал и его соединения представляют опасность для кожи, глаз и дыхательной системы, вызывая раздражение. Высокой токсичностью обладает фторид тантала, растворимый в воде, депонирование происходит в основном в костной ткани [1, 6].

Для биологических сред человека нет установленных значений предельно допустимых концентраций ниобия и тантала. Значения референтных уровней содержания этих элементов в биосредах, используемые в диагностических лабораториях, согласно данным научной литературы, в цельной крови находятся для ниобия в диапазоне 0,006–0,034 мкг/л, для тантала 0,0005–0,015 мкг/л [8, 9].

В связи с возрастающими темпами производства и потребления ниобия и тантала для повышения производственной безопасности необходимо получение достоверных, правильных и воспроизводимых данных о содержании элементов в биологических средах. Для этих целей востребованы современные высокочувствительные методы элементного анализа. Одним из ведущих методов определения элементов в различных объектах является масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС).

Определение содержания ниобия и тантала в крови было проведено при обследовании рабочих металлургического предприятия, занимающихся, в том числе, производством соединений редкоземельных элементов (РЗЭ), ниобия и тантала. В качестве исходного сырья на производстве используется лопаритовый концентрат, содержащий около 8–10 %  $(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_5$ , 39–40 %  $\text{TiO}_2$ , 32–34 %  $(\text{Ce}, \text{La} \dots)_2\text{O}_3$ , а также  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{SrO}$ , оксиды  $\text{Fe}$  и  $\text{Al}$ ,  $\text{ThO}_2$ . В выполненных исследованиях количественное определение ниобия и тантала осуществляли на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7500сх с октопольной реакционной / столкновительной ячейкой (ORS). Параметры настройки прибора при проведении анализа приведены в табл. 1.

Пробу крови объемом 0,1 см<sup>3</sup> дозатором вносили в конические градуированные пробирки из полипропилена вместимостью 15 см<sup>3</sup>, добавляли 0,5 см<sup>3</sup> концентрированной азотной кислоты плотностью 1,415 г/см<sup>3</sup>, закрывали крышкой, пробирку с содержимым взбалтывали, нагревали в пробирочном нагревателе при температуре (65–70) °С до гомогенизации (25–30) мин. Готовый для анализа раствор объемом 0,5 см<sup>3</sup> переносили в пробирку автоматического пробоотборника, добавляли 0,05 см<sup>3</sup> раствора внутреннего стандарта с массовой концентрацией элемента сравнения тербий 1000 мкг/дм<sup>3</sup> и 4,45 см<sup>3</sup> 1 % раствора азотной кислоты. Пробы накрывали герметизирующей лабораторной пленкой, перемешивали и проводили замеры.

В табл. 2 приведены результаты определения содержания ниобия и тантала в крови жителей сельских и городских поселений различных стран в сравнении с результатами, полученными в крови работников металлургического предприятия ( $n = 28$ ). Во всех работах в качестве аналитического метода использовалась масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой.

В исследованиях *Henríquez-Hernández* [7] приведены значения содержания элементов в крови 63 мигрантов из Южной Африки, проживающих в зоне складирования электронных отходов, являющихся потенциальным источником воздействия РЗЭ, ниобия и тантала. У всех мигрантов выявлена анемия.

Таблица 1

Условия выполнения анализа

Параметр	Значение
Мощность высокочастотного сигнала, Вт	1470–1500
Расстояние от горелки до отбирающего конуса, мм	7,0
Смещение горелки по горизонтали, мм	0,7
Смещение горелки по вертикали, мм	–1,1
Скорость потока газа носителя, л/мин	1,03
Скорость потока поддувочного газа, л/мин	0,15
Насос для распылителя, об/мин	0,1
Температура распылительной камеры, °С	2
Вытягивающая линза 1, В	3,3
Вытягивающая линза 2, В	–90,0
Смещающая омега-линза для 7500сх, В	–16
Омега-линза (отделяет ионы) для 7500сх, В	1,0
Линза на входе реакционной ячейки, В	–36
Линза, фокусирующая на квадруполь, В	–8
Линза на выходе реакционной ячейки	–40
Высокочастотное напряжение на октополе, В	152
Смещающее напряжение на октополе, В	–18
Смещающее напряжение на квадруполе, В	–16
Период интегрирования при концентрации до 50 мкг/л, с	0,50
Скорость подачи гелия, мл/мин	4,5
Скорость подачи образца, мл/мин	0,4

Таблица 2

Содержание ниобия и тантала в цельной крови, мкг/л

Изотоп	Швеция, 2001 [8, 9]	Работники металлургического предприятия, Пермский край, 2018	Южная Африка, 2017 [7]
<sup>93</sup> Nb	0,006–0,034	0,008–2,4	0–0,020
<sup>181</sup> Ta	<0,0005–0,015	0,002–0,055	0–0,030

**Выводы.** Таким образом, в процессе обследования рабочих металлургического предприятия выполнены исследования по определению содержания ниобия и тантала в крови. Полученные значения концентрации ниобия находятся в диапазоне 0,008–2,4 мкг/л, тантала 0,002–0,055 мкг/л. Сравнение с референтными уровнями [8, 9] показало многократное превышение содержания данных элементов в некоторых пробах крови рабочих: для ниобия до 70 раз, для тантала до 3,6 раза. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о необходимости оценки воздействия ниобия и тантала на рабочих, занятых в добыче, переработке и производстве ниобия и тантала.

**Список литературы**

1. Биологическая функция химических элементов: справочное пособие / Н.К. Чертко [и др.]; под ред. Н.К. Чертко. – Минск: 2012. – 172 с.
2. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 07.02.2019).

3. Перспективы рационального освоения комплексных ниобий-тантал-редкоземельных месторождений России / Г.А. Машковец, Л.З. Быховский, А.А. Рогожин, А.В. Темнов // Разведка и охрана недр. – 2011. – № 6. – С. 9–13.

4. Никишина Е.Е., Дробот Д.В., Лебедева Е.Н. Ниобий и тантал: состояние мирового рынка, области применения, сырьевые источники. Часть 1 // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2013. – № 5. – С. 28–34.

5. Ниобий. Энциклопедия по охране и безопасности труда [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.safework.ru/iloenc?navigator&spack=110LogLength%3D0%26LogNumoc%3D857200145%26listid%3D01000000100%26listpos%3D21%26lsz%3D40%26nd%3D857200145%26nh%3D1%26> (дата обращения: 07.02.2019).

6. Тантал. Энциклопедия по охране и безопасности труда [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.safework.ru/iloenc?d&nd=857200260&prevDoc=857200260&spack=011barod%3Dx%5C10;y%5C10%26intelsearch%3D%F2%E0%ED%F2%E0%EB%26listid%3D01000000100%26listpos%3D0%26lsz%3D7%26w%3D0;1%26wherelect%3D-1%26&c=%D2%C0%CD%D2%C0%CB#10> (дата обращения: 07.02.2019).

7. Blood levels of toxic metals and rare earth elements commonly found in e-waste may exert subtle effects on hemoglobin concentration in sub-Saharan immigrants / L.A. Henríquez-Hernández, L.D. Boada, C. Carranza [et al.] // Journal of Environment International. – 2017. – Vol. 109. – P. 20–28.

8. Multi-element analysis of body fluids by double-focusing ICP-MS / I. Rodushkin [et al.] // Recent Research Developments in Pure & Applied Analytical Chemistry. – 2001. – Vol. 5. – P. 51–66.

9. Rodushkin I., Odman F., Branth S. Multi-element analysis of whole blood by high resolution inductively coupled plasma mass spectrometry // Fresenius Journal of Analytical Chemistry. – 1999. – Vol. 364. – P. 338–346.

## **Биомаркеры экспозиции и негативных эффектов для задач гигиенических оценок и экспертиз**

**М.А. Землянова**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Представлены элементы научно-методических подходов, предлагаемых для решения задач установления причинно-следственных связей нарушений состояния здоровья при выявлении неприемлемого риска, обусловленного воздействием факторов среды обитания различного происхождения. Существующий опыт и результаты собственных научных исследований позволили разработать систему биомониторинга, включающую биомаркеры экспозиции и эффекта, предназначенную для формирования доказательной базы причинения вреда здоровью человека при негативном воздействии внешнесредовых и производственных химических факторов в микро- и нанодиапазоне. Научное обоснование разрабатываемой методологии базируется на принципах доказательной медицины,

эпидемиологического анализа, теоретических знаниях и согласуется с международной практикой оценки риска.

**Ключевые слова:** неприемлемый риск, факторы среды обитания, биомаркеры экспозиции и эффекта, причинно-следственные связи, вред здоровью.

Установление и устранение вредного воздействия факторов среды обитания на здоровье человека является одной из задач гигиенических оценок и санитарно-эпидемиологических экспертиз. При этом необходимость совершенствования научных подходов к выявлению и оценке причинно-следственных связей развивающихся негативных эффектов с воздействием факторов экспозиции актуализирует необходимость расширения теоретических знаний в области научного обоснования биомаркеров [4–6] и их практического использования.

Данное направление активно развивается в ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в рамках выполнения государственного задания на выполнение научных исследований в соответствии с отраслевой научно-исследовательской программой Роспотребнадзора «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России на 2016–2020 гг.». Проводятся системные масштабные исследования, направленные на развитие научно-методических подходов к обоснованию биомаркеров негативных эффектов со стороны критических органов и систем в условиях длительного воздействия факторов среды обитания различного генеза [1, 3]. Разрабатываемые и апробируемые подходы к обоснованию биомаркеров эффекта и их применению для расчета и оценки степени обусловленности вероятности развития заболевания базируются на результатах научного анализа особенностей воздействия на организм, риска здоровью, связанного с экспозицией факторов среды обитания, на современных клеточно-молекулярных технологиях выявления отклонений показателей нарушений здоровья на донозологическом уровне, на результатах эпидемиологических исследований и оценок.

На основе разработанной методологии научно обоснованы комплексы биомаркеров негативных эффектов со стороны отдельных критических органов и систем у детей и работников промышленных производств, подвергающихся воздействию факторов производственной и окружающей среды.

Углубленными исследованиями показано, что в зонах аэрогенной экспозиции металлов (например, алюминия на уровне 0,5 ПДК<sub>ср</sub> и марганца диоксида – 0,2 ПДК<sub>ср</sub>), обусловленной хозяйственной деятельностью предприятий металлургического комплекса, суммарная суточная доза для детей в возрасте 4–10 лет при одновременном поступлении данных соединений составляет от 0,0073 мг/(кг·сут) и выше. При такой суммарной аэрогенной хронической экспозиции алюминия и марганца диоксида, обладающих однонаправленным токсическим действием на нервную систему, риск развития заболеваний нервной системы в виде астеновегетативного синдрома (по МКБ-10: G90.9) и астеноневротического синдрома (G93.8) превышает приемлемый уровень ( $HI \leq 1$ ) в 5 раз и выше. На основании параметризированной связи типа «экспозиция – маркер экспозиции» показано, что маркерами аэрогенной экспозиции алюминия и марганца диоксида является соответственно концентрация алюминия в моче и марганца в крови. Критерием опасности развития негативного эффекта со стороны нервной системы (в виде нарушения синаптической передачи нервного импульса) является уровень алюминия в моче от 0,01 мг/дм<sup>3</sup> и выше (при

референтной концентрации алюминия в моче  $0,0065 \pm 0,0035$  мг/дм<sup>3</sup> [3]), концентрация марганца в крови от  $0,013$  мг/дм<sup>3</sup> и выше (при референтной концентрации марганца в крови  $0,0109 \pm 0,0006$  мг/дм<sup>3</sup>). Анализ последовательной цепочки достоверных причинно-следственных связей: зависимость маркера нейротоксического эффекта (в виде отклонения биохимического или функционального показателя) от уровня маркера экспозиции (концентрации алюминия в моче и марганца в крови) → зависимость развития заболевания нервной системы (в виде астеновегетативного или астеноневротического синдрома) от уровня биомаркера нейротоксического эффекта позволил обосновать комплекс этиопатогенетически связанных между собой маркерных показателей (с обязательным участием каждого без исключения). Биомаркерами нейротоксических эффектов при хроническом аэрогенном изолированном воздействии алюминия является – глутаминовая кислота, гидроперекиси липидов, 8-гидрокси-2-деоксигуанозин, фосфор, нейронспецифическая энолаза (в сыворотке крови), показатель вегетативной реактивности; при хроническом аэрогенном изолированном воздействии марганца диоксида – глутаминовая кислота, гидроперекиси липидов, нейронспецифическая энолаза (в сыворотке крови). При комплексном воздействии данных соединений биомаркерами негативных эффектов являются глутаминовая кислота, миелопероксидаза нейронспецифическая энолаза, ацетилхолин нейротропин-3 (в сыворотке крови), ионизированный кальций в цельной крови.

Конкретными исследованиями установлено, что в атмосферном воздухе жилой застройки, расположенной в зоне влияния алюминиевого производства, содержание алюминия и гидрофторида составляет соответственно  $0,005$  мг/м<sup>3</sup> ( $0,5$  ПДК<sub>сс</sub>) и  $0,01$  мг/м<sup>3</sup> ( $2,0$  ПДК<sub>сс</sub>). Суммарная хроническая аэрогенная экспозиция при ингаляционном поступлении данных загрязнений для детей составляет  $0,04$  мг/(кг·сут), что обуславливает повышенное содержание алюминия и фторид-иона в моче детей в среднем на уровне  $0,036 \pm 0,003$  и  $0,592 \pm 0,04$  мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Маркерами аэрогенной экспозиции диАлюминия триоксида (в пересчете на алюминий) и гидрофторида (в пересчете на фтор) являются алюминий и фтор-ион в моче. Данные соединения обладают синергизмом негативного воздействия на костную систему. У детей, подвергающихся длительной суммарной аэрогенной экспозиции указанных факторов, риск развития заболеваний опорно-двигательного аппарата в виде деформирующей дорсопатии (М.43), сколиоза (М.41), остеопенического синдрома (М.89), плосковальгусной стопы (М.21) превышает приемлемый уровень ( $HI \leq 1$ ) от 2,5 раза и выше. Критерием повышенной опасности нарушения ремоделирования костной ткани является уровень алюминия в моче от  $0,007$  мг/дм<sup>3</sup> и выше, фторид-иона в моче от  $0,20$  мг/дм<sup>3</sup> и выше. В качестве биомаркеров негативного эффекта со стороны опорно-двигательного аппарата в условиях длительной аэрогенной комбинированной экспозиции алюминия и гидрофторида рекомендуется научно обоснованный комплекс показателей, включающий 8-гидрокси-2-деоксигуанозин (в моче), гидроперекиси липидов, С-концевые телопептиды, тартат-резистентная кислая фосфатаза, фосфор (в сыворотке крови), ионизированный кальций в цельной крови.

У детей и взрослых (диады «мать – ребенок»), проживающих в жилой застройке в зоне аэрогенного влияния предприятий алюминиевого производства, установлены повышенные концентрации алюминия в моче относительно референтного уровня (у детей до 1,6 раза, у взрослых до 1,9 раза). Доказаны негативные эффекты генетической нестабильности ядра клеток, характеризующиеся выраженными нарушениями ядерного аппарата буккальных эпителиоцитов в виде дисбаланса клеточного обнов-

ления. У взрослых (матери детей) выявлены цитогенетических повреждения ядерного аппарата в виде повышения частоты образования микроядер, интенсивности полиферации и деструкции ядра. У детей частота цитогенетических нарушений повышается с возрастом, что говорит о нарастании мутагенной активности алюминия с накоплением его в организме длительной аэрогенной экспозиции.

У работников рудообогатительных производств основных специальностей (аппаратчик сушки, аппаратчик гранулирования, аппаратчик дозирования, центрифугощик, фильтровальщик, транспортерщик, машинист мельниц), подвергающихся воздействию производственного шума на уровне от 82 до 95 дБА в течение от 1 года до 35 лет, критической системой, со стороны которой, в первую очередь, развиваются негативные эффекты, является система кровообращения. При этом ведущим негативным эффектом в виде заболевания является гипертоническая болезнь (по МКБ-10: I10, I11.9) и патогенетически связанное с ней нарушение функции сосудов. В качестве биомаркеров развития негативного эффекта в виде эндотелиальной дисфункции у профессиональной группы работников при установленной экспозиции шума обоснованы тиреотропный гормон, малоновый диальдегид, интерлейкин-10, липопротеин(а). Выявлено, что у работников рудообогатительных производств на индивидуальном уровне высокий риск причинения вреда здоровью в виде эндотелиальной дисфункции ( $R > 1 \cdot 10^{-3}$ ). Дополнительная распространенность эндотелиальной дисфункции на популяционном уровне составляет больше  $> 1 \%$ .

Таким образом, накопленный научно-практический опыт использования биомаркеров эффекта и экспозиции при выполнении гигиенических оценок и экспертиз, направленных на установление связи воздействия факторов производственной и окружающей среды с нарушениями состояния здоровья населения и работников, позволяет с высокой степенью эффективности решать поставленные задачи и предложить учреждениям Роспотребнадзора регионов РФ научно-методическую, организационную и практическую помощь.

### Список литературы

1. Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В. Цитогенетическая индикация мутагенного эффекта в диадах «мать – ребенок» в зоне влияния предприятий алюминиевого производства // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 8. – С. 49–53.
2. Клиническое руководство по лабораторным тестам / пер. с англ. под ред. В.В. Меньшикова. – М.: ЮНИМЕД-пресс, 2003. – 960 с.
3. Оценка аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов на детское население в зоне влияния предприятий по производству алюминия / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, А.Н. Пережогин, С.В. Клейн // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 68–75.
4. Biomarkers and human biomonitoring. Children's Health and the Environment WHO Training Package for the Health Sector World Health Organization [Электронный ресурс]. – 2011. – URL: [www.who.int/ceh](http://www.who.int/ceh) (дата обращения: 19.03.2014).
5. Centers for Disease Control and Prevention. National Biomonitoring Program [Электронный ресурс] // CDC. – 2011. – URL: [www.cdc.gov/biomonitoring](http://www.cdc.gov/biomonitoring) (дата обращения: 19.03.2014).
6. Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals (Environmental Health Criteria 237) [Электронный ресурс] // WHO, 2006. – URL: [www.inchem.org](http://www.inchem.org) (дата обращения: 19.03.2014).

## Особенности аутоиммунного тиреоидита у детей, проживающих в условиях воздействия химических факторов окружающей среды

М.Т. Зенина<sup>1</sup>, И.Е. Штина<sup>1</sup>,  
О.Ю. Устинова<sup>1,2</sup>, Д.А. Эйфельд<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Пермь, Россия

Для выявления связи особенностей течения аутоиммунного тиреоидита у детей с неблагоприятными санитарно-гигиеническими условиями проживания проведено сравнительное изучение показателей заболеваемости болезнями щитовидной железы, в том числе тиреоидитом, ультразвукового сканирования, исследование крови на содержание металлов. Группу наблюдения составили 98 детей селитебной территории с техногенным загрязнением объектов среды обитания; группу сравнения – 23 ребенка, проживающие на территории рекреационного типа. Установлено, что на территории с повышенной техногенной нагрузкой, заболеваемость болезнями щитовидной железы до 5,3 раза выше, чаще встречается у детей мужского пола, диффузные изменения структуры железы и увеличение объема регистрируется до 1,6 раза чаще, чем у детей, проживающих на территориях относительного санитарного благополучия. Доказана взаимосвязь показателей УЗ-сканирования и уровня металлов (свинца и никеля) в крови.

**Ключевые слова:** аутоиммунный тиреоидит, щитовидная железа, металлы, дети, ультразвуковые нарушения щитовидной железы.

Одним из ведущих факторов, негативно влияющих на состояние здоровья человека, является техногенное загрязнение объектов окружающей среды [3]. У детей и подростков заболевания щитовидной железы стабильно занимают лидирующее место в структуре эндокринной патологии [1, 5]. Удельный вес тиреоидной патологии в структуре общей заболеваемости детей составляет 25 %, достигая почти 50 % в подростковом возрасте [1]. По данным Росстата уровень заболеваемости болезнями щитовидной железы последние десять лет остается стабильным и составляет около 1000 случаев на 100 тысяч детского населения, впервые выявленная заболеваемость – 350 случаев [5]. Одним из распространенных заболеваний щитовидной железы является аутоиммунный тиреоидит, что связано с прогрессирующими темпами роста и его «омоложением» в условиях современного социально-экологического стресса. Согласно результатам многочисленных исследований, имеются данные о зобогенной роли техногенных факторов. Избыточное поступление в организм таких металлов, как свинец, кадмий, мышьяк, алюминий и др., оказывает прямое цитотоксическое действие на щитовидную железу, а соли этих металлов провоцируют аутоиммунные реакции в тиреоидной ткани [4, 6, 7].

**Цель исследования** – изучить особенности аутоиммунного тиреоидита у детей, проживающих в условиях воздействия химических факторов окружающей среды.

**Материалы и методы.** Объектом исследования явились дети с аутоиммунным тиреоидитом, установленным на основании данных клинических и инструментальных исследований. Основную группу составили 98 человек, проживающих в условиях хронического внешнесредового воздействия химических факторов (на примере промышленных городов Пермского края). В группу сравнения включено 23 ребенка, проживающих в условиях относительно благополучной санитарно-гигиенической ситуации (на примере районов Пермского края). Группы были сопоставимы по возрастному составу и социально-экономическим показателям. Средний возраст детей, включенных в исследование, в группе наблюдения составил  $11,8 \pm 2,5$  г., в группе сравнения  $12,1 \pm 2,4$  г. ( $p > 0,05$ ). Заболеваемость болезнями щитовидной железы и тиреоидитом изучали по базе данных Пермского краевого медицинского информационно-аналитического центра – форма 12-здрав. за период с 2010 по 2017 г.

Химико-аналитическое исследование биосред (кровь) на содержание металлов (алюминий, марганец, хром, медь, никель и свинец) осуществляли в соответствии с действующими методическими указаниями (заведующая лабораторией – д-р мед. наук Т.С. Уланова).

Ультразвуковое исследование щитовидной железы (положение, размеры, объем, визуальная оценка внешних контуров железы, экзогенности и экоструктуры ткани, показатели кровотока) выполнено по стандартной методике на аппарате экспертного класса AplioXG (ToshibaAplioXGSSA-790A, Япония) с использованием линейного матричного датчика.

Для оценки достоверности различий полученных данных использовались стандартные статистические методы. Различия результатов являлись статистически значимыми при  $p \leq 0,05$  [2].

**Результаты и их обсуждение.** Согласно данным Краевого информационно-аналитического центра, заболеваемость детей и подростков Пермского края болезнями щитовидной железы за период с 2010 г. выросла в 1,8 раза: с 4,7 до 8,4 % в 2017 г.

Среди болезней щитовидной железы в Пермском крае аутоиммунный тиреоидит имеет выраженную тенденцию к росту: за период 2010–2017 гг. заболеваемость увеличилась на 41 % (с 0,49 до 0,69 %).

При детальном анализе заболеваемости было установлено, что в промышленных центрах имеют место более высокие значения как уровня самой заболеваемости, так и показателей динамики. В промышленном центре Пермского края заболеваемость болезнями щитовидной железы за изучаемый период увеличилась в 2,2 раза (с 6,12 до 13,33 %). При этом уровень заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом и его прирост был выше краевого и составил 71 % (с 0,55 до 0,94 %), в то время как на территориях относительного санитарного благополучия изучаемые показатели заболеваемости оставались ниже среднекраевых и не претерпели существенных изменений. Заболеваемость болезнями щитовидной железы на территориях с минимальной техногенной нагрузкой за изучаемый период равнялась 1,94–1,97 %, а тиреоидитом 0,17–0,13 %, что в 4,3 и 5,3 раза ниже аналогичных показателей по краю.

В ходе исследования было установлено, что у детей, проживающих в условиях воздействия техногенных факторов, дебют заболевания приходился на более ранний возраст. В группе наблюдения доля детей дошкольного возраста составила 6 % против 0 % – в группе сравнения, доли детей младшего и старшего школьного возраста были близки по значениям (29,0 и 30,0 %; 65,0 и 70,0 % соответственно,  $p > 0,05$ ).

Анализ половой структуры показал, что для территорий с повышенной техногенной нагрузкой объектов окружающей среды характерно более частое выявление



ние признаков АИТ среди мальчиков относительно территорий санитарно-эпидемиологического благополучия. Доля мальчиков в группе наблюдения составила 35,0 % против 16,0 % в группе сравнения ( $p = 0,003$ ).

Химико-аналитическое исследование крови на содержание металлов показало, что число детей с повышенным содержанием свинца в группе наблюдения в 2,4 раза (60,0 против 25,0 %,  $p = 0,002$ ), марганца – в 6,7 раза (60,0 против 9,0 %,  $p = 0,000$ ), никеля – в 2,3 раза (35,0 % против 15,0 %,  $p = 0,05$ ), хрома – в 2,0 раза (100,0 против 50,0 %,  $p = 0,000$ ), цинка – в 3,3 раза (100,0 против 30,0 %,  $p = 0,000$ ) превышало показатели группы сравнения (табл. 1).

Таблица 1

Доля проб с повышенным содержанием металлов в крови у детей  
исследуемых групп, %

Металл	Группа наблюдения	Группа сравнения	$p^*$
Свинец	60,0	25,0	0,002
Марганец	60,0	9,0	0,000
Никель	35,0	15,0	0,05
Хром <sup>6+</sup>	100,0	50,0	< 0,000
Цинк	100,0	30,0	< 0,000

Примечание: \*  $p$  – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения.

При анализе ультразвуковой картины щитовидной железы установлено, что в группе наблюдения нормальный объем органа идентифицировался в 36,7 % случаев, что в 1,3 раза реже, чем в группе сравнения ( $p = 0,33$ ), а увеличение ее объема регистрировалось несколько чаще (63,3 против 56,5 %,  $p = 0,55$ ). Диффузные изменения структуры тиреоидной ткани в группе наблюдения встречались в 1,6 раз чаще, относительно группы сравнения (74,5 против 47,8 %,  $p = 0,013$ ). Минимальные изменения структуры, которые, возможно обусловлены начальными проявлениями тиреоидита, верифицировались чаще в группе сравнения (34,8 и 13,3 % соответственно;  $p = 0,014$ ). Усиление кровотока в ткани щитовидной железы в обеих группах регистрировалось практически с одинаковой частотой: 76,5 % – в группе наблюдения и 73,9 % – в группе сравнения ( $p = 0,791$ ). Реактивная гиперплазия регионарных лимфатических узлов встречалась также в обеих группах с одинаковой частотой (табл. 2).

Таблица 2

Данные ультразвукового исследования щитовидной железы у детей  
исследуемых групп

Данные ультразвукового исследования	Группа наблюдения	Группа сравнения	$p^*$
Нормальный объем щитовидной железы	36,7	47,8	0,33
Увеличение объема щитовидной железы	63,3	56,5	0,55
Диффузные изменения структуры	74,5	47,8	0,013
Усиление васкуляризации железы	76,5	73,9	0,79
Не измененный кровоток	23,5	30,4	0,49
Повышение ЛСК	34,7	26,1	0,43

Окончание табл. 2

Данные ультразвукового исследования	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i> *
Снижение индексов периферического сопротивления	38,8	39,1	0,97
Реактивная гиперплазия лимфатических узлов в области перешейка и у н/полосов	56,1	56,5	0,97
Наличие мелкоочаговых образований	17,3	8,7	0,30
Минимальные изменения структуры	13,3	34,8	0,014
Наличие кистозно-расширенных фолликулов	11,2	4,3	0,32

Примечание: \* *p* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения.

При проведении корреляционного анализа выявлена зависимость от концентрации свинца в крови значения индексов периферического сопротивления ( $r = -0,6$ ;  $p = 0,05$ ), от никеля в крови – показателей объема ( $r = 0,7$ ;  $p = 0,04$ ).

**Выводы.** На территории с высокой техногенной нагрузкой уровень заболеваемости болезнями щитовидной железы, в частности тиреоидитами, до 5,3 раза выше, чем на территориях относительного санитарного благополучия. У детей, проживающих в условиях воздействия техногенных факторов, уровень содержания в крови металлов, оказывающих прямое цитотоксическое действие на щитовидную железу, превышал от 2,0 до 6,7 раза аналогичные показатели детей с территорий рекреационного типа. Для детей, проживающих на селитебной территории, характерно более раннее формирование заболевания, сглаженная половая дифференцировка. У детей, проживающих в условиях техногенного загрязнения, при ультразвуковом исследовании диффузные изменения щитовидной железы встречаются в 1,6 раза чаще, чем в группе сравнения. Доказана зависимость показателей УЗ-сканирования от концентрации свинца и никеля в крови.

### Список литературы

1. Герасимов Г.А. Печальная статистика // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2015. – Т. 11, № 4. – С. 6–12.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. – М.: Практика, 1998. – 59 с.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016. – 200 с.
4. Современные аспекты этиологии и патогенеза хронического аутоиммунного тиреоидита / О.И. Иванова, М.С. Соломина, С.В. Логвинов, Т.В. Соломатина // Сибирский онкологический журнал. – 2006. – № 1 (17). – С. 55–60.
5. Статистический сборник – 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god>. (дата обращения: 02.04.2019).
6. Тлиашинова А.М. Макро-, микроэлементы при аутоиммунном тиреоидите: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2012. – 22 с.
7. Эндокринные заболевания как медико-социальная проблема современности / Е.В. Кузнецов, Л.А. Жукова, Е.А. Пахомова, А.А. Гуламов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. – С. 62.

## Исследования содержания формальдегида в крови детского населения, проживающего в различных условиях антропогенного воздействия

А.С. Зорина, М.О. Старчикова, М.С. Пустобаева

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Представлены результаты скрининговых исследований содержания формальдегида в крови детского населения, проживающего в Перми и 9 городах Пермского края, за 2018 г. Анализ крови выполнялся методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. В результате исследований установлено, что формальдегид в крови детей содержится в широком диапазоне концентраций от  $0,005 \pm 0,001$  до  $0,382 \pm 0,101$  мг/дм<sup>3</sup> со средним содержанием  $0,031 \pm 0,008$  мг/дм<sup>3</sup>. Максимальное среднегрупповое содержание формальдегида в крови (С, мг/дм<sup>3</sup>) установлено у детей, проживающих в городе Чернушке. Во всех городах Пермского края концентрация формальдегида в крови детей превышает референтную.

**Ключевые слова:** формальдегид, кровь, скрининговые исследования, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).

Актуальность определения токсичных химических соединений в биологических средах продолжает расти по мере ухудшения экологической ситуации в промышленных городах.

Одним из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды является формальдегид (2-й класс опасности), являющийся распространенным загрязнителем воздуха. Формальдегид (альдегид муравьиной кислоты) – бесцветный газ с острым специфическим запахом. Обладает раздражающим, аллергическим, сенсибилизирующим, мутагенным, канцерогенным действием, способен накапливаться в тканях и органах, оказывая отрицательное влияние на состояние и функции систем человека [6, 9, 8].

В организм человека формальдегид поступает экзогенным путем, а также образуется эндогенно в процессе метаболизма производных системы тетрагидрофолевой кислоты. Формальдегид широко распространен в окружающей среде. Помимо образования в результате дыхания живых существ, а также естественных фотохимических процессов в природе, большое количество формальдегида выделяется в окружающую среду в результате антропогенного воздействия. В воздушную среду формальдегид попадает с выхлопными газами автомобилей, табачным дымом, продуктами сгорания бытового газа, производственными отходами деревообрабатывающих предприятий, предприятий по производству смол, пластиков, красок, текстиля, бумаги, бытовой химии и т.д. [4, 2]. Высока доля формальдегида, выделяющегося в воздушную среду помещений из строительных и отделочных материалов (ДСП, ДВП, мастики, облицовки, шпаклевки, обои и др.) [1]. Таким образом, атмосферный воздух, воздух дошкольных и средних образовательных учреждений, а также воздух жилых помещений вносят существенный вклад в формирование здоровья детского населения [7].

Пермский край является крупнейшим промышленным центром, в городах которого размещены крупные объекты энергетики, предприятия химической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, машиностроения и металлургии, обуславливающие характер и уровень загрязнения атмосферного воздуха различными поллютантами, в том числе формальдегидом. Для выполнения исследований по оценке риска здоровью населения необходимо контролировать его содержание в биологических средах.

**Целью работы** являлись скрининговые исследования содержания формальдегида в крови детского населения, проживающего в условиях различной антропогенной нагрузки.

В качестве обследуемых были взяты 10 групп, проживающие в г. Перми ( $n = 352$ ), г. Александровске ( $n = 25$ ), г. Губахе ( $n = 28$ ), г. Кизеле ( $n = 32$ ), г. Краснокамске ( $n = 55$ ), г. Кунгуре ( $n = 62$ ), г. Осе ( $n = 49$ ), г. Соликамске ( $n = 67$ ), г. Чернушке ( $n = 46$ ), г. Чусовом ( $n = 31$ ).

Анализ крови выполнялся сотрудниками лаборатории методов жидкостной хроматографии химико-аналитического отдела ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Определение формальдегида в крови проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в виде его 2,4-динитрофенилгидразин производного на колонке с обращенной фазой Диасорб С16 и ультрафиолетовым детектором [2]. Диапазон измерений методики 0,001–0,400 мг/см<sup>3</sup>, относительная погрешность измерений 26,5 % ( $p = 0,95$ ).

Результаты проведенных исследований представлены в виде диапазона измеряемых концентраций и среднегрупповых значений концентрации формальдегида в крови (таблица). Среднегрупповое содержание изучаемого поллютанта в каждой группе рассчитывали как среднее арифметическое индивидуальных концентраций формальдегида, полученных при анализе крови.

Содержание формальдегида в крови детского населения (мг/дм<sup>3</sup>)

Город	Среднегрупповое содержание	Диапазон обнаруженных концентраций	Превышение референтной концентрации (в $n$ раз)
Пермь	$0,031 \pm 0,008$	0,005–0,123	10,2
Александровск	$0,023 \pm 0,006$	0,006–0,045	7,7
Губаха	$0,028 \pm 0,007$	0,012–0,050	9,4
Кизел	$0,029 \pm 0,008$	0,016–0,040	9,8
Краснокамск	$0,035 \pm 0,009$	0,011–0,100	11,6
Кунгур	$0,030 \pm 0,008$	0,010–0,084	9,9
Оса	$0,031 \pm 0,008$	0,012–0,050	10,2
Соликамск	$0,034 \pm 0,009$	0,011–0,066	11,2
Чернушка	$0,042 \pm 0,011$	0,012–0,266	14,0
Чусовой	$0,032 \pm 0,008$	0,008–0,096	10,5
Среднее	$0,031 \pm 0,008$	0,005–0,382	10,4

Формальдегид обнаружен в 100 % проб в широком диапазоне концентраций от  $0,005 \pm 0,001$  до  $0,382 \pm 0,101$  мг/дм<sup>3</sup>. В целом среднее арифметическое значение концентрации формальдегида в крови детского населения на территории Пермского края составило  $0,031 \pm 0,008$  мг/дм<sup>3</sup> ( $n = 747$ ), что превышает значение референтной концентрации в 10,4 раза. Среднее значение содержания формальдегида в крови по Пермскому краю в 2002 г. составило 0,036 мг/дм<sup>3</sup> [8]. Средние ариф-

метические значения концентрации формальдегида в крови детского населения в 2002 и 2018 г. достоверно не различаются.

Максимальное среднегрупповое содержание формальдегида в крови ( $C$ , мг/дм<sup>3</sup>) установлено у детей, проживающих в городе Чернушке (рисунок). Среднее содержание формальдегида в крови детского населения, проживающего в городе Чернушке, превышает фоновый уровень по Пермскому краю в 1,2 раза. Выше среднего уровня обнаружено содержание формальдегида в крови детей городов Краснокамска (на 11 %), Соликамска (на 7 %). Ниже среднего значения установлены среднегрупповые концентрации формальдегида в крови детей, проживающих на территории Перми, Александровска, Губахи, Кизела, Кунгура, Осы.

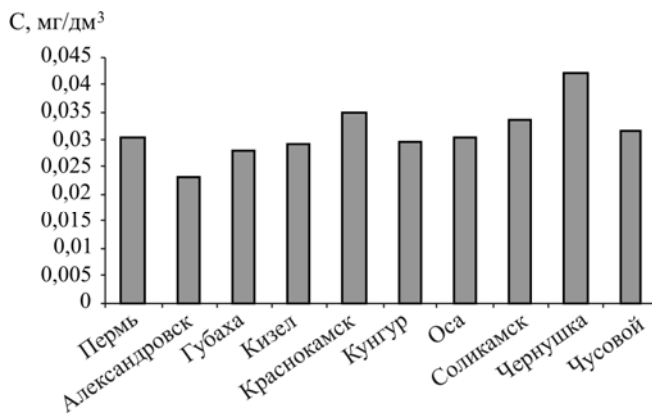


Рис. Концентрация формальдегида в крови детского населения Пермского края

**Выводы.** Таким образом, результаты выполненных исследований показали, что среднее содержание формальдегида в крови детского населения, проживающего в Перми и 9 городах Пермского края составляет  $0,031 \pm 0,008$  мг/дм<sup>3</sup>. Установлено, что во всех городах Пермского края, взятых для скринингового исследования, концентрация формальдегида в крови детей превышает референтную. Выполненные исследования позволяют ставить вопрос о проведении биомониторинговых исследований на территориях с повышенным содержанием формальдегида в образцах крови детей и проведении медико-профилактических мероприятий в отношении детского населения с повышенным содержанием формальдегида в крови.

### Список литературы

1. Другов Ю.С., Конопелько Л.А., Попов О.Г. Контроль загрязнений воздуха жилых помещений, офисов, административных и общественных зданий. – СПб.: Наука, 2013. – 302 с.
2. Дутт Е.В. Оценка степени загрязненности атмосферы урбанизированных территорий (на примере города Бийска Алтайского края) бенз(а)пиреном, формальдегидом и диоксидом азота // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2012. – № 7. – С. 160–166.
3. Карнажицкая Т.Д. Совершенствование методов химического анализа кислородсодержащих органических соединений в биосубстратах при социально-гигиеническом мониторинге: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2002. – 22 с.

4. Крамаренко В.Ф. Токсикологическая химия. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 445 с.
5. МУК 4.1.2111-06 Измерение массовой концентрации формальдегида, ацетальдегида, пропионового альдегида, масляного альдегида и ацетона в пробах крови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.02.2019).
6. Тараненко Н.А. Проблемы мониторинга формальдегида в окружающей среде и биосредах детского населения (обзор) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2012. – № 6. – С. 156–159.
7. Уланова Т.С., Карнажицкая Т.Д., Нахиева Э.А. Исследования качества воздуха помещений и атмосферного воздуха дошкольных образовательных учреждений в крупном промышленном центре // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 12. – С. 19–22.
8. Characteristics and health effects of formaldehyde and acetaldehyde in an urban area in Iran / M. Delikhoon, M. Fazlzadeh, A. Sorooshian, A.N. Baghani, M. Golaki, Q. Ashournejad, A. Barkhordari // Environmental pollution. – 2018. – Vol. 242. – P. 938–951.
9. Reingruber H., Pontel L.B. Formaldehyde metabolism and its impact on human health // Current opinion in toxicology. – 2018. – Vol. 9. – P. 28–34.

## **Воздействие средовых факторов на показатели Т-клеточного иммунитета женщин с репродуктивными нарушениями и полиморфным генетическим профилем**

**О.А. Казакова<sup>1</sup>, О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>,  
А.В. Кривцов<sup>1</sup>, Д.В. Ланин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,

г. Пермь, Россия

Женщины, экспонированные фенолом, в возрастной группе 26–35 лет, имеющие в анамнезе нарушения в репродуктивной сфере (невываживание беременности), отличаются достоверно измененным уровнем Т-клеточной регуляции с повышенной экспрессией относительного и абсолютного количества CD127-лимфоцитов. Сочетанное влияние контаминации биосред фенолами и возрастного фактора в условиях полиморфно измененного генетического профиля по Т/Т гомозиготному генотипу гена FOXP3 T3499C rs3761547 ассоциировано с достоверно повышенным уровнем Т-клеточной супрессии (CD127-), что может служить причи-

ной репродуктивных потерь и требует разработки и осуществления профилактических мероприятий по предотвращению вредного воздействия на репродуктивное здоровье женщин.

**Ключевые слова:** полиморфизм генов, невынашиваемость беременности, фенол.

Здоровье женщин, особенно в период беременности [2], является особо чувствительным к загрязнению окружающей среды, поэтому в современных гигиенических и социально-экономических условиях охрана репродуктивного здоровья становится одним из приоритетных направлений в профилактике репродуктивных потерь и предотвращении роста неинфекционной заболеваемости [3, 4, 9]. Избыточное содержание фенола в атмосферном воздухе, помимо общетоксического действия, оказывает влияние на иммунологические показатели клеточной дифференцировки (Т-клеточное звено иммунитета), ассоциированные с полиморфными особенностями генетического профиля и развитием негативных эффектов репродуктивной сферы в виде невынашивания беременности [1, 6, 8]. Репродуктивное здоровье населения можно рассматривать как биологический маркер состояния окружающей среды, в связи с этим поиск и предотвращение вредного воздействия на репродуктивное здоровье женщин является весьма актуальной темой в настоящее время [5, 8].

**Цель настоящего исследования** – изучение сочетанного влияния контаминации биосред фенолами и возрастного фактора на уровни CD-клеточной регуляции процесса апоптоза, ассоциированных с генетическим профилем женщин с репродуктивными нарушениями.

**Материалы и методы.** Проведено обследование 104 женщин репродуктивного возраста (18–46 лет), имеющих в анамнезе репродуктивные нарушения, проявляющиеся в виде невынашивания беременности. Территория проживания исследуемых женщин характеризуется повышенными уровнями аэрогенной экспозиции фенола и его производных на сверхнормативных уровнях (выше 1 ПДК<sub>cc</sub>) [9].

На базе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровьем населения» в г. Перми проведено химическое, иммунологическое и генетическое тестирование.

Определение уровня содержания фенола в крови пациентов осуществлялось методом капиллярной газовой хроматографии на приборе «Кристалл-5000» (Россия) в лаборатории методов газовой хроматографии.

Показатели клеточной дифференцировки CD127 абсолютные и относительные лимфоциты, а также позитивные CD95 абсолютные и относительные лимфоциты, вовлеченные в процесс апоптоза, определялись на проточном цитометре FACSCalibur (США) в лаборатории клеточных методов диагностики.

Генетический анализ позволил оценить частоту полиморфизмов генов иммунорегуляции FAS C14405T rs1159120 и FOXP3 T3499C rs3761547 на приборе BioRad CFX96 C1000 (Сингапур) в режиме реального времени в лаборатории иммуногенетики.

Исследуемый контингент женщин репродуктивного возраста был поделен на подгруппы по возрастному фактору (1-я группа – 18–25 лет; 2-я группа – 26–35 лет; 3-я группа – 36–46 лет) и по уровню контаминации фенола в крови (0-я группа – с содержанием фенола в крови в референтном диапазоне от 0 до 0,016 мкг/см<sup>3</sup>, 1-я группа – содержание фенола в крови выше референтного уровня от 0,016 мкг/см<sup>3</sup>). Было проанализировано 8 парных сравнений выборочных средних при помощи *t*-теста (критерий Стьюдента); проведены однофакторный (только возраст/только содержание фенола) и двухфакторный (и возраст, и содержание фенола) дисперсион-

онный анализы; выполнен анализ сравнения выборок, представленный на категоризированной диаграмме размаха средних ( $x \pm se$  и  $x \pm 1,95 se$ ).

Анализ и статистическая обработка данных проводилась в специализированной программе Statistica 6.1, а также в онлайн-программе SNPStats.

**Результаты и их обсуждение.** По результатам  $t$ -парного теста установлено, что вероятность различий по Т/С гетерозиготному генотипу гена FOXP3 T3499C rs3761547, ассоциированному с CD127 отн., в возрастной группе 26–35 лет, различающейся контаминацией фенолом ( $1,48 \pm 0,36$ ;  $2,87 \pm 0,12$  соответственно), составляет 0,78 % ( $t = -3,62$ ;  $p = 0,0078$ ). Выявленный  $p$ -уровень значимости и отрицательное значение  $t$ -теста свидетельствуют о вероятном воздействии фенола на CD127-относительные лимфоциты как стимулирующего агента. При сравнении других возрастных групп ассоциаций генотипов генов FAS C14405T rs1159120 и FOXP3 T3499C rs3761547 с ответом в виде экспрессии CD95 и CD127-лимфоцитов и фенола обнаружено не было.

На категоризированной диаграмме (рисунок) представлены результаты сравнения средних значений уровней CD127, соответствующих Т/С гетерозиготному генотипу гена FOXP3 T3499C rs3761547, в трех возрастных группах с учетом содержания фенола в крови пациентов. Наиболее значимые различия по показателю Т-регуляторных лимфоцитов CD127 выявлены в возрастной группе женщин 26–35 лет, что синхронизировано с ранее полученными достоверными межгрупповыми тестовыми различиями.

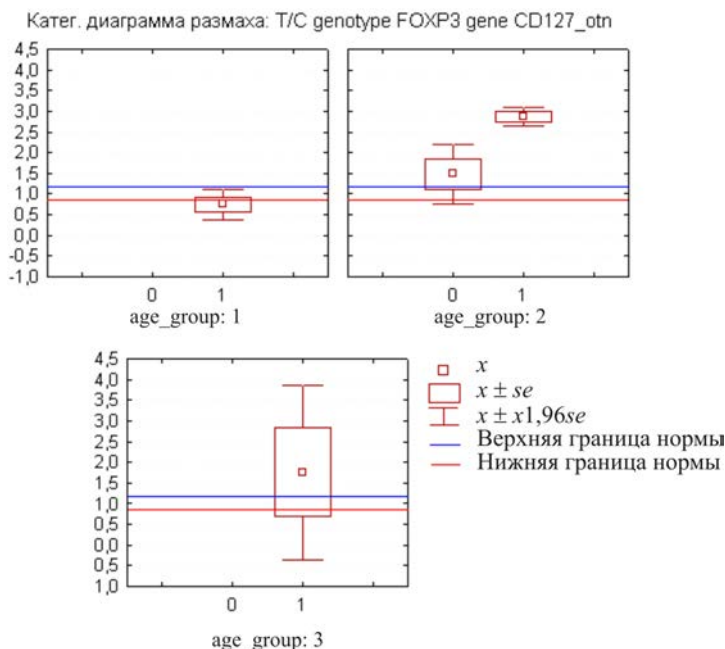


Рис. Категоризированная диаграмма размаха средних значений ответов между группами сравнения:  $x$  – среднее;  $se$  – стандартная ошибка; 0 – допустимое содержание фенола в крови, 1 – содержание фенола в крови превышает референтный уровень; age\_group 1, 2, 3 – группы по возрастам; CD127\_otn – CD127 лимфоциты относительные



На диаграмме отражены 95 %-ные доверительные интервалы для средних по показателям CD127-, достоверно превышающие диапазон нормы в 2 раза, что может свидетельствовать о выраженном индуцированном действии фенола на регуляторные показатели данной возрастной группы.

Проведенный однофакторный и двухфакторный дисперсионные анализы, оценивающие взаимосвязь и степень воздействия изучаемых факторов как отдельно, так и совместно на уровни Т-клеточного звена иммунитета при имеющемся генетическом профиле. Однофакторный дисперсионный анализ выявил влияние контаминации фенола на уровень CD127 отн. лимфоцитов по Т/Т гомозиготному генотипу гена FOXP3 T3499C rs3761547 ( $F(1,49) = 4,109, p = 0,048$ ), при этом фактор возраста также оказывает влияние на величину CD127 абсолютных ( $F(2; 45) = 3,575, p = 0,036$ ) и относительных ( $F(2; 45) = 4,596, p = 0,015$ ) лимфоцитов по гомозиготному генотипу Т/Т гена FOXP3 T3499C rs3761547. Связи Т-лимфоцитов с активационным маркером CD95 абсолютных и относительных, ассоциированных с генетическим профилем FAS C14405T rs1159120, с фактором возраста и содержанием фенола, в крови обнаружено не было.

**Выводы.** Таким образом, у женщин с полиморфным генетическим профилем по Т/Т гомозиготному генотипу гена FOXP3 T3499C rs3761547, имеющих нарушения в репродуктивной сфере (невынашивание беременности), сочетанное влияние контаминации биосред фенолами и возрастного фактора ассоциировано с повышенным уровнем Т-клеточной супрессии (CD127-) и определяет особенности CD-клеточной регуляции процесса апоптоза, модифицированную повышенной контаминацией фенолом, что может служить причиной репродуктивных потерь и требует разработки и осуществления профилактических мероприятий по предотвращению вредного воздействия на репродуктивное здоровье женщин.

### Список литературы

1. Айзимова М.К. Воздействие загрязнения атмосферного воздуха на репродуктивное здоровье женщин. – Фергана, 2016. – С. 64–69.
2. Айламазян Э.К., Беляева Т.В. Общие и частные проблемы экологической репродуктологии // Журнал акушерства и женских болезней. – 2003. – № 2. – С. 4–10.
3. Байрагов Н.А., Жилияков Е.В. Антропогенная нагрузка как фактор, усугубляющий развитие и течение основных заболеваний беременных женщин и детей // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 4. – С. 624–628.
4. Иммуногенетические особенности у женщин с угрозой невынашивания в условиях экспозиции крезоллами / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, В.Б. Алексеев, О.Ю. Дугина, О.А. Бубнова, Н.А. Вдовина // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 1. – С. 55–57.
5. Иммунные и генетические маркеры, выявляемые у женщин, работающих на производстве резинотехнических изделий / К.Г. Старкова, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова, В.А. Хорошавин // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 12. – С. 10–13.
6. Особенности генетического полиморфизма у женщин с угрозой невынашивания в условиях хронической аэрогенной экспозиции фенолами / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова, В.Б. Алексеев // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 77–81.
7. Предеина Р.А. Гигиеническая оценка аэрогенного внешнесредового воздействия фенолов на иммунную регуляцию у детей (На примере Пермского края): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М, 2013.

8. Сумина А.В., Летникова Л.И. Оценка состояния репродуктивного здоровья женщин, работающих на предприятиях по хранению и реализации нефтепродуктов // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. XVIII, № 2. – С. 320–322.

9. Чечулина О.В. Основные проблемы репродуктивного здоровья девочек Республики Татарстан // Репродуктивное здоровье детей и подростков. – 2016. – № 5. – С. 28–33.

## **Изменения биохимических показателей нейротоксических эффектов у детей при повышенном содержании алюминия и марганца в биосредах**

**Ю.В. Кольдибекова, О.В. Пустовалова**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Химико-аналитическими методами установлено, что у детей, проживающих в условиях хронического аэрогенного воздействия таких нейротропных металлов, как алюминий и марганец, содержание данных веществ в биосредах в 1,5–2,2 раза превысило значения аналогичных показателей в группе сравнения ( $p = 0,0001$ ). В качестве маркеров ингаляционной экспозиции обоснованы концентрации марганца в крови на уровне выше  $0,011 \text{ мг/дм}^3$  и алюминия в моче на уровне выше  $0,0065 \text{ мг/дм}^3$ . У детей группы наблюдения установлены маркерные показатели, отклонения которых свидетельствуют о развитии нейротоксических эффектов, доказанно связанных с повышенным содержанием в крови марганца и в моче алюминия.

**Ключевые слова:** аэрогенная экспозиция, алюминий, марганец, нейротоксические эффекты, нейрогенез.

Алюминий и марганец как специфические компоненты выбросов предприятий по производству первичного алюминия и металлургического глинозема при ингаляционном поступлении в организм человека обладают способностью преимущественного негативного воздействия на морфологические структуры или функции центральной и/или периферической нервной системы [6, 8, 17, 18]. Механизм развития нейротоксических эффектов связан с вовлечением алюминия и марганца в процесс нарушения генерации, проведения и синаптической передачи нервного импульса посредством астроцитзависимого усиления окислительного стресса, потенцирования эксайтотоксичности, стимуляции нейровоспалительного ответа, нарушения глиального кальциевого гомеостаза, дисфункции нейрогенеза [2, 12, 15, 16].

Переходные металлы в соединении с кислородом (оксиды алюминия и марганца) проникают с помощью специфических трансферриновых рецепторов и кальциевых каналов через гематоэнцефалический барьер и необратимо накапливаются в ядрах нейронов головного мозга и астроцитов (нейроглиальных клетках) [7, 13].

Ионы алюминия и марганца, содержащиеся в нервной ткани, активно вступают в реакцию с пероксидом водорода, образуя при этом более токсичные гидроксильные и пергидроксильные радикалы, тем самым вызывая повреждение мембран нейронов [14] и нарушая защитную функцию гематоэнцефалического барьера [3].

При нарушении целостности клеточной мембраны астроцитов самопроизвольно высвобождаются нейротрансмиттеры (ацетилхолин, глутаминовая кислота, гамма-аминомасляная кислота, D-серин и др.), которые регулируют возбудимость нейронов и синаптическую передачу нервного импульса [12]. Процесс возбуждения в нейронах обычно сопровождается гиперактивацией глутаматных NMDA-рецепторов, способствующей увеличению концентрации кальция в цитозоле и запуску кальцийзависимых механизмов клеточной дегенерации [11].

По данным работ ряда авторов [7], марганец способен вызывать воспалительные реакции в центральной нервной системе (ЦНС) в результате повышения экспрессии генов и активности белков, стимуляции продукции провоспалительных цитокинов, индукции экспрессии молекул адгезии (интегрины, селектины, кадгерин), активации протеаз и ферментов (индуцибельная NO-синтаза, НАД (Ф) Н-оксидаза, миелопероксидаза) [9]. Кроме этого, воздействие таких нейротропных металлов, как алюминий и марганец может вызывать дисфункцию нейрогенеза. Ключевую роль в данном процессе играют нейротропины, которые поддерживают рост аксонов, дифференциацию и выживаемость нейронов, содействуют синаптической пластичности в развивающихся и взрослых нервных системах, что имеет ключевое значение для процессов памяти и регенерации [16].

Таким образом, хроническая аэрогенная экспозиция алюминия и марганца может обуславливать развитие со стороны центральной и вегетативной нервной системы негативных эффектов в виде нарушения передачи нервного импульса, синтеза нейронов, развития нейровоспаления, ассоциированных с повышенным содержанием в биосредах алюминия и марганца.

**Цель исследования** – выявление изменений биохимических показателей нейротоксических эффектов у детей при повышенном содержании алюминия и марганца в биосредах.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись биохимические показатели, характеризующие нейротоксические эффекты у детей в возрасте 4–10 лет, проживающих в зоне хронической аэрогенной экспозиции алюминия и марганца; в сравнительном плане – аналогичные показатели у детей, проживающих в условиях отсутствия экспозиции данных загрязнений.

Предметом исследований являлись: объекты среды обитания (пробы атмосферного воздуха), биосубстраты (пробы крови, мочи), причинно-следственные связи показателей нейротоксических эффектов у детей с воздействием химических факторов риска (алюминий, марганец).

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха по содержанию алюминия и марганца территории наблюдения с размещением алюминиевого производства и территории без аналогичного источника выбросов проведена по данным мониторинговых исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» за период 2014–2017 гг.

Углубленным обследованием охвачено 114 детей в возрасте 4–11 лет (девочек 46,6 %, мальчиков 53,4 % от общего числа обследованных лиц), постоянно проживающих и посещающих дошкольные образовательные и общеобразовательные организации, расположенные в селитебной застройке в зоне аэрогенной экспозиции алюминия и марганца и имеющих заболевание нервной системы по МКБ-10: G.00-G.99

(группа наблюдения). Для проведения сравнительного анализа сформирована выборка детей аналогичного возраста (49 человек), не подвергающихся аэрогенному воздействию алюминия и марганца (группа сравнения), но также имеющих заболевания нервной системы по МКБ-10 G.00-G.99.

Выборки по половозрастному составу, социально-бытовым условиям проживания, среднему уровню материального обеспечения, по частоте и характеру вредных привычек и профессиональных вредностей у родителей, по психологическому климату в семье, в дошкольных образовательных и общеобразовательных организациях были сопоставимыми. На момент обследования дети не имели острых инфекционных заболеваний не менее чем в течение 4 недель до начала исследования, не принимали лекарственных препаратов, оказывающих выраженное влияние на ЦНС, менее чем за 30 дней до начала исследования.

От каждого законного представителя ребенка, включенного в выборку, получено письменное информированное согласие на добровольное участие в обследовании, выполненном специалистами амбулаторно-поликлинического отделения и клиники ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления риском здоровьем населения» на базе организованных дошкольных и школьных детских коллективов при выезде мобильной бригады. Диагностические процедуры осуществляли с обязательным соблюдением этических принципов медико-биологических исследований, изложенных в Хельсинкской декларации 1964 г. с дополнениями 2013 г., в гармонизации с Национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP).

Определение содержания алюминия в моче осуществляли в соответствии с действующими в Российской Федерации СТО М 25-2016<sup>1</sup> «Методика измерений массовых концентраций алюминия в биологических средах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой», марганца в крови – МУК 4.1.3230–14 «Методика измерений массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой»<sup>2</sup> с использованием масс-спектрометра Agilent 7500cx.

Объем обследования детей включал показатели, определяемые коммерческими тест-системами и учитывающие патогенез развития прогнозируемых нейротоксических эффектов: прямое цитотоксическое повреждение – содержание гидроперекисей липидов в сыворотке крови, малонового диальдегида (МДА) в плазме крови; уровень миелопероксидазы, супероксиддисмутазы (СОД) и нейронспецифической энolahзы в сыворотке крови; уровень общей антиоксидантной активности плазмы крови (АОА); нарушение синаптической передачи нервных импульсов – содержание ацетилхолина, глутаминовой и  $\gamma$ -аминомасляной кислот в сыворотке крови, уровень ионизированного кальция в цельной крови, фосфора и магния в сыворотке крови; нарушение нейрогенеза – уровень нейротропина-3 в сыворотке крови. Исследование биохимических показателей выполнено с помощью анализатора электролитов крови EasyLyte Calcium, спектрофотометра ПЭ-5300В, автоматического биохимического Keulab, иммуноферментных Sunrise анализаторов.

---

<sup>1</sup> СТО М25–2016. Методика измерений массовых концентраций алюминия в биологических средах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. – Пермь, 2016. – 21 с.

<sup>2</sup> МУК 4.1.3230-14. Методика измерений массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2014. – 122 с.

Методом нелинейного регрессионного анализа проводили моделирование зависимостей вероятности отклонения лабораторного показателя нейротоксического эффекта от концентрации исследуемого вещества в крови/моче. Расчет параметров моделей выполняли с использованием пакета прикладных программ Statistika 6.0 и специальных программных продуктов с приложениями MS-Office. Оценку достоверности параметров и адекватности модели проводили на основании однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера ( $F > 3,96$ ), коэффициенту детерминации ( $R^2$ ) и  $t$ -критерию Стьюдента ( $t > 2$ ) при заданном уровне значимости  $p \leq 0,05$  [4]. При построении математических моделей определяли 95%-ные доверительные границы. В качестве адекватных моделей выбраны модели, соответствующие статистическому критерию и отвечающие требованию биологического правдоподобия.

**Результаты и их обсуждение.** В условиях стабильного присутствия в атмосферном воздухе марганца и алюминия до 1,0 ПДК<sub>сс</sub> у детей группы наблюдения установлены повышенные в 1,5–2,2 раза концентрации в крови марганца ( $0,012 \pm 0,001$  мг/дм<sup>3</sup>) и в моче алюминия ( $0,011 \pm 0,002$  мг/дм<sup>3</sup>) относительно аналогичных показателей в группе сравнения ( $p = 0,0001$ ). Частота регистрации проб крови с повышенным уровнем марганца составила 85,3 % от общего количества исследованных проб, проб мочи с повышенным содержанием алюминия – 33,9 %.

Моделирование зависимости «концентрация нейротропного вещества в крови/моче от концентрации нейротропного вещества в атмосферном воздухе» позволило получить адекватные модели зависимости: содержание марганца в крови от концентрации марганца в атмосферном воздухе ( $R^2 = 0,38$ ;  $p = 0,0001$ ), описываемую уравнением вида:  $y = 0,0099 + 3,747x$  (область определения модели [0,00009; 0,00124], мг/дм<sup>3</sup>); содержание алюминия в моче от концентрации алюминия в атмосферном воздухе ( $R^2 = 0,26$ ;  $p = 0,0001$ ), описываемую уравнением вида:  $y = -0,016 + 40,679x$  (область определения модели [0,0005; 0,0013], мг/дм<sup>3</sup>). Данные модели позволили обосновать концентрации марганца в крови, алюминия в моче в качестве маркеров ингаляционной экспозиции.

Оценка показателей, характеризующих активизацию свободнорадикального окисления с развитием окислительной модификации белков в ядре нейронов [5], свидетельствует о повышении в 1,6 раза гидроперекиси липидов в сыворотке крови у детей группы наблюдения относительно аналогичного показателя в группе сравнения ( $p = 0,0001$ ) (таблица).

Это может приводить к росту амилоидогенных фибрилл в нейронах, метаболическому дисбалансу, уменьшению плотности синапсов, их гибели [1]. О нарушении защиты ДНК ядра от действия свободных радикалов кислорода также свидетельствует повышенный в 2,4 раза уровень миелопероксидазы в сыворотке крови относительно данного показателя у детей в группе сравнения ( $p = 0,0001$ ). При этом частота регистрации проб с повышенным значением миелопероксидазы составила 27,6 % случаев при отсутствии таковых в группе сравнения ( $p = 0,0001$ ). Оценка показателей антиоксидантной активности свидетельствует о явной тенденции к ее угнетению. Установлено достоверное снижение среднего уровня СОД в сыворотке крови и АОА в плазме крови в 1,2–1,5 раза относительно аналогичных показателей у детей в группе сравнения ( $p = 0,0001$ ). Частота регистрации проб с пониженным значением данных показателей антиоксидантной защиты составила 72,4 и 76,0 % проб соответственно (кратность различий составила 2,0–2,1 раза при  $p = 0,001$ –0,013). Установлены достоверные причинно-следственные связи между повышенным уровнем миелопероксидазы в сыворотке крови и содержанием марганца в крови ( $R^2 = 0,59$ ;  $F = 73,57$ ;  $p = 0,0001$ ) и алюминия в моче ( $R^2 = 0,87$ ;  $F = 166,75$ ;  $p = 0,0001$ ).

Сравнительный анализ биохимических показателей у детей в возрасте 4–10 лет группы наблюдения и группы сравнения

Лабораторный показатель	Среднее значение показателя ( $M \pm m$ )		Межгрупповое различие по средним ( $p$ )
	группа наблюдения ( $n = 114$ )	группа сравнения ( $n = 49$ )	
Миелопероксидаза, нг/см <sup>3</sup>	62,38 ± 14,32	25,90 ± 9,67	0,0001
Супероксиддисмутаза, нг/см <sup>3</sup>	37,45 ± 2,83	55,90 ± 7,48	0,0001
Антиоксидантная активность плазмы крови, %	33,14 ± 0,71	37,92 ± 1,71	0,0001
Гидроперекиси липидов, мкмоль/дм <sup>3</sup>	155,18 ± 13,48	98,12 ± 11,10	0,0001
Малоновый диальдегид, мкмоль/дм <sup>3</sup>	2,52 ± 0,07	2,68 ± 0,15	0,049
Глутаминовая кислота, мкмоль/дм <sup>3</sup>	110,95 ± 4,59	85,43 ± 5,72	0,0001
γ-аминомасляная кислота, мкмоль/дм <sup>3</sup>	0,17 ± 0,02	0,14 ± 0,02	0,003
Нейронспецифическая эналаза, мкг/дм <sup>3</sup>	5,95 ± 0,65	2,94 ± 1,457	0,0001
Магний, ммоль/дм <sup>3</sup>	0,92 ± 0,014	0,83 ± 0,02	0,0001
Ионизированный кальций, моль/дм <sup>3</sup>	1,21 ± 0,01	1,13 ± 0,02	0,0001
Фосфор, моль/дм <sup>3</sup>	1,63 ± 0,06	1,64 ± 0,05	0,813
Ацетилхолин, пг/см <sup>3</sup>	46,60 ± 6,28	37,52 ± 4,02	0,016
Нейротропин-3, пг/см <sup>3</sup>	7,10 ± 0,11	6,95 ± 0,10	0,046

Зарегистрировано повышение в 2,0 раза уровня нейронспецифической эналазы в сыворотке крови у детей группы наблюдения относительно показателя в группе сравнения ( $p = 0,0001$ ). Повышение уровня нейронспецифической эналазы также может указывать на повреждение гематоэнцефалического барьера в результате нейротропного действия химических веществ и наличие воспалительной реакции в нейронах при активизации окислительной модификации белков в ядре нейронов [1]. Установлены статистически достоверные причинно-следственные связи между повышенным уровнем нейронспецифической эналазы в сыворотке крови и повышенным уровнем марганца в крови ( $R^2 = 0,88$ ;  $F = 447,28$ ;  $p = 0,0001$ ).

Следствием повреждения гематоэнцефалического барьера в результате нейротропного действия химического вещества, как правило, является нарушение синаптической передачи нервных импульсов [3], связанное с дискоординацией процессов возбуждения и торможения. Подтверждением данного процесса является выявленный дисбаланс нейромедиаторов возбуждения и торможения в нейронах центральной нервной системы. Установлено повышенное содержание глутаминовой кислоты (медиатора возбуждения) в сыворотке крови детей группы наблюдения в 1,3 раза и γ-аминомасляной кислоты (медиатора торможения) в 1,2 раза относительно показателей в группе сравнения ( $p = 0,0001–0,003$ ); достоверная причинно-следственная связь повышенного уровня глутаминовой кислоты в сыворотке крови с повышенным содержанием марганца ( $R^2 = 0,15$ ;  $F = 32,30$ ;  $p = 0,0001$ ) и алюминия в моче ( $R^2 = 0,84$ ;  $F = 16,93$ ;  $p = 0,0001$ ). Избыток глутамата токсичен и ведет к поступлению большого количества ионов кальция в клетку через каналы NMDA-рецепторов, что, в свою очередь, вызывает повреждение и гибель клетки – эффект эксайтотоксичности [11]. Обращает на себя внимание повышенное, до 1,2 раза, содержание ацетилхолина (нейромедиатора возбуждения) в сыворотке крови у детей группы наблюдения относительно данного показателя у детей в группе сравнения ( $p = 0,016$ ), что также свидетельствует об усилении процесса возбуждения в нейронах [2, 11]. При этом установлены достоверные причинно-следственные связи между повышенным уровнем ацетилхолина в сыворотке крови и содержанию-

ем марганца в крови ( $R^2 = 0,26$ ;  $F = 22,19$ ;  $p = 0,0001$ ) и алюминия в моче ( $R^2 = 0,96$ ;  $F = 132,81$ ;  $p = 0,0001$ ).

Установлен повышенный уровень магния в сыворотке крови детей группы наблюдения относительно аналогичного показателя у детей в группе сравнения ( $p = 0,0001$ ). При этом частота регистрации проб с повышенным уровнем магния в сыворотке крови у детей в группе наблюдения составила 4,2 % случаев при отсутствии таковых в группе сравнения ( $p = 0,001$ ), что свидетельствует о компенсаторной функции магния в снижении возбудимости нервных путей и ингибирование активности глутаматных рецепторов [10]. Установлена достоверная причинно-следственная связь повышенного уровня магния в сыворотке крови с повышенным содержанием марганца в крови ( $R^2 = 0,97$ ;  $F = 258,1$ ;  $p = 0,0001$ ) и алюминия в моче ( $R^2 = 0,59$ ;  $F = 177,50$ ;  $p = 0,0001$ ). Выявлено достоверное повышение содержания ионизированного кальция ( $1,21 \pm 0,01$  ммоль/дм<sup>3</sup>) в крови детей группы наблюдения относительно аналогичных показателей в группе сравнения ( $1,13 \pm 0,02$  ммоль/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,0001$ ). Можно предположить, что в результате данного изменения увеличивается транспорт ионов кальция внутри нервной клетки и, как следствие, изменяется порог возбудимости нейронов. Установлены достоверные причинно-следственные связи повышенного уровня ионизированного кальция в цельной крови с повышенным содержанием марганца в крови ( $R^2 = 0,76$ ;  $F = 609,52$ ;  $p = 0,0001$ ) и алюминия в моче ( $R^2 = 0,53$ ;  $F = 213,07$ ;  $p = 0,0001$ ).

Обращает на себя внимание «фактор роста нервов», участвующий в восстановлении поврежденных нейрональных структур. У детей группы наблюдения установлена тенденция к повышенному содержанию нейротрпина-3 в сыворотке крови относительно группы сравнения ( $p = 0,046$ ). Частота регистрации проб с повышенным уровнем нейротрпина-3 составила 13,8 % проб при отсутствии таковых в группе сравнения ( $p = 0,037$ ). Установлены достоверные причинно-следственные связи между повышенным уровнем нейротрпина-3 в сыворотке крови и содержанием марганца в крови ( $R^2 = 0,73$ ;  $F = 185,68$ ;  $p = 0,0001$ ) и алюминия в моче ( $R^2 = 0,95$ ;  $F = 690,41$ ;  $p = 0,0001$ ).

Выявленные изменения показателей нейротоксических эффектов могут выражаться в росте заболеваемости со стороны центральной нервной системы, что подтверждается повышенной частотой встречаемости в 2,2 раза астеновегетативного синдрома (G90.9), в 3,7 раза – астеноневротического синдрома (G93.8) у детей группы наблюдения относительно показателей у детей в группе сравнения ( $p = 0,001-0,030$ ).

**Выводы.** Химико-аналитическими методами установлено, что у экспонированных детей в возрасте 4–10 лет группы наблюдения содержание марганца в крови и алюминия в моче в 1,5–2,2 раза выше относительно значения аналогичных показателей в группе сравнения ( $p = 0,0001$ ). У детей группы наблюдения установлены маркерные показатели, отклонения которых свидетельствуют о развитии нейротоксических эффектов, доказанно связанных с повышенным содержанием в крови марганца и в моче алюминия.

Нейротоксические эффекты проявляются в виде нарушения защиты ДНК ядра от свободных радикалов кислорода (повышение миелопероксидазы в сыворотке крови); повреждения гематоэнцефалического барьера в результате нейротропного действия химических веществ и наличия воспалительной реакции в нейронах (повышение нейронспецифической энolahзы в сыворотке крови); нарушения синаптической передачи нервных импульсов, связанное с дискоординацией процессов возбуждения и торможения (повышение уровня глутаминовой кислоты, ацетилхолина и магния в сыворотке крови, повышение уровня ионизированного кальция в цельной крови);

нарушения процесса восстановления поврежденных нейрональных структур (повышение уровня нейротропина-3 в сыворотке крови).

### Список литературы

1. Астахин А.В., Евлашева О.О., Левитан Б.Н. Клиническое и диагностическое значение основного белка миелина и нейронспецифической енолазы в медицинской практике // Клиническая медицина. – 2016. – № 11 (4). – С. 9–13.
2. Бондаренко В.М. Воспаление и нейродегенеративные изменения в развитии хронической патологии центральной нервной системы // Медицинский вестник Юга России. – 2010. – С. 3–7.
3. Васенина Е.Е., Левина О.С. Окислительный стресс в патогенезе нейродегенеративных заболеваний: возможности терапии // Современная терапия в психиатрии и неврологии. – 2013. – № 3–4. – С. 39–46.
4. Гланц С. Медико-биологическая статистика / под ред. Н.Е. Бузикашвили и соавт. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
5. Окислительный стресс и его влияние на функциональную активность клеток при болезни Альцгеймера / Е.Е. Дубинина, Л.В. Щедрина, Н.Г. Незнанов, Н.М. Залуцкая [и др.] // Биомедицинская химия. – 2015. – № 61 (1). – С. 57–69.
6. Матвеевко Т.И. Основы токсикологии: курс лекций. – Хабаровск: ТОГУ, 2006. – 142 с.
7. Обламская И.С., Карпенко М.Н. Нейровоспаление и гиперактивация кальцаиновых клеток ЦНС, как последствия интоксикации солями марганца // Неделя науки СПбПУ: материалы науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – С. 354–356.
8. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов; под ред. Г.Г. Онищенко. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.
9. Пискунов А.К. Биомаркеры нейровоспаления // Нейрохимия. – 2010. – № 1. – С. 63–73.
10. Реутов В.П., Сорокина Е.Г. Самосудова Н.В. Оксид азота и цикл оксида азота в системе нейронов, глии и кровеносных сосудов мозга в норме и при инсультах // Евразийское научное объединение. – 2017. – Т. 1, № 4 (26). – С. 73–81.
11. Роль нейрон-астроглиальных взаимодействий в дизрегуляции энергетического метаболизма при ишемическом перинатальном поражении головного мозга / А.Б. Салмина, О.С. Окунева, Т.Е. Таранушенко [и др.] // Анналы клинич. и эксперим. неврологии. – 2008. – № 3. – С. 44–51.
12. Araque A., Navarrete M. Glial cells in neuronal network function // Phil. Trans. R. Soc. B. – 2010. – Vol. 365. – P. 2375–2381.
13. Michalke B., Fernsebner K. New insights into manganese toxicity and speciation // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2014. – № 28 (2). – P. 106–116. DOI: 10.1016/j.jtemb.2013.08.005
14. Manganese nanoparticle activates mitochondrial dependent apoptotic signaling and autophagy in dopaminergic neuronal cells / A. Ngwa, A. Kanthasamy, Y. Gu, N. Fang // Toxicol Appl Pharmacol. – 2011. – № 256. – P. 227–240.
15. Alteration of neuron-glia interactions in neurodegeneration: molecular biomarkers and therapeutic strategy / M. Salmina, M. Petrova, T. Taranushenko [et al.] // Neurodegenerative diseases: processes, prevention, protection and monitoring / ed. R.C.-C. Chang. – Rijeka: InTech, 2011. – P. 273–300.



16. Neurotrophin serum concentrations and polymorphisms of neurotrophins and their receptors in children with asthma / A. Szczepankiewicz, M. Rachel, P. Sobkowiak, Z. Kycler [et al.] // *Respiratory Medicine*. – 2013. – Vol. 107. – P. 30–37. DOI: 10.1016/j.rmed.2012.09.024

17. Toxicological profile for aluminum. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. – 2008. – Atlanta, GA. – 357 p.

18. Toxicological profile for manganese. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. – 2012. – Atlanta, GA. – 556 p.

## Environmental factors in ms, focusing exposure to oorganic solvents

**A.-M. Landtblom<sup>1,2</sup>, I. Bostrom<sup>2</sup>, T. Riise<sup>3</sup>, K. Bjornevik<sup>3</sup>, K.-M. Myhr<sup>4</sup>, M. Pugliatti<sup>5</sup>, Ch. Wolfson<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Department of Neuroscience/Neurology, Uppsala University, Uppsala, Sweden

<sup>2</sup> Division of Neurology, Department of Clinical and Experimental Medicine, University of Linköping, Linköping, Sweden

<sup>3</sup> Department of Global Public Health and Primary Care, University of Bergen, Bergen, Norway/The Norwegian Multiple Sclerosis Competence Center Department of Neurology, Haukeland University Hospital, Bergen, Norway

<sup>4</sup> The Kristian Gerhard Jebsen Centre for MS-Research, Department of Clinical Medicine, University of Bergen, Bergen, Norway/The Norwegian Multiple Sclerosis Registry and Biobank, Department of Neurology, Haukeland University Hospital, Bergen, Norway

<sup>5</sup> Department of Biomedical and Speciality Surgical Sciences, Section of Clinical Neurology, University of Ferra, Ferra, Italy/Department of Global Public Health and Primary Care, University of Bergen, Bergen, Norway

<sup>6</sup> Department of Epidemiology and Biostatistics and Occupational Health, McGill University Health Centre, Montreal, QC, Canada

In this study, we found that prior exposure to organic solvents was associated with an increased risk of MS. Interestingly, the increased risk seems to be present only in individuals at increased risk by smoking and low D-vitamin status. Potential mechanisms include increased permeability of the blood brain barrier through solvent exposure, which enables access to the CNS for immune component blood cells triggered in the lungs due to tobacco smoking.

**Key words:** multiple sclerosis, risk factors, organic solvent, smoking, infectious mononucleosis, D-vitamin.

Several environmental factors have been demonstrated to increase the risk of developing multiple sclerosis (MS), such as Epstein – Barr infection (EBV), smoking, low levels of vitamin D and sun exposure, and obesity. Exposure to organic solvents has also been

investigated as a potential cause of MS, with to some extent contradictory results. For some risk factors there appears to be a time window of vulnerability to exposure, for example regarding Epstein Barr infection after childhood and obesity in adolescence [1].

Studies regarding solvents started early on with the observations of Amaducci in shoe makers in Florence. Eventually series of case control studies were performed, many of which seemed to suggest an odd ratio of about 2. Flodin et al. [2] and Landtblom et al. [3] saw an increased risk of MS for men due to occupational exposure to solvents, particularly in combination with welding in case-control studies [2].

An early meta-analysis of thirteen small studies in 1996 showed a relationship between organic solvents and MS in ten of them with about a two-folded risk of MS for exposed individuals [4]. Landtblom et al. also investigated if there were any clinical or radiological differences between MS-patients exposed and not exposed to solvents. They found no clinical differences between the two groups but there was a significant higher proportion of the exposed MS-patients who had hypointensity in basal ganglia on MRI compared to unexposed, although some of the unexposed MS-patients also had hypointensity in their basal ganglia [5].

Landtblom et al. compared MS-patients exposed to organic solvents with unexposed MS-patients to see if there was a difference in their metabolism of organic solvents. They investigated the occurrence of patients with GSTM1null and CYP2D6 poor metabolizers in the two groups but saw no difference between the exposed and unexposed group [6]. A big register study on occupational exposure in men between 1970 to 1980 saw no relationship between MS and occupational exposure [7]. A recent case-control study found no relationship between exposure to organic solvents and MS [8].

A review by Barragan-Martinez et al. in 2012 investigated the relationship between organic solvents and autoimmune diseases and saw an relationship between organic exposure and primary systemic vasculitis, systemic sclerosis and multiple sclerosis. Fifteen studies on MS and exposure to various organic solvents were included [9], about half of them was also included in the review by Landtblom et al. in 1996. Barragan-Martinez et al. found a slight but significantly increased risk of developing MS after exposure to organic solvents, the odds ratio amounted to 1,53 (95 % *CI*: 1,03–2,29) [9].

Since many anesthetics are related to organic solvents and trichloroethylene (TCE) previously have been used as an anesthetic [10] some groups have investigated if there is a relationship between exposure to anesthetics and an increased risk of MS. In 1988 Noseworthy reported two patients with TCE poisoning initially diagnosed as MS due to their fluctuation of symptoms. Both patients had normal MRI and clinic did not fully support MS [11]. A big study of marines exposed to mainly TCE and tetrachloroethylene in drinking water between 1975 and 1985 showed no relationship with MS. The levels of TCE were lower than the estimated exposure in industry at the same period and the time of exposure was relatively short [12]. Landtblom et al. noted a trend towards a higher cumulative incidence of MS in nurse anesthetics as against teachers, only significant in the 1990–2000 strata and an almost two-fold non-significant risk compared to other nurses [13]. On the other hand, Stenager et al. could not find an increased risk of MS among nurse anesthetics compared to the expected incidence in a matched population [14]. Nor did Hedstrom et al. in a later study where they also looked at nurses exposed before 1985 as a separate group [15].

In a recently presented article by Hedstrom et al, a significantly increased risk of MS was detected after exposure of organic solvents, OR 1.5 (95 % *CI* 1.2–1.8). They

have also analyzed ORs for different combinations of genetic risk factors (DRB1\*15 and HLA-A\*02), smoking and exposure to organic solvents. An OR of 30.3 was seen when participants, carrying HLA-DRB1\*15 and lacking HLA-A\*02, were exposed to organic solvents and smoking in combination. However, it can be pointed out that the number of cases and controls was quite little 40 respective 5 [16].

The purpose of this study was to analyze the risk of MS after exposure to organic solvents and possible interactions between solvent exposure and smoking; solvent exposure and EBV; solvent exposure and D-vitamin.

**Methods.** Study design.

Our study is a part of the International multicenter case-control study of Environmental Factors in Multiple Sclerosis (EnvIMS). The EnvIMS aims to investigate the effects of self-reported exposure to risks, environmental issues and lifestyle at early stages in life on disease outbreaks regarding MS and to reveal possible risk differences between distinct populations using a common method. It has been carried out in well-defined geographic areas in Europe (Norway, Italy, Serbia and Sweden) and in Canada. Details of the study design and methodology in EnvIMS have previously been reported by Magalhaes et al. [17].

Study population and area.

The current study includes participants from Sweden and Norway aged 18 years or older at the time of selection. The cases were recruited from population-based MS registries. Four times as many age and sex frequency-matched controls were randomly selected from the population registries of each region under study. The response rates among the cases were 68 and 70 % for Sweden and Norway respectively. The response rates among the controls were similar in Sweden and Norway (37 and 36 %).

**Exposure.** Exposure information was collected through a novel, self-administered questionnaire. Ten questions about occupational exposure: engine oil, cutting oil, form oil, hydraulic oil, turbine oil, asphalt, drilling mud, crude oil, anesthetic gases and organic solvents (e.g. thinner, tri, trichloroethylene, lacquer naphtha, toluene, styrene, xylene or the like) were reported as “no”, “don't know” and “yes”. They reported age when exposure started, during how many years they were exposed and in what kind of work.

Smoking habits were reported as “ever” and “never” smoker, age at smoking initiation, total years of smoking and number of cigarettes per day in different age groups between 11 to 30 years.

EBV infection was measured as a positive history of infectious mononucleosis (IM) answered as “yes”, “no” and “don't remember”. They also reported which age period the disease was contracted.

As an indication of D-vitamin status there were questions about outdoor activity rated as “little (1)”, “medium (2)”, “pretty much (3)”, “out almost all the time (4)”, in age groups.

**Statistical analysis.** The association between disease and exposure was estimated as OR with 95 % confidence interval (95 % CI) using logistic regression.

All controls were randomly assigned an index age based on the distribution of age at which a disease occurred in the cases.

Events or reported behavior occurring after the age of MS onset or index age were not considered as exposure. The exposure time for solvents, smoking and IM had to have occurred before onset of MS. All analyses were adjusted for age and sex.

To account for outdoor activity throughout adolescence the age periods “16–18” were used, which in previous studies from EnvIMS has shown to be the most relevant MS

risk. The values in the original variables (ranging from 1–4) were added and the new variable took value “Indoors” (rate 1–2) and “Outdoors” (rate 3–4).

**Results.** A total of 3,558 people's answers are involved this study, 1,197 cases and 2,361 controls. The occupational questions about organic solvents were answered in total by 3,457 individuals (97.2 %). “Yes” by 408 persons “No” by 2,926, “Don't know” by 123 and there were 101 missing. More men than women have reported that they have been exposed to organic solvent.

In total the question about smoking was answered by 3,461 persons (97.3 %), “Yes” by 1,879 persons, “No” by 1,582, and there were 97 missing. A total of 3,447 (96.9 %) answered the question about IM, “Yes” by 403, “No” by 2,872 and “Don't remember” 172, missing 111, 3,463 persons had outdoor activities (97.3 %)

Exposure to organic solvents was found to be related to MS in the pooled data from Sweden and Norway. The OR for risk of MS was 1.51 (95 % CI: 1.19–1.90,  $p = 0.001$ ); adjusted as per IM, smoking and indoor activity (a proxy for low vitamin D-level), the OR was 1.36 (95 % CI: 1.05–1.75,  $p = 0.020$ ). In men the OR was 1.42 (95 % CI: 1.00–2.02,  $p = 0.050$ ), in women, 1.24 (95 % CI: 0.85–1.82,  $p = 0.267$ ).

A calculation of the ORs related to different combinations of solvent exposure and smoking, solvent exposure and IM; solvent exposure and outdoor activity (D-vitamin) showed an increased risk of MS. Cases with exposure to organic solvents and smoking; organic solvents and low D-vitamin had an OR 3.2 (95 % CI 2.36–4.36,  $p = 0.000$ ) and OR 2.87 (95 % CI 2.02–4.10,  $p = 0.000$ ) respectively, Table 1.

Table 1

Adjusted odd ratios of multiple sclerosis risk as per different combinations of exposure to organic solvents, smoking, infectious mononucleosis (IM) and D-vitamin

Parameter	Cases, <i>n</i> (%)	Controls, <i>n</i> (%)	OR (95 % CI)	<i>P</i> value
Both countries				
No Solvent, No Smoking	356 (33.5)	1041 (48.7)	1.00 (reference)	
Yes Solvent, No Smoking	38 (3.6)	98 (4.6)	1.12 (0.75–1.67)	0.582
No Solvent, Yes Smoking	560 (52.6)	896 (41.9)	1.91 (1.63–2.25)	0.000
Yes Solvent, Yes Smoking	110 (10.3)	103 (4.8)	3.21 (2.36–4.36)	0.000
No Solvent, No IM	725 (72.1)	1689 (83.7)	1.00 (reference)	
Yes Solvent, No IM	116 (11.5)	172 (8.5)	1.49 (1.15–1.94)	0.003
No Solvent, Yes IM	149 (14.8)	142 (6.0)	2.35 (1.83–3.02)	0.000
Yes Solvent, Yes IM	16 (1.6)	16 (0.7)	2.17 (1.08–4.39)	0.030
No Solvent, High D-vitamin	432 (39.5)	987 (46.0)	1.00 (reference)	
Yes Solvent, High D-vitamin	72 (6.6)	140 (6.5)	1.12 (0.82–1.53)	0.486
No Solvent, Low D-vitamin	511 (46.7)	955 (44.5)	1.26 (1.07–1.47)	0.005
Yes Solvent, Low D-vitamin	79 (7.2)	62 (2.9)	2.87 (2.02–4.10)	0.000

Table 2 shows the effect of interaction providing the effect estimates for each of the three exposures variables (smoking, infectious mononucleosis (IM), D-vitamin level) stratified on exposure to organic solvents. The estimates for smokers and low D-vitamin show a significantly increased risk. In those who reported no history of IM there was a significantly increased risk.

Table 2

The association between smoking, infectious mononucleosis, D-vitamin level and risk of multiple sclerosis across strata of each exposure

OR (95 % CI) for MS with history of solvent exposure					
No Smoking	Yes Smoking	No IM	Yes IM	Outdoor (high D-vitamin)	Indoor (low D-vitamin)
1.17 (0.78–1.76)	1.62 (1.20–2.20)	1.48 (1.14–1.92)	1.03 (0.48–2.19)	1.11 (0.81–1.53)	2.31 (1.62–3.33)
$p = 0.453$	$p = 0.002$	$p = 0.004$	$p = 0.945$	$p = 0.526$	$p = 0.000$

In the analysis, there were 154 cases exposed to organic solvents and of these 100 people had provided information on what kind of work. The most frequent occupations were in car painting, mechanics, laboratory, printing industry, hairdresser and painter, Table 3.

Table 3

Percentage distribution of the six most commonly stated occupations

Occupation	%
Mechanics	9
Car painting	9
Laboratory	6
Printing industry	6
Hairdresser	5
Painter	5

**Discussion.** It is interesting to consider possible mechanisms that may be related to the effect of solvent exposure on MS. An effect on the blood brain barrier has been proposed as a cause of the increased risk, possibly making for immune-competent cells to enter the central nervous system. Since solvent exposure only seems noxious in smokers, one also has to consider the local inflammation caused by cigarette smoking as a mandatory variable for increasing the risk further.

In the Nordic countries, exposure to solvents is nowadays rather rare, because of hygienic regulations. Our finding is to do with a previous time period, and the participants are, to a certain extent, older people. However, in other parts of the world, solvent exposure is still a valid health problem. In addition, our findings can help to get better insights the mechanisms of MS pathogenesis.

### References

1. Olsson T., Barcellos L.F., Alfredsson L. Interactions between genetic, lifestyle and environmental risk factors for multiple sclerosis. *Nature*, 2017, no. 13, pp. 25–36.
2. Flodin U., Soderfeldt B., Noorlind-Brage H., Fredriksson M., Axelson O. Multiple sclerosis, solvents and pets. *Arch Neurol*, 1988, no. 45, pp. 620–623.
3. Landtblom A.M., Flodin U., Karlsson M., Palhagen S., Axelson O., Soderfeldt B. Multiple sclerosis and exposure to solvent, ionizing radiation and animals. *Scand J. Work Environ Health*, 1993, no. 19, pp. 399–404.
4. Olsson T., Barcellos L.F., Alfredsson L. Interactions between genetic, lifestyle and environmental risk factors for multiple sclerosis. *Nature*, 2017, no. 13, pp. 25–36.

5. Flodin U., Soderfeldt B., Noorlind-Brage H., Fredriksson M., Axelson O. Multiple sclerosis, solvents and pets. *Arch Neurol*, 1988, no. 45, pp. 620–623.

6. Landtblom A.M., Flodin U., Karlsson M., Palhagen S., Axelson O., Soderfeldt B. Multiple sclerosis and exposure to solvent, ionizing radiation and animals. *Scand J. Work Environ Health*, 1993, no. 19, pp. 399–404.

7. Landtblom A.-M., Flodin U., Soderfeldt B., Wolfson C., Axelson O. Organic solvents and multiple sclerosis: a synthesis of the current evidence. *Epidemiology*, 1996, no. 7, pp. 429–433.

8. Landtblom AM, Thuomas KA, Sjoqvist L, Flodin U, Nyland FH, Soderfeldt B. Hypointensity in T2-weighted images of the basal ganglia in solvent-exposed patients with multiple sclerosis: clinical, MRI and CSF characteristics. *Neurol Sci*, 2003, no. 24, pp. 2–9.

9. Landtblom A.-M., Wastenson M., Ahmadi A., Soderkvist P. Multiple sclerosis and exposure to organic solvents, investigated by genetic polymorphisms of the GSTM1 and CYP2D6 enzyme systems. *Neurol Sci*, 2003, no. 24, pp. 248–251.

10. Mortensen J.T., Bronnum-Hansen H., Rasmussen K. Multiple sclerosis and organic solvents. *Epidemiology*, 1998, no. 9, pp. 168–171.

11. Napier M.D., Poole C., Statten G.A., Ashley-Koch A., Marrie R.A., Williamson D.M. Heavy metals, organic solvents and multiple sclerosis: an exploratory look at gene-environment interactions. *Arch Environ Occup Health*, 2016, vol. 71, no. 1, pp. 26–34.

12. Barragan-Martinez C., Speck-Hernandez C.A., Montoya-Ortiz G., Mantilla R.D., Anaya J.-M., Rojas-Villarraga A. Organic solvents as risk factor for autoimmune diseases: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, vol. 12, no. 7, pp. e51506. DOI: 10.1371/journal.pone.0051506

13. Flodin U., Landtblom A.M., Axelson O. Multiple sclerosis in nurse anesthetics. *Occup. Environ Med.*, 2003, no. 60, pp. 66–68.

14. Noseworthy J.H. Trichlorethylene poisoning mimicking multiple sclerosis. *Le journal Canadien des sciences neurologiques*, 1988, vol. 15, no. 1, pp. 87–88.

15. Bove F.J., Ruckart P.Z., Maslia M., Larson T.C. Evaluation of mortality among marines and navy personnel exposed to contaminated drinking water at USMC base Camp Lejeune: a retrospective cohort study. *Environmental Health*, 2014, no. 13, p. 10. Available at: <http://www.ehjournal.net/content/13/1/10> (10.03.2019).

16. Landtblom A.-M., Tondel M., Hjalmarsson P., Flodin U., Axelson O. The risk for multiple sclerosis in female nurse anaesthetists: a register based study. *Occup. Environ Med.*, 2006, no. 63, pp. 387–389.

17. Stenager E., Bronnum-Hansen H., Koch-Henriksen N. Risk of multiple sclerosis in nurse anaesthetists. *Multiple sclerosis*, 2003, no. 9, pp. 427–428.

18. Hedstrom A.K., Hillert J., Olsson T., Alfredsson L. Exposure to anaesthetic agents does not affect multiple sclerosis risk. *European Journal of Neurology*, 2013, no. 20, pp. 735–739.

19. Hedstrom A.K., Hossjer O., Katsoulis M., Kockum I., Olsson T., Alfredsson L. Organic solvents and MS susceptibility, Interaction with MS risk HLA genes. *Neurology*, 2018. DOI: 10.1212/WNL.0000000000005906

20. Magalhaes S., Pugliatti M., Casetta I. [et al.]. The EnvIMS study: Design and methodology of an international case-control study of environmental risk factors in multiple sclerosis. *Neuroepidemiology*, 2015, no. 44, pp. 173–181.

## Внешние факторы риска рассеянного склероза и воздействие органических растворителей как один из них\*

**A.-M. Landtblom<sup>1,2</sup>, I. Bostrom<sup>2</sup>, T. Riise<sup>3</sup>, K. Bjornevik<sup>3</sup>,  
K.-M. Myhr<sup>4</sup>, M. Pugliatti<sup>5</sup>, Ch. Wolfson<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Кафедра неврологии, Университет Упсалы, Упсала, Швеция

<sup>2</sup> Отделение неврологии, Кафедра клинической и экспериментальной медицины, Университет Линкопинга, Линкопинг, Швеция

<sup>3</sup> Кафедра глобального здравоохранения и первичной медицинской помощи, Университет Бергена, Берген, Норвегия/Норвежский центр изучения рассеянного склероза, Отделение неврологии, Университетская больница Хаукленда, Берген, Норвегия

<sup>4</sup> Христианский центр Герхарда Джебсена по исследованию рассеянного склероза, Кафедра клинической медицины, Университет Бергена, Берген, Норвегия/Норвежский регистр и банк биоданных рассеянного склероза, Отделение неврологии, Университетская больница Хаукленда, Берген, Норвегия

<sup>5</sup> Кафедра биомедицинских и специализированных хирургических исследований, Секция клинической неврологии, Университет Ферры, Ферра, Италия/Кафедра глобального здравоохранения и первичной медицинской помощи, Университет Бергена, Берген, Норвегия

<sup>6</sup> Кафедра эпидемиологии, биостатистики, и производственной гигиены, Центр Здоровья Университета Мак-Гилла, Монреаль, Канада

**Обоснование исследования.** Существует несколько внешних факторов, которые увеличивают риск развития рассеянного склероза (РС); например, вирус Эпштейна – Барр (ЭБВ), курение, низкий уровень витамина D и воздействие солнечного света, а также ожирение. Воздействие органических растворителей тоже изучалось учеными с точки зрения возможности вызывать РС, но результаты подобных исследований были в определенной степени противоречивы. Кажется, для некоторых факторов риска существует определенное «временное окно», во время которого организм уязвим для воздействия; например, что касается вируса Эпштейна – Барр, то это период после детского возраста, а для ожирения это подростковый возраст [1].

Исследования, посвященные воздействию растворителей, начались очень давно, с наблюдений Амадуччи над сапожниками во Флоренции. В конечном итоге был выполнен ряд исследований «случай – контроль», и в большом числе подобных исследований отношение шансов было примерно равно 2. Flodin et al. [2] и Landtblom et al. [3] своих в исследованиях «случай – контроль» выявили повышенный риск РС для мужчин вследствие производственного воздействия растворителей, особенно в совокупности со сваркой [2].

\* Перевод оригинальной статьи.

Метаанализ тринадцати небольших исследований, проведенный в 1996 г., выявил взаимосвязь между органическими растворителями и РС в 10 из них, причем риск РС был в два раза выше для людей, подвергающихся воздействию органических растворителей [4]. Landtblom et al. также попытались выяснить, существуют ли какие-либо клинические или радиологические различия между пациентами с РС, подвергавшимися воздействию органических растворителей, и пациентами, у которых не было контактов с подобными веществами. Они обнаружили, что между двумя группами не было никаких клинических различий, но среди тех пациентов, кто подвергся воздействию органических растворителей, с помощью МРТ было выявлено значительно большее число пациентов с гипointенсивностью подкорковых ядер, чем среди тех, кто не контактировал с ними, хотя подобные явления в подкорковых ядрах наблюдались и среди интактных пациентов [5].

Lantblom et al. сравнили пациентов с РС, подвергавшихся воздействию органических растворителей, и тех, кто не подвергся подобному воздействию, с целью выяснить, присутствуют ли различия в их метаболизме, связанном с органическими растворителями. Они изучили наличие пациентов со слабым метаболизмом GSTM1null и CYP2D6 в двух группах, но не обнаружили никаких различий между двумя группами [6]. Исследование, проведенное с помощью значительной базы данных о производственном воздействии на мужчин в период с 1970 по 1980 г. не выявило никаких взаимосвязей между РС и воздействием органических растворителей на рабочем месте [7]. Недавнее исследование, проведенное по методу «случай – контроль», также не выявило зависимости РС от воздействия органических растворителей [8].

Исследование, проведенное Barragan-Martinez et al. в 2012 г., было посвящено взаимосвязи между органическими растворителями и аутоиммунными заболеваниями; они обнаружили взаимосвязь между воздействием органических веществ и первичным системным васкулитом, системным склерозом и рассеянным склерозом. Они изучили пятнадцать исследований РС и воздействия различных органических растворителей [9]; половина этих исследований была также включена в обзор, проведенный Landtblom et al. в 1996 г. Barragan-Martinez et al. обнаружили незначительный, но значимо повышенный риск развития РС после воздействия органических растворителей, отношение шансов было равно 1,53 (95 %-ный ДИ: 1,03–2,29) [9].

Так как многие анестезирующие средства связаны с органическими растворителями, и трихлорэтилен в прошлом использовался как анестезирующее средство [10], ученые пытались определить, существует ли взаимосвязь между экспозицией анестезирующих средств и повышенным риском РС. В 1988 г. Noseworthy сообщил о двух пациентах, отравившихся трихлорэтиленом, которым первоначально был ошибочно поставлен диагноз РС вследствие схожести симптомов. У обоих пациентов результаты МРТ были вполне удовлетворительны и клиническая картина не в полной мере указывала на РС [11]. Обширное исследование, объектом которого были моряки, подверженные воздействию три- и тетрахлорэтилена в питьевой воде в период с 1975 по 1985 г., не выявило никакой взаимосвязи с РС. Уровни трихлорэтилена были ниже, чем обнаруженные уровни воздействия в промышленности в тот же самый период, а также период воздействия был довольно коротким [12]. Landtblom et al. отметили тенденцию более высокой кумулятивной заболеваемости РС среди медсестер-анестезисток по сравнению с учителями, но данные



были значимы в страте 1990–2000 гг., и обнаруженный незначимый риск был почти в два раза выше среди медсестер-анестезисток, чем среди других медсестер [13]. С другой стороны, Stenager et al. не смогли обнаружить повышенный риск РС для медсестер-анестезисток по сравнению с ожидаемой заболеваемостью в сопоставимой группе населения [14]. Это не удалось и Hedstrom et al. в более позднем исследовании, в котором они также рассматривали медсестер, подвергшихся воздействию в период до 1985 г., как отдельную группу [15].

В недавно опубликованной статье Hedstrom et al. был описанный значительно повышенный риск РС, вызванный воздействием органических растворителей, ОШ 1,5 (95 %-ный ДИ: 1,2–1,8). Они также проанализировали ОШ для различных комбинаций генетических факторов риска (DRB1\*15 и HLA-A\*02), курения и воздействия органических растворителей. ОШ, равное 30,3, было обнаружено для пациентов с HLA-DRB1\*15 и недостатком HLA-A\*02, подвергавшихся воздействию органических растворителей, и к тому же еще курящих. Однако, следует заметить, что число случаев и контролей было очень незначительным, 40 относительно 5 [16].

**Целью нашего исследования** было проанализировать риск РС после воздействия органических растворителей и возможное взаимодействие между воздействием растворителей и курением; воздействием растворителей и ЭБВ; воздействием растворителей и витамином D.

**Материалы и методы.** Наше исследование является частью международного исследования «случай – контроль», посвященного влиянию внешних факторов на развитие рассеянного склероза. Целью данного международного исследования является изучение влияния экспозиции факторов риска, внешних воздействий и образа жизни в раннем детском возрасте на заболеваемость РС и выявление возможных различий в уровнях риска для разных популяционных групп с помощью традиционных методик. Оно проводится на определенных географических территориях в Европе (Норвегия, Италия, Сербия и Швеция) и в Канаде. Структура и методы исследования изложены в работе Magalhaes et al. [17].

Данное исследование было осуществлено с помощью участников из Швеции и Норвегии в возрасте 18 лет и старше. «Случаи» были отобраны из баз данных по пациентам с РС. Для каждого «случая» методом случайной выборки из баз данных населения были подобраны четыре «контроля», соответствующие ему по полу и возрасту, в каждом регионе исследования. Доля лиц, согласившихся принять участие в исследовании, составила 68 и 70 % в группе «Случаи» для Швеции и Норвегии соответственно. Доля лиц, давших согласие на участие в группе «Контроли», была сходна в Швеции и Норвегии (37 и 36 %).

**Воздействие.** Информация о воздействии была собрана с помощью оригинального, созданного нами опросника. Он включал 10 вопросов о возможной производственной экспозиции: машинное масло, смазочно-охлаждающая жидкость, формовочное масло, гидравлическое масло, турбинное масло, асфальт, буровой раствор, сырая нефть, анестезирующие газы и органические растворители (например, растворители, трихлорэтилен, бензин-растворитель, толуол, стирол, ксилол и подобные вещества); предложенные варианты ответов были «нет», «не знаю» и «да». Опрашиваемые сообщали, в каком возрасте они впервые подвергались воздействию, в течение какого периода времени и вследствие выполнения какого рода работ возникло данное воздействие.

Статус курильщика был оценен по следующим категориям: «был опыт» и «никогда не курил», возраст начала курения, общий стаж курения в годах и количество сигарет, выкуриваемых ежедневно, в разных возрастных группах между 11 и 30 годами.

Инфекция, вызванная вирусом Эпштейна – Барр, оценивалась по наличию инфекционного мононуклеоза (ИМ) в анамнезе; опрашиваемые отвечали «да», «нет» и «не помню». Они также указывали возраст, в котором обнаруживалось заболевание.

Для определения статуса витамина D использовались вопросы о времени, проведенном вне помещения; опрашиваемые, разделенные на разные возрастные группы, отвечали «мало (1)» «средне (2)» «очень много (3)» «почти все время (4)».

**Статистический анализ.** Взаимосвязь между заболеванием и воздействием оценивалась по ОШ с 95 %-ный доверительным интервалом (95 %-ный ДИ) с помощью логистической регрессии.

Всем «контролям» был случайным образом назначен индексный возраст, основанный на распределении возраста возникновения заболевания в группе «Случаи».

Контакт с растворителями или определенные поведенческие тенденции, которые возникли после того, как был диагностирован РС, или в возрасте старше индексного, не рассматривались как экспозиция факторов риска. Период экспозиции для растворителей, курения и ИМ должен был начаться до того момента, когда пациенту был поставлен диагноз РС. Все анализы были скорректированы на возраст и пол.

Чтобы учесть время, активно проведенное вне помещения в течение всего подросткового периода, были использованы возрастные интервалы «16–18», так как в предыдущих исследованиях, посвященных РС, было показано, что именно в этом периоде риск возникновения РС наиболее велик. Были добавлены значения оригинальных переменных (от 1 до 4), и новые переменные выглядели следующим образом: «в помещении» (от 1 до 2) и «вне помещения» (от 3 до 4).

**Результаты и их обсуждение.** Всего с нашим исследованием мы проанализировали ответы 3558 человек, из них 1197 – «случаи» и 2361 – «контроли».

На вопросы о профессиональной деятельности, связанной с органическими растворителями, ответили 3457 участников (97,2 %). Ответ «да» выбрали 408 человек, ответ «нет» – 2926, ответ «не знаю» – 123 человека, а 101 участник пропустили этот вопрос. Среди тех участников, что сообщили о контакте с органическими растворителями на своем рабочем месте, было больше мужчин, чем женщин.

Всего на вопрос о курении ответили 3461 человек (97,3 %), «да» – 1879 человек, «нет» – 1582, 97 участников пропустили этот вопрос.

3447 участников опроса (96,9 %) ответили на вопрос о ИМ: «да» – 403, «нет» – 2872, «не помню» – 172, 111 участников не ответили на вопрос.

3463 человека активно проводили время вне помещения (97,3 %).

Как выяснилось, воздействие органических растворителей было связано с РС, как это показали данные, собранные в Швеции и Норвегии. ОШ для риска РС составило 1,51 (95 %-ный ДИ: 1,19–1,90,  $p = 0,001$ ); в пересчете с учетом ИМ, курения и времени, проведенного в помещении (фиктивная переменная для оценки низкого уровня витамина D), ОШ было равно 1,36 (95 %-ный ДИ: 1,05–1,75,  $p = 0,020$ ). Для мужчин ОШ равнялось 1,42 (95 %-ный ДИ: 1,00–2,02,  $p = 0,050$ ), для женщин, 1,24 (95 %-ный ДИ: 0,85–1,82,  $p = 0,267$ ).

Расчет ОШ, связанного с различными сочетаниями воздействия растворителей и курения; воздействия растворителей и ИМ; воздействия растворителей и времени, проведенного вне помещения (витамин D), выявил повышенный риск РС. Для соче-

тания воздействия растворителей и курения; воздействия растворителей и низкого уровня витамина D были рассчитаны ОШ 3,2 (95 %-ный ДИ: 2,36–4,36,  $p = 0,000$ ) и ОШ 2,87 (95 %-ный ДИ 2,02–4,10,  $p = 0,000$ ) соответственно (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Скорректированное отношение шансов для риска РС для различного сочетания воздействия органических растворителей, курения, инфекционного мононуклеоза (ИМ) и витамина D

Параметр	Случай, кол-во (%)	Контроли, кол-во (%)	ОШ (95 %-ный ДИ)	Значение $p$
Обе страны				
Нет – растворители, нет – курение	356 (33,5)	1041 (48,7)	1,00 (референтный уровень)	
Да – растворители, нет – курение	38 (3,6)	98 (4,6)	1,12 (0,75–1,67)	0,582
Нет – растворители, да – курение	560 (52,6)	896 (41,9)	1,91 (1,63–2,25)	0,000
Да – растворители, да – курение	110 (10,3)	103 (4,8)	3,21 (2,36–4,36)	0,000
Нет – растворители, нет – ИМ	725 (72,1)	1689 (83,7)	1,00 (референтный уровень)	
Да – растворители, нет – ИМ	116 (11,5)	172 (8,5)	1,49 (1,15–1,94)	0,003
Нет – растворители, да – ИМ	149 (14,8)	142 (6,0)	2,35 (1,83–3,02)	0,000
Да – растворители, да – ИМ	16 (1,6)	16 (0,7)	2,17 (1,08–4,39)	0,030
Нет – растворители, высокий уровень витамина D	432 (39,5)	987 (46,0)	1,00 (референтный уровень)	
Да – растворители, высокий уровень витамина D	72 (6,6)	140 (6,5)	1,12 (0,82–1,53)	0,486
Нет – растворители, низкий уровень витамина D	511 (46,7)	955 (44,5)	1,26 (1,07–1,47)	0,005
Да – растворители, низкий уровень витамина D	79 (7,2)	62 (2,9)	2,87 (2,02–4,10)	0,000

Данные табл. 2 показывают последствия взаимодействия между факторами риска с учетом оценки эффекта, произведенного каждой из трех переменных экспозиции (курение, инфекционный мононуклеоз (ИМ), уровень витамина D) на экспозицию органическими растворителями. Оценка сочетания с курением и низким уровнем витамина D выявила значимо повышенный риск. Значимо повышенный риск был выявлен также для тех участников опроса, кто заявил об отсутствии ИМ в своем анамнезе.

Т а б л и ц а 2

Взаимосвязь между курением, инфекционным мононуклеозом, уровнем витамина D и риском рассеянного склероза в разрезе страт каждой экспозиции

ОШ (95 %-ный ДИ) для РС для участников, контактировавших с органическими растворителями					
Некурящие	Курящие	Не было ИМ	Перенесенный ИМ	Вне помещения (высокий витамин D)	В помещении (низкий витамин D)
1,17 (0,78–1,76)	1,62 (1,20–2,20)	1,48 (1,14–1,92)	1,03 (0,48–2,19)	1,11 (0,81–1,53)	2,31 (1,62–3,33)
$p = 0,453$	$p = 0,002$	$p = 0,004$	$p = 0,945$	$p = 0,526$	$p = 0,000$

В нашем анализе было 154 случая взаимодействия с органическими растворителями; 100 участников дали пояснения, в рамках какой профессиональной деятельности это произошло. Чаще всего подобный контакт возникал в процессе окраски автомобилей, в работе механиков, во время лабораторных исследований, в типографиях, в работе парикмахеров и художников (табл. 3).

Таблица 3

Процентное распределение шести наиболее распространенных профессий

Профессия	%
Механики	9
Окраска автомобилей	9
Работа в лаборатории	6
Типографии	6
Парикмахеры	5
Художники	5

Вызывает интерес возможность рассмотреть механизмы, которые, вероятно, связаны с эффектами, производимыми воздействием органических растворителей на РС. В качестве фактора, вызывающего повышенный риск, предполагается влияние на гемоэнцефалический барьер, что, возможно, приводит к проникновению иммунокомпетентных клеток в центральную нервную систему. Вследствие того, что воздействие органических растворителей выглядит особенно губительным для курящих людей, следует внимательно изучить локальное воспаление, вызванное пристрастием к курению, как обязательную переменную, еще более увеличивающую риск РС.

В скандинавских странах контакт с органическими растворителями в наши дни возникает довольно редко вследствие более строгих гигиенических требований. Наше исследование в большей степени касается ретро-периода, а его участники, в основном, люди более старшего возраста. Однако в других странах мира экспозиция органическими растворителями до сих пор является серьезной проблемой здравоохранения. Помимо этого, наше исследование может помочь лучше понять механизмы патогенеза РС.

### Список литературы

1. Olsson T., Barcellos L.F., Alfredsson L. Interactions between genetic, lifestyle and environmental risk factors for multiple sclerosis // *Nature*. – 2017. – № 13. – P. 25–36.
2. Multiple sclerosis, solvents and pets / U. Flodin, B. Soderfeldt, H. Noorlind-Brage, M. Fredriksson, O. Axelson // *Arch. Neurol.* – 1988. – № 45. – P. 620–623.
3. Multiple sclerosis and exposure to solvent, ionizing radiation and animals / A.M. Landtblom, U. Flodin, M. Karlsson, S. Palhagen, O. Axelson, B. Soderfeldt // *Scand. J. Work Environ Health.* – 1993. – № 19. – P. 399–404.
4. Olsson T., Barcellos L.F., Alfredsson L. Interactions between genetic, lifestyle and environmental risk factors for multiple sclerosis // *Nature*. – 2017. – № 13. – P. 25–36.
5. Multiple sclerosis, solvents and pets / U. Flodin, B. Soderfeldt, H. Noorlind-Brage, M. Fredriksson, O. Axelson // *Arch. Neurol.* – 1988. – № 45. – P. 620–623.
6. Multiple sclerosis and exposure to solvent, ionizing radiation and animals / A.M. Landtblom, U. Flodin, M. Karlsson, S. Palhagen, O. Axelson, B. Soderfeldt // *Scand. J. Work. Environ Health.* – 1993. – № 19. – P. 399–404.

7. Organic solvents and multiple sclerosis: a synthesis of the current evidence / A.-M. Landtblom, U. Flodin, B. Soderfeldt, C. Wolfson, O. Axelson // *Epidemiology*. – 1996. – № 7. – P. 429–433.
8. Hypointensity in T2-weighted images of the basal ganglia in solvent-exposed patients with multiple sclerosis: clinical, MRI and CSF characteristics / A.M. Landtblom, K.A. Thuomas, L. Sjoqvist, U. Flodin, F.H. Nyland, B. Soderfeldt // *Neurol. Sci.* – 2003. – № 24. – P. 2–9.
9. Multiple sclerosis and exposure to organic solvents, investigated by genetic polymorphisms of the GSTM1 and CYP2D6 enzyme systems / A.-M. Landtblom, M. Wastenson, A. Ahmadi, P. Soderkvist // *Neurol. Sci.* – 2003. – № 24. – P. 248–251.
10. Mortensen J.T., Bronnum-Hansen H., Rasmussen K. Multiple sclerosis and organic solvents // *Epidemiology*. – 1998. – № 9. – P. 168–171.
11. Heavy metals, organic solvents and multiple sclerosis: an exploratory look at gene-environment interactions / M.D. Napier, C. Poole, G.A. Statten, A. Ashley-Koch, R.A. Marrie, D.M. Williamson // *Arch. Environ. Occup. Health*. – 2016. – Vol. 71, № 1. – P. 26–34.
12. Organic solvents as risk factor for autoimmune diseases: A systematic review and meta-analysis / C. Barragan-Martinez, C.A. Speck-Hernandez, G. Montoya-Ortiz, R.D. Mantilla, J.-M. Anaya, A. Rojas-Villarraga // *PLoS ONE*. – Vol. 12, № 7. – P. e51506. DOI: 10.1371/journal.pone.0051506
13. Flodin U., Landtblom A.M., Axelson O. Multiple sclerosis in nurse anesthetics // *Occup. Environ. Med.* – 2003. – № 60. – P. 66–68.
14. Noseworthy J.H. Trichlorethylene poisoning mimicking multiple sclerosis // *Le journal Canadien des sciences neurologiques*. – 1988. – Vol. 15, № 1. – P. 87–88.
15. Evaluation of mortality among marines and navy personnel exposed to contaminated drinking water at USMC base Camp Lejeune: a retrospective cohort study / F.J. Bove, P.Z. Ruckart, M. Maslia, T.C. Larson // *Environmental Health*. – 2014. – № 13. – P. 10. Available at: <http://www.ehjournal.net/content/13/1/10>
16. The risk for multiple sclerosis in female nurse anaesthetist: a register based study / A.-M. Landtblom, M. Tondel, P. Hjalmarsson, U. Flodin, O. Axelson // *Occup. Environ. Med.* – 2006. – № 63. – P. 387–389.
17. Stenager E., Bronnum-Hansen H., Koch-Henriksen N. Risk of multiple sclerosis in nurse anaesthetists // *Multiple sclerosis*. – 2003. – № 9. – P. 427–428.
18. Exposure to anaesthetic agents does not affect multiple sclerosis risk / A.K. Hedstrom, J. Hillert, T. Olsson, L. Alfredsson // *European Journal of Neurology*. – 2013. – № 20. – P. 735–739.
19. Organic solvents and MS susceptibility, Interaction with MS risk HLA genes / A.K. Hedstrom, O. Hossjer, M. Katsoulis, I. Kockum, T. Olsson, L. Alfredsson // *Neurology*. – 2018. DOI: 10.1212/WNL.0000000000005906
20. The EnvIMS study: Design and methodology of an international case-control study of environmental risk factors in multiple sclerosis / S. Magalhaes, M. Pugliatti, I. Casetta [et al.]. // *Neuroepidemiology*. – 2015. – № 44. – P. 173–181.

## Сравнительная оценка полиморфизма генов населения юга Сибири на примере Иркутской области и Красноярского края

**А.А. Мазунина<sup>1</sup>, О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>,  
А.В. Кривцов<sup>1</sup>, М.А. Гусельников<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,  
г. Пермь, Россия

Проведено сравнительное генетическое обследование детей и взрослых, проживающих в условиях техногенных провинций двух крупных регионов юга Сибири. Изучена сравнительная полиморфность Glu298Asp гена *eNOS* (rs1799983) и полиморфизм G2014A гена *ESR1* (rs2228480). Установлена избыточная частотность аллеля Т гена *eNOS* (rs1799983) и аллеля А гена *ESR1* (rs2228480), что в условиях техногенной «алюминиевой» провинции может обуславливать возникновение заболеваний сердечно-сосудистой системы у детей и онкологические заболевания и репродуктивные нарушения у взрослых.

**Ключевые слова:** полиморфизм генов *eNOS* и *ESR1*, риск, заболевания сердечно-сосудистой системы, новообразования.

На территории Иркутской области расположены крупнейшие предприятия теплоэнергетики, переработки нефти, цветной металлургии, химической и нефтехимической, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной, легкой и пищевой промышленности, которые определяют количественный и качественный состав выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферу. Дополнительный вклад в загрязнение воздушного бассейна вносят большое количество мелких котельных, жилой сектор с печным отоплением, автотранспорт, лесные и торфяные пожары. В семи промышленных городах области уровень загрязнения атмосферного воздуха в период 2016–2017 гг. оценивается как высокий и очень высокий. Это города: Братск, Зима, Усолье-Сибирское, Черемхово, Шелехов – с очень высоким загрязнением и Ангарск, Иркутск – с высоким уровнем загрязнения воздушного бассейна [2].

Красноярский край является одним из опорных, наиболее экономически развитых регионов России. В структуре промышленного производства края лидирующие позиции занимают: цветная металлургия, добыча полезных ископаемых, гидроэнергетика и электроэнергетика на твердом топливе. В крае производится продукция нефтепереработки – бензин, дизельное топливо, авиационное топливо (АО «Ачинский НПЗ ВНК»). Красноярский край является крупным транспортно-распределительным и транзитным узлом Сибирского федерального округа. По территории региона проходят Транссибирская железнодорожная магистраль [5]. Актуальной гигиенической задачей для оценки формирования вреда здоровью является сравнительный анализ и изучение особенностей генетического полиморфизма населения

крупных территориальных образований со сформированными однотипными техногенными провинциями.

**Цель работы** – изучить особенности полиморфизма генов и выявить риски заболеваний у населения Сибири.

**Материалы и методы.** На территории Иркутской области (г. Братск, п. Листвянка, г. Шелехов) было обследовано 332 ребенка в возрасте от 4 до 9 лет и 135 взрослых – далее «случай». На территории Красноярского края (г. Ачинск, г. Сосновоборск) было обследовано 90 детей в возрасте от 5 до 8 лет и 57 взрослых – далее «контроли». Группы сопоставимы по этническому, гендерному и возрастному составу, социальному статусу.

У всех обследуемых был изучен полиморфизм однонуклеотидных замен (SNP) генов эндотелиальной синтазы оксида азота *eNOS* и эстрогенового рецептора 1 *ESR1*. Генетический материал был выделен из периферической крови сорбентным методом с применением комплекта реагентов для экстракции ДНК из клинического материала «АмплиПрайм ДНК-сорбВ Форма 2 вариант 100» (ООО «НекстБио», Россия). Для определения полиморфизма исследуемых генов использовали тест-системы «Синтол» (Россия) – наборы реагентов для определения полиморфизмов Glu298Asp гена *eNOS* (rs1799983), G2014A гена *ESR1* (rs2228480).

Оценка генетического полиморфизма осуществлялась методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на приборе BioRAD CFX96™ Real-Time System (США) с последующей детекцией продуктов реакции методом аллельной дискриминации.

Статистический анализ данных проводили с использованием программы Microsoft® Office Excel 2003. Различия между группами считались значимыми при  $p < 0,05$ . Расчет распределения частот генотипов и аллелей в группах проводился с помощью online-программы «Ген Эксперт», используемой для расчета статистических параметров для исследований «случай – контроль», использующих SNP.

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что «случай» и «контроли» в анализируемых выборках детского населения Иркутской области и Красноярского края находятся в равновесии по критерию Харди – Вайнберга ( $p = 0,12$  для «случаев»;  $p = 0,36$  для «контролей»). Исследуемые генетические различия у населения двух регионов могут быть проанализированы с применением как мультипликативной, так и аддитивной моделей.

По результатам анализа полиморфизма генов детского населения отмечается достоверное ( $p < 0,05$ ) различие *G*-аллеля и *T*-аллеля (табл. 1) и различие по генотипам (табл. 2) гена эндотелиальной NO-синтазы между группами различных территорий.

Установлено, что достоверность различия двух выборок детского населения по *eNOS* (rs1799983) формирует частотность генотипов *G/G* и *T/T*.

Таблица 1

Мультипликативная модель наследования (тест хи-квадрат,  $df = 1$ ) по гену *eNOS*

Аллели	Случай, $n = 332$	Контроли, $n = 90$	$\chi^2$	$p$	OR	
					знач.	95 % CI
Аллель <i>G</i>	0,827	0,717	10,87	0,001	1,89	1,29–2,76
Аллель <i>T</i>	0,173	0,283			0,53	0,36–0,78

Таблица 2

Аддитивная модель наследования (тест Кохрана – Армитаджа для линейных трендов,  $x_i = [0,1,2]$ ,  $df = 1$ ) по гену *eNOS*

Генотипы	Случаи, <i>n</i> = 332	Контроли, <i>n</i> = 90	$\chi^2$	<i>p</i>	OR	
					знач.	95 % CI
Генотип <i>G/G</i>	0,696	0,533	9,88	0,002	2,00	1,24–3,22
Генотип <i>G/T</i>	0,262	0,367			0,61	0,37–1,00
Генотип <i>T/T</i>	0,042	0,100			0,40	0,17–0,95

Генетический сравнительный анализ выборок взрослого населения двух регионов Сибири также позволил его выполнить с применением мультипликативной и аддитивной моделей для G2014A гена *ESR1* (rs2228480), так как «случаи» и «контроли» находятся в равновесии Харди – Вайнберга ( $p = 0,59$  для «случаев»;  $p = 0,97$  для «контролей»).

По результатам анализа полиморфизма генов взрослого населения отмечается достоверное ( $p = 0,05$ ) различие *G*-аллеля и *A*-аллеля (табл. 3), а также различие по генотипам (табл. 4) гена эстрогенового рецептора 1 между выборками двух регионов юга Сибири.

Таблица 3

Мультипликативная модель наследования (тест хи-квадрат,  $df = 1$ ) по гену *ESR1*

Аллели	Случаи, <i>n</i> = 135	Контроли, <i>n</i> = 57	$\chi^2$	<i>p</i>	OR	
					знач.	95 % CI
Аллель <i>G</i>	0,826	0,737	3,97	0,05	1,69	1,01–2,86
Аллель <i>A</i>	0,174	0,263			0,59	0,35–0,99

Таблица 4

Аддитивная модель наследования (тест Кохрана – Армитаджа для линейных трендов,  $x_i = [0, 1, 2]$ ,  $df = 1$ ) по гену *ESR1*

Генотипы	Случаи, <i>n</i> = 135	Контроли, <i>n</i> = 57	$\chi^2$	<i>p</i>	OR	
					знач.	95 % CI
Генотип <i>G/G</i>	0,686	0,544	3,81	0,05	1,86	0,98–3,51
Генотип <i>G/A</i>	0,274	0,386			0,60	0,31–1,15
Генотип <i>A/A</i>	0,037	0,070			0,51	0,13–1,97

Установлено, что достоверность различия двух выборок взрослого населения по G2014A гена *ESR1* (rs2228480) формирует частотность генотипа *G/G* и *A/A*.

Продукт экспрессии гена *eNOS* фермент – эндотелиальная NO-синтаза, ответственный за синтез в сосудистой стенке оксида азота – важнейшего вазодилатора, антиагреганта, антимиотогена и антиоксиданта [7]. Наличие *T*-аллеля определяет высокий риск развития сердечно-сосудистых заболеваний: ишемической болезни сердца [9], стенокардии, инфаркта миокарда [4], артериальной гипертензии [1], атеросклероза [12], лакунарного инсульта [3], ишемического инсульта [8], венозной тромбоземболии [14], ревматоидного артрита [15].

Наличие *A*-аллеля гена *ESR1* повышает риск развития остеопороза [13], рака молочной железы [6], рака щитовидной железы [10], когнитивных расстройств с на-



рушением памяти и болезни Альцгеймера [11], снижения подвижности сперматозоидов у мужчин и риск невынашивания беременности, остеопороз у женщин.

Полученные результаты могут свидетельствовать о наличии генетической предрасположенности населения юга Сибири, в частности Красноярского края, к развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы и онкологических заболеваний у обследованных лиц на обеих территориях.

**Выводы.** По результатам метаанализа данных исследований генетического полиморфизма за 2016–2017 гг. двух регионов юга Сибири было установлено, что у детского и взрослого населения наблюдаются достоверные различия по встречаемости аллелей и генотипов для гена *eNOS* (Glu298Asp, rs1799983) генотипы *G/G* и *T/T* и гена *ESR1* (G2014A, rs2228480) генотип *A/A*. Повышенная их частотность отличает население Красноярского края, что определяет предрасположенность к развитию патологии сердечно-сосудистой и нервной систем и репродуктивных нарушений.

### Список литературы

1. Влияние полиморфизма Glu298Asp гена эндотелиальной NO-синтазы на развитие поражений органов-мишеней при установлении артериальной гипертензии в молодом возрасте / Т.Ю. Кузнецова [и др.] // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – Т. 25. – № 2–1.
2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2016 году / Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области. – Иркутск, 2017.
3. Дисфункция эндотелия у больных с лакунарным инсультом / М.П. Топузова [и др.] // Лечение и профилактика. – 2013. – № 3. – С. 37–45.
4. Поздняков Н.О., Мирошников А.Е., Поздняков С.О. К вопросу о клиническом значении полиморфизмов генов *eNOS* и *AGTR2* у пациентов с инфарктом миокарда, стабильной и нестабильной формами стенокардии // *Universum: медицина и фармакология*. – 2016. – № 1–2. – Р. 24.
5. Современный Красноярский край [Электронный ресурс] // Красноярский край. Официальный портал. – URL: <http://www.krskstate.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).
6. A Meta-Analysis of the association between *ESR1* genetic variants and the risk of breast cancer / T. Li [et al.] // *PloSone*. – 2016. – Vol. 11, № 4. – P. e0153314.
7. Antioxidant supplementation and exhaled nitric oxide in children with asthma / L. Tenero, M. Piazza, L. Zanoni [et al.] // *Allergy and asthma proceedings*. – 2016. – Vol. 37. – P. 8–13.
8. Association between endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms and risk of ischemic stroke: A meta-analysis / A. Kumar [et al.] // *Neurology India*. – 2017. – Vol. 65, № 1. – P. 22.
9. Association of nitric oxide levels and endothelial nitric oxide synthase G894T polymorphism with coronary artery disease in the Iranian population / K. Mahmoodi [et al.] // *Vascular specialist international*. – 2016. – Vol. 32, № 3. – P. 105.
10. Association of polymorphisms in estrogen and thyroid hormone receptors with thyroid cancer risk / R. Maha [et al.] // *Journal of receptors and signal transduction*. – 2009. – Vol. 29, № 2. – P. 113–118.
11. Oestrogen receptor polymorphisms are an associated risk factor for mild cognitive impairment and Alzheimer disease in women *APOE ε4* carriers: a case-control study / M. Fernandez-Martinez [et al.] // *BMJ open*. – 2013. – Vol. 3, № 9. – P. e003200.

12. Polymorphism of the gene *eNOS* G894T (Glu298Asp) in symptomatic patients with atherosclerosis / F.L. Campedelli [et al.] // *Genetics and molecular research: GMR.* – 2017. – Vol. 16, № 2.

13. Relationship between estrogen receptor 1 gene polymorphisms and postmenopausal osteoporosis of the spine in Chinese women / D.P. Shang [et al.] // *Genetics and molecular research.* – 2016. – Vol. 15, № 2.

14. Risk indicators for venous thrombosis in first-degree relatives of patients with recurrent venous thromboembolism in Chinese / L. Zhao [et al.] // *Medicine.* – 2016. – Vol. 95, № 41.

15. The functional variants of endothelial nitric oxide synthase gene associated with rheumatoid arthritis in Turkish adults / S. Pehlivan [et al.] // *Clinical rheumatology.* – 2016. – Vol. 36 (3). – P. 537–540.

## Опасность нитратов и N-нитрозодиметиламина в питьевой воде

**О.А. Мальцева**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Представлены результаты комплексных химико-аналитических и клинико-лабораторных исследований по определению N-нитрозодиметиламина (N-НДМА) в пробах крови и нитратов в моче групп детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов и воду, которая соответствовала гигиеническим нормативам.

В процессе выполненных исследований установлено, что при постоянном потреблении питьевой воды с повышенным содержанием нитратов и N-нитрозодиметиламина 6,2 и 2,5 раза соответственно происходят изменения ряда биохимических показателей в крови детей группы наблюдения, что может определять повышенный уровень заболеваемости.

**Ключевые слова:** N-нитрозодиметиламин, нитраты, питьевая вода, газовая хроматография, здоровье, кровь.

Наиболее сложной задачей в эпидемиологических исследованиях является доказательство связи заболеваемости с хроническим воздействием на организм химических веществ в малых концентрациях. В связи с этим в мировой практике принято исследовать экспозицию на основании данных биомониторинга. Это в наибольшей мере относится к загрязнению питьевой воды.

Экспериментальными и эпидемиологическими исследованиями установлено, что поступление нитратов с питьевой водой оказывает более выраженное негативное влияние на здоровье, чем поступление аналогичной дозы с пищей, что связано с биокинетикой нитратов, их хорошей растворимостью в воде и увеличивает скорость всасывания их в кровь [1]. При увеличении содержания нитратов в воде свы-

ше регламентированного уровня (по данным ВОЗ – 50 мг/дм<sup>3</sup> по NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; по данным РФ – 45 мг/дм<sup>3</sup> по NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, для детей – 10 мг/дм<sup>3</sup>) именно водный путь поступления является ведущим в формировании нитратной нагрузки на организм человека [6].

Опасность нитратов для человека заключается в том, что в результате эндогенного синтеза из нитритов возможно образование канцерогенных N-нитрозоаминов, которые являются весьма вероятным канцерогенным фактором для человека (группа 2А) [3, 16, 17]. По данным научной литературы известно, что большая часть N-нитрозоаминов (свыше 99 %) метаболизируется в кишечнике и печени. Метаболизм N-нитрозоаминов микросомальной системой окисления с помощью цитохрома Р-450 приводит к образованию иона метилдиазония (прямой канцероген), который способен метилировать ДНК клеток, индуцируя возникновение злокачественных опухолей легких, желудка, пищевода, печени и почек [2, 9].

По качеству питьевой воды Пермский край относится к территориям с повышенной химической нагрузкой на население [10].

Гигиеническая оценка качества питьевой воды на территории Пермского края по результатам натурных наблюдений ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» и Пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды показала, что за период 2014–2016 гг. в ряде районов (Оханский и Октябрьский районы) установлено превышение гигиенических нормативов по содержанию нитратов от 1,1 до 5,4 ПДК в пробах питьевой воды централизованной системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиеническая оценка реальных последствий воздействия нитратов и N-нитрозоаминов, поступающих с питьевой водой, на здоровье населения в Российской Федерации до настоящего времени остается одной из нерешенных задач современной гигиены и экологии человека.

Вышеизложенное определило цель настоящих исследований.

**Цель работы** заключается в установлении негативного воздействия нитратов и N-нитрозодиметиламина при поступлении в организм с питьевой водой.

**Материалы и методы.** Сбор информации для оценки химической нагрузки на питьевую воду и воздействия нитратов на здоровье детского населения осуществляли на основе данных лабораторного контроля качества питьевой воды Карагайского, Октябрьского, Оханского и Осинского районов, выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Пермскому краю» в 2012–2014 гг.

Оценка содержания N-нитрозодиметиламина в пробах питьевой воды выполнена в соответствии с МУК 4.1.1871-04 [8].

Исследования образцов воды на содержание нитратов выполняли с применением системы капиллярного электрофореза «Капель» в соответствии с ПНД Ф 14.1: 2: 4.157-99 [11].

Результаты химического анализа проб воды хозяйственно-питьевого водоснабжения территории наблюдения и территории сравнения по содержанию нитратов и N-нитрозодиметиламина оценивали по отношению к ПДК в соответствии с ГН 2.1.5.1315-03 [5].

Анализ образцов крови осуществляли методом капиллярной газовой хроматографии на газовом хроматографе с использованием специфического к N-нитрозоаминам термоионного детектора и аналитической колонки серии DB-624-30m × 0,32mm × 1,8μm [13].

При подготовке образцов крови использовали автоматическую систему твердофазной экстракции (ТФЭ) для концентрирования и выделения аналита (N-НДМА) из матрицы биосреды [12, 15].

Исследования образцов мочи на содержание нитратов выполняли с применением системы капиллярного электрофореза [14].

Обследование детей выполнено в период с 2014 по 2017 г. с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. (с дополнениями 1983 г.).

Для оценки достоверности различий полученных результатов использовали *t*-критерий Стьюдента (сравнение показателей исследуемых выборок по абсолютным значениям признака) и *Z*-тест Фишера (сравнение показателей исследуемых выборок по долям признака). Различия являлись статистически значимыми при  $p \leq 0,05$  [4, 7].

**Результаты и их обсуждение.** Оценка качества водных объектов, используемых для питьевых целей Оханского и Октябрьского районов Пермского края, показала, что на данных территориях в пробах воды определены нитраты, концентрации которых в поверхностных водах превышали ПДК до 5 раз. Кроме того, в Оханском и Октябрьском районах поверхностные источники не имеют зон санитарной охраны и полного комплекса очистных сооружений. Население обеспечено питьевой водой, отвечающей требованиям санитарного законодательства менее чем на 50 %.

Анализ гигиенической ситуации по данным мониторинговых наблюдений, выполненных ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора за период 2014–2016 гг., позволил установить превышение гигиенических нормативов по содержанию нитратов в питьевой воде на территории Оханского и Октябрьского районов до 2 ПДК в 62,5 и 60,0 % проб, до 4 ПДК – в 20,0 и 19,0 % проб и до 5 ПДК – в 8,7 % и 11,1 %, соответственно (рис. 1).

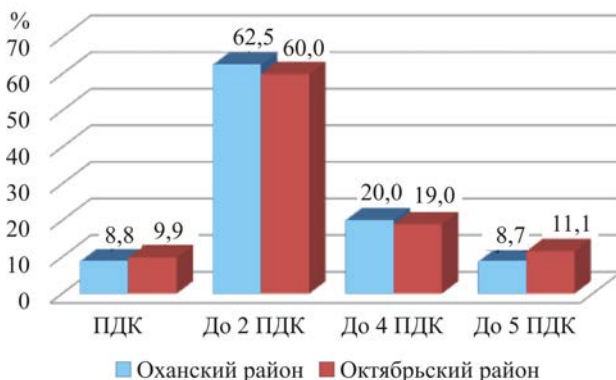


Рис. 1. Содержание нитратов в питьевой воде (количество проб, %)

В условиях неблагоприятного воздействия химических факторов на источники водоснабжения, в том числе нитратов, проживает 44 549 человек из них 9296 детей (программа АРМ здоровья). Эти территории (Оханский и Октябрьский районы) выбраны для дальнейших исследований в качестве территорий наблюдения.

На данных территориях проведена оценка уровня заболеваемости детского населения по патогенетически значимым системам.

У детей, проживающих на территориях с повышенным содержанием нитратов и N-нитрозодиметиламина в питьевой воде (территории наблюдения), отмечен

рост уровня общей заболеваемости ( $p = 0,000$ ), превышавший таковой у детей на территориях сравнения в 1,7 раза.

В структуре заболеваемости детей в возрасте от 0 до 17 лет на изучаемых территориях наибольший удельный вес занимали следующие классы заболеваний: нарушения со стороны органов пищеварения (19 %), кроветворных органов (8 %) и эндокринной системы (6 %) (рис. 2).

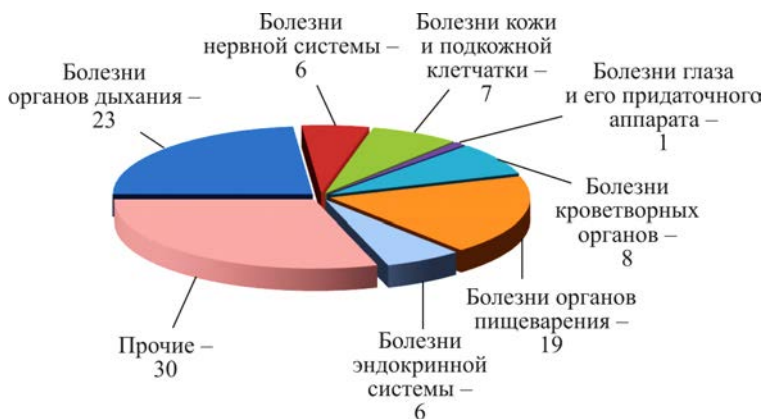


Рис. 2. Структура заболеваемости (%) детей в возрасте от 0 до 17 лет Оханского и Октябрьского районов

В процессе исследований установлено, что в период с 2004 по 2014 г. на территориях наблюдения (Октябрьском и Оханском районах) в структуре детской патологии доля болезней органов пищеварения составила 5,59 и 11,53 % соответственно; кроветворных органов – 2,70 и 1,42 %; эндокринной системы – 5,7 и 2,26 %. Что в 1,7–2,9 раза выше, чем на территориях сравнения (Осинский и Карагайский районы) – 3,96 и 4,93 %; 0,83 и 0,38 %; 2,35 и 1,45 % соответственно ( $p = 0,000$ ) (рис. 3).

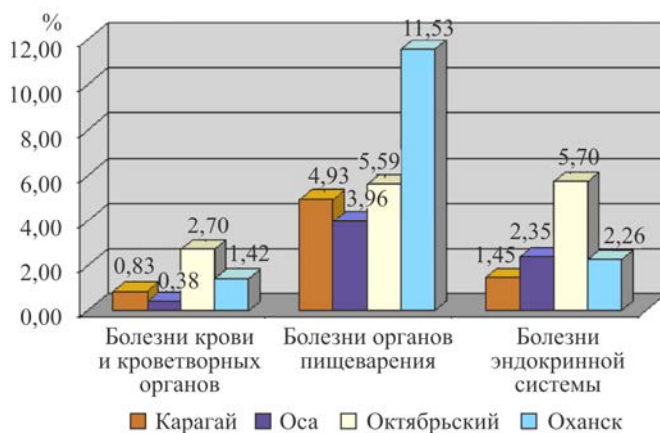


Рис. 3. Показатели заболеваемости детей изучаемых территорий

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что исследуемые территории Оханского и Октябрьского районов являются проблемными по болезням, которые патогенетически могут быть обусловлены, в том числе и воздействием изучаемых соединений. Эти города, как территории риска, были выбраны для дальнейших углубленных медико-биологических и мониторинговых исследований.

Выполненные исследования позволили установить, что у детей групп наблюдения, проживающих на исследуемых территориях с повышенным уровнем загрязнения питьевой воды нитратами, выявлены существенные различия содержания N-нитрозоаминов в крови и нитратов в моче с показателями группы сравнения в целом (таблица).

Сравнительная характеристика содержания химических и биохимических показателей в питьевой воде, моче и крови детей групп наблюдения и сравнения ( $p < 0,05$ )

Среда	Ингредиент	Среднегрупповая концентрация		Кратность превышения
		группа наблюдения	группа сравнения	
<i>Химические показатели</i>				
Вода	Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	10,9 ± 2,7	66,9 ± 12,9	6,2
	N-нитрозодиметиламин, мг/дм <sup>3</sup>	0,0065 ± 0,0013	0,016 ± 0,003	2,5
Моча	Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	43,7 ± 8,74	78,3 ± 15,66	1,8
Кровь	N-нитрозодиметиламин, мг/дм <sup>3</sup>	0,003 ± 0,001	0,0045 ± 0,001	1,5
<i>Биохимические показатели</i>				
Кровь	Гидроперекиси липидов, мкмоль/дм <sup>3</sup>	259,8 ± 51,3	163,8 ± 39,1	1,6
	Щелочная фосфатаза, Е/дм <sup>3</sup>	447,0 ± 41,4	382,5 ± 23,2	1,2
	Глутатионпероксидаза, нг/мл	43,4 ± 3,8	40,2 ± 2,4	1,1
	Билирубин общий, мкмоль/дм <sup>3</sup>	11,4 ± 1,2	9,7 ± 0,7	1,2
	АСАТ, Е/дм <sup>3</sup>	29,9 ± 1,5	27,3 ± 0,87	1,1

В процессе исследования установлено, что при превышении концентрации нитратов в питьевой воде на территории наблюдения в 6,2 раза и нитрозодиметиламина в 2,5 раза отмечено повышенное содержание N-нитрозодиметиламина в крови и нитратов в моче детского населения в 1,5–1,8 раза относительно таковых в группе сравнения.

Анализ результатов углубленного исследования биохимических показателей у детей группы наблюдения (с повышенным содержанием в крови N-нитрозодиметиламина и нитратов в моче) позволил установить отклонения показателей относительно группы сравнения. Так, у детей группы наблюдения уровень гидроперекиси липидов в сыворотке крови ( $259,8 \pm 51,3$  мкмоль/дм<sup>3</sup>) достоверно повышен в 1,6 раза, увеличение уровня глутатионпероксидазы ( $43,4 \pm 3,8$  нг/мл) в 1,2 раза относительно группы сравнения ( $p = 0,0001$ ).

У детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов и N-НДМА, обнаружено усиление процессов свободнорадикального окисления, что приводит к нарушениям проницаемости и функциональных свойств клеточных мембран, в частности гепатоцитов. Подтверждением этого явилось повышение активности АСАТ и щелочной фосфатазы в сыворотке крови детей группы наблюдения до 1,2 раза относительно таковых в группе сравнения.

При оценке состояния выделительной функции желчевыводящих путей установлено повышение в 1,2 раза уровня общего билирубина в сыворотке крови у детей группы наблюдения ( $11,4 \pm 1,2$  мкмоль/дм<sup>3</sup>) относительно аналогичного показателя в группе сравнения ( $p = 0,03$ ).

Таким образом, в процессе выполненных исследований установлено, что при постоянном потреблении питьевой воды с повышенным содержанием нитратов и N-нитрозодиметиламина в 6,2 и 2,5 раза соответственно происходят изменения ряда биохимических показателей в крови детей группы наблюдения, что может определять повышенный уровень заболеваемости.

### Список литературы

1. Бастраков С.И. Оценка риска качества питьевой воды для здоровья населения / С.И. Бастраков, А.П. Николаев // Санитарный врач. – 2013. – № 3. – С. 9–10.
2. Биохимия: учебник для вузов / под ред. Е.С. Северина. – 5-е изд. – М., 2009. – 768 с.
3. Возможности эндогенного образования нитрозаминов в желудочном соке *in vitro* / С.М. Галачиев, Л.М. Макоева, Ф.К. Джиоев, Л.Х. Хаева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1 (7).
4. Гланц С. Медико-биологическая статистика / под ред. Н.Е. Бузикашвили и соавт. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
5. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования / дата введения: 15 июня 2003 года (с изменениями на 13 июля 2017 года) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.03.2019).
6. Ильницкий А.П. О потенциальной канцерогенной опасности нитратов и нитритов в водной среде // Первичная профилактика рака: информ. бюл. – 2007. – № 2 (6).
7. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. – М.: МЕДПресс-информ, 2004. – 920 с.
8. МУК 4.1.1871-04. Газохроматографическое определение N-нитрозодиметиламина (НДМА) в питьевой воде и воде водоемов / Минздрав России. – М., 2004.
9. Нитраты и нитриты. Влияние на организм человека [Электронный ресурс]. – 2009. – URL: [http://prodobavki.com/modules.php?article\\_id=96&name=articles](http://prodobavki.com/modules.php?article_id=96&name=articles) (дата обращения: 10.02.2019).
10. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края: Ежегодный экологический доклад. 2016 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.permecology.ru/ежегодный-экологический-доклад-2016> (дата обращения: 16.03.2018).
11. ПНД Ф 14.1:2:4.157-99 Методика выполнения измерений массовых концентраций хлорид-ионов, нитрит-ионов, сульфат-ионов, нитрат-ионов, фторид-ионов и фосфат-ионов в пробах природных, питьевых и очищенных сточных вод с применением системы капиллярного электрофореза «Капель» / Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. – М., 1999. – 44 с.
12. Применение твердофазной экстракции при исследовании производных бензодиазепина в биологических объектах на примере феназепама / Н.А. Крупина, А.В. Гущенко, Р.Н. Пашовкина, Р.Р. Краснова, Н.И. Калетина // Материалы VI Всерос. съезда судебных медиков. – М., Тюмень, 2005.

13. Современные аналитические технологии при определении высокотоксичных N-нитрозоаминов в крови / Т.В. Нурисламова, Т.С. Уланова, Н.А. Попова, О.А. Мальцева // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 84–89.

14. СТО М 26-2017. Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в моче методом капиллярного электрофореза / Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 88-16207-030-RA.RU.310657-2018.

15. Ярошенко Д.В., Карцова Л.А. Матричный эффект и способы его устранения в биоаналитических методиках, использующих хромато-масс-спектрометрию // Журнал аналит. химии. – 2014. – Т. 69, № 4. – С. 1–8.

16. ATSDR; Case studies in Environment Medicine. Nitrate/Nitrite Toxicity. P 9–11. Course: SS3054. Revision Date: January 2001. Original Date: October 1991. Expiration Date: January 2007.

17. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks for Humans. Lyon, 1991. – Vol. 52. – P. 473.

## **Исследование и сравнительная оценка материальной и функциональной кумуляции нанодисперсного оксида магния при многократном пероральном поступлении**

**М.А. Землянова, М.С. Степанков**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Проведена многократная пероральная затравка мышей линии ICR (CD-1) в течение 15 дней нано- и сравнительно микродисперсным оксидом магния. Гибель животных в опытной группе – 50 %, что на 20 % больше, чем в группе сравнения. Установлено достоверное увеличение концентрации магния в крови животных групп опыта и сравнения относительно контроля в 1,3 раза. Достоверных различий по показателям концентрации магния в органах между группами опыта и сравнения не установлено, следовательно, материальная кумуляция нанодисперсного оксида магния аналогична выраженности таковой микродисперсного оксида магния. При этом выявлены более выраженные морфологические изменения в тканях головного мозга, легких, печени, селезенки, желудка и тонкого кишечника у животных опытной группы относительно животных группы сравнения и контроля, что свидетельствует о большей выраженности функциональной кумуляции нанодисперсного оксида магния.

**Ключевые слова:** оксид магния, наночастицы, микрочастицы, кумуляция, морфологические изменения.

В течение последнего десятилетия происходит активное внедрение наноматериалов и нанотехнологий в различные сферы деятельности человека [5]. Одними из наноматериалов, получивших широкую распространенность, являются наночастицы оксида магния (MgO). Данный продукт нанодустрии используется в пищевой про-



мышленности в качестве компонента упаковки пищевых продуктов [4, 9] и для создания на них защитной пленки, предотвращающей порчу от влажности и окисления [17]; в медицине – в диагностических приборах, в системе доставки лекарств; в фармакологии – в качестве антимикробного компонента в мазях; в химической промышленности – как компонент катализаторов, красок, топливных присадок; в металлургии – в составе ингибиторов коррозии, сплавов, электроизоляционного материала; в электронике – в составе сверхпроводников, оптоволокон, электродных стержней и листов, высокочастотных магнитно-стержневых антенн [15]. Ожидается, что мировой спрос на наночастицы MgO к 2020 г. составит 185,5 тонны [11].

Согласно результатам проведенного ранее исследования [2], наночастицы MgO обладают высокой степенью потенциальной опасности для здоровья человека, обусловленной их способностью генерировать активные формы кислорода (АФК) [13], вызывать летальные изменения в клетках [7, 8, 14], накапливаться в различных органах, приводя к патологическим изменениям [10, 20], влиять на протеомный и метаболомный профили [21], инициировать генотоксический [10, 14], эмбриотоксический [23] эффекты и аллергическую реакцию [16].

Учитывая широкий спектр применения в различных сферах деятельности человека, объем производства и опасность воздействия наночастиц MgO, особую актуальность приобретают исследования, направленные на изучение токсикологических свойств данного наноматериала при различных путях поступления в организм.

**Цель работы** – исследование и сравнительная оценка материальной и функциональной кумуляции нанодисперсного MgO при многократном пероральном поступлении.

**Материалы и методы.** Для проведения исследований использован порошок нанодисперсного MgO (Magnesium oxide, CAS 1309-48-4, номер продукта 549 649) производства компании Sigma Aldrich (США). Для сравнительного анализа применялся порошок микродисперсного MgO (Magnesium oxide, CAS 1309-48-4, номер продукта 529 699) производства компании Sigma Aldrich (США).

Тестируемые вещества исследовали в форме водных суспензий посредством внесения порошка в бидистиллированную воду, соответствующую ТУ 6-09-2502-77. Полученные водные суспензии для предотвращения агломерации частиц подвергали ежедневной ультразвуковой обработке гомогенизатором Sonopuls Hd (Bandelin, Германия) при комнатной температуре в течение 15 минут в режиме непрерывной пульсации на 80%-ной мощности. Оценка размера и формы частиц выполнена методом электронной микроскопии на сканирующем микроскопе высокого разрешения S-3400N (НИТАСН, Япония). Исследование и оценка удельной площади поверхности частиц нативных порошков нано- и микродисперсного материала выполнена по методу, предложенному Брунауэром, Эмметом и Тейлором, на приборе ASAP 2020 (Micromeritics, США) после дегазации исследуемого материала в вакууме при температуре 350°C в течение 3 часов.

Эксперимент по оценке кумулятивных свойств MgO проведен по методу Лима [3] на 25 мышах линии ICR (CD-1) в соответствии с МУ 1.2.2520-09 с соблюдением требований «Руководства по уходу и использованию лабораторных животных» [12]. Экспериментальных животных случайным образом распределили на опытную группу – для исследования нанодисперсного MgO (10 особей), группу сравнения – для исследования микродисперсного аналога (10 особей) и контрольную группу (5 особей), не подвергавшуюся экспозиции тестируемых веществ. В первые 4 дня живот-

ным опытной группы вводили дозу нанодисперсного MgO, равную 1/10 ЛД<sub>50</sub> (200 мг/кг массы тела), затем каждые последующие 4 дня дозу увеличивали в 1,5 раза до достижения гибели 50 % экспериментальных животных в группе. Водную суспензию микродисперсного MgO вводили в дозах, аналогичных дозам водной суспензии нанопорошка. Контрольная группа получала соответствующую среду (дистиллированную воду) без вещества. Длительность эксперимента составила 15 дней. Суммарная доза нано- и микродисперсного MgO составила 5825 мг/кг массы тела.

Для оценки материальной кумуляции магния у экспериментальных животных выполняли отбор мозга, печени, почек и крови. Отобранные образцы подвергали термическому озолению в течение 9 часов в муфельной печи при температуре 450–500 °С. Количественное определение содержания магния в образцах осуществляли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500сх (Agilent, США) с октопольной реакционной/столкновительной ячейкой, в качестве газа-реактанта использовали гелий. Расчет концентрации магния осуществляли с учетом массы органа и объема крови.

Степень выраженности функциональной кумуляции определяли по количеству погибших животных и морфологическим изменениям органов и тканей. Для изучения морфологических изменений экспериментальных животных выполняли отбор органов методом полной эвисцерации по Шору. Извлечение головного мозга и бедренной кости для гистологического анализа выполняли специализированным инструментом. Отобранный материал немедленно фиксировали в 10%-ном растворе забуференного нейтрального формалина. Гистологические препараты изготавливали на санном микротоме JUNG SM 2000R (Leica, Германия). Микроскопию препаратов осуществляли в светооптическом микроскопе Axiostar (Carl Zeiss, Германия).

Для оценки достоверности различий полученных количественных результатов использовали двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента. Различия результатов являлись статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** По результатам сканирующей электронной микроскопии установлено, что исследуемый материал содержит преимущественно частицы размером 5–100 нм (71,9 % от общего количества частиц) (рис. 1), что в 50–200 раз меньше значения размера частиц микродисперсного аналога (1–5 мкм) (см. рис. 1). Удельная площадь поверхности наночастиц MgO составила 64,51 м<sup>2</sup>/г, что в 9,8 раза больше значения микродисперсного аналога (6,6 м<sup>2</sup>/г).

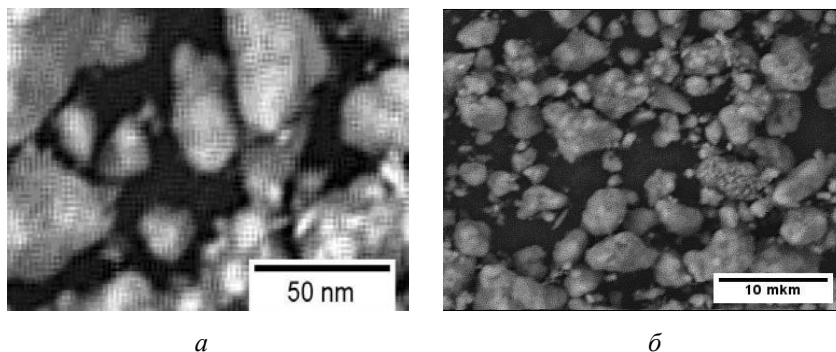


Рис. 1. Изображение оксида магния с помощью сканирующей электронной микроскопии: *a* – наночастиц; *б* – микрочастиц

При исследовании материальной кумуляции магния в органах и тканях в крови животных групп опыта и сравнения установлено достоверное увеличение концентрации исследуемого вещества относительно контрольной группы в 1,3 раза ( $p = 0,034-0,041$ ). Достоверных различий между группами опыта и сравнения по показателям концентрации магния в органах и тканях не выявлено.

При исследовании функциональной кумуляции наблюдалось ухудшение общего состояния и гибель 50 % экспериментальных животных в опытной группе и 30 % в группе сравнения. В контрольной группе не зарегистрировано гибели животных. Сравнительная оценка морфологических изменений исследуемых тканей и органов позволила установить у животных опытной группы патологии, не зафиксированные у животных групп сравнения и контроля, в виде субарахноидального кровоизлияния в головном мозге (рис. 2), острого гепатита (рис. 3), скопления лимфоцитов и эозинофилов в глубоких отделах слизистой и подслизистой основе желудка (рис. 4). Ткани легких животных групп опыта и сравнения характеризуются острым полнокровием, но, кроме того, у животных опытной группы установлены острый бронхит с выраженной гиперплазией лимфоидной ткани, эозинофилия лимфоидного инфильтрата и васкулиты, не обнаруженные в группе сравнения. Изменения ткани тонкого кишечника у животных опытной группы характеризуются гиперплазией лимфоидной ткани с образованием реактивных фолликулов и пролиферацией клеток Панета, у животных группы сравнения патоморфологические изменения в данном органе проявляются в виде слабо выраженной эозинофилии реактивного инфильтрата. Изменения ткани толстого кишечника проявляются в виде реактивной гиперплазии лимфоидной ткани с формированием вторичных фолликулов у животных опытной группы и колита со слабой эозинофилией инфильтрата у животных группы сравнения. Как в опытной группе, так и в группе сравнения в тканях селезенки отмечен мегакариоцитоз пульпы, кроме того, в опытной группе установлены острое венозное полнокровие и мегакариоцитоз маргинальных зон. У животных групп опыта и сравнения установлены схожие изменения в тканях сердца и почек в виде острого полнокровия.

Таким образом, установлено, что исследуемый образец MgO по показателям размера и удельной площади поверхности является наноматериалом. При многократной пероральной экспозиции водной суспензией нано- и микродисперсного MgO в суммарной дозе 5825 мг/кг массы тела отмечается накопление магния в крови животных обеих исследуемых групп. При этом достоверных различий концентраций магния в органах и тканях между группами опыта и сравнения не установлено, что указывает на одинаково выраженную степень материальной кумуляции у нано- и микродисперсного MgO. Функциональная кумуляция тестируемых веществ проявляется в виде гибели экспериментальных животных и патоморфологических изменений тканей органов. Гибель животных опытной группы составила 50 %, что на 20 % больше данного показателя в группе сравнения (30 %). Патоморфологические изменения в тканях головного мозга у животных опытной группы в виде субарахноидального кровоизлияния могут быть вызваны нарушением функций плотных контактов [6] и/или перицитов [22] гематоэнцефалического барьера, обусловленным действием наночастиц MgO. Воспалительный процесс в тканях печени животных может быть обусловлен действием АФК, индуцированных наночастицами исследуемого материала [19]. Скопления лимфоцитов и эозинофилов в слизистой оболочке желудка животных могут указывать на развитие воспали-

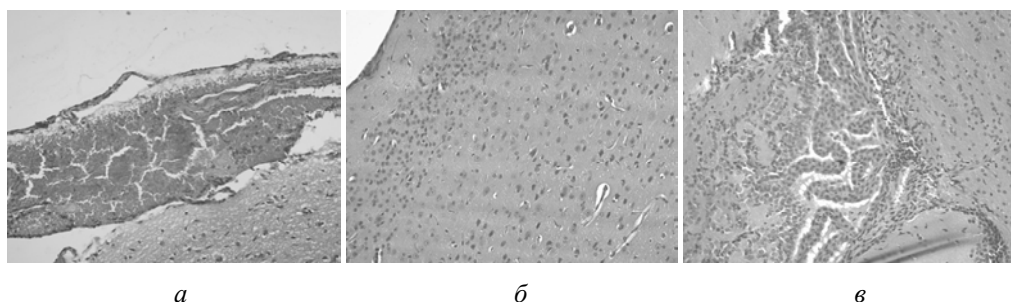


Рис. 2. Микрофотографии головного мозга мышей: *а* – опытная группа, *б* – группа сравнения, *в* – контрольная группа. Окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 200$

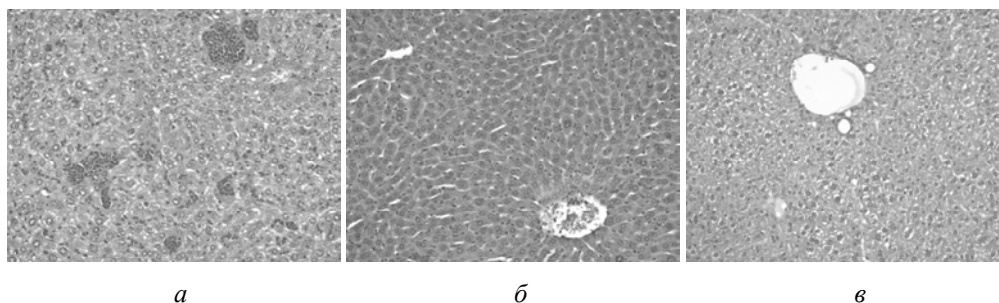


Рис. 3. Микрофотографии печени мышей: *а* – опытная группа, *б* – группа сравнения, *в* – контрольная группа. Окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 200$

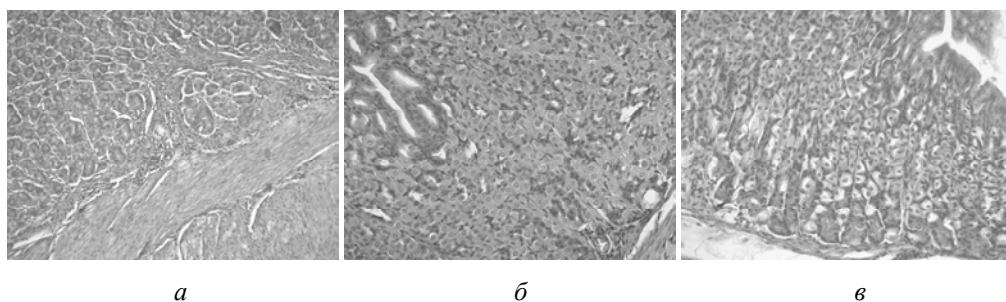


Рис. 4. Микрофотографии желудка мышей: *а* – опытная группа, *б* – группа сравнения, *в* – контрольная группа. Окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 200$

тельного и аллергического процессов. Патоморфологических изменений в тканях головного мозга, печени и желудка у животных групп сравнения и контроля не установлено. Как в опытной группе, так и в группе сравнения отмечено острое полнокровие легких, сердца и почек, что может указывать на сгущение крови в результате увеличения количества тромбоцитов [1]. Однако в тканях легких животных опытной группы, в отличие от группы сравнения, установлены острый бронхит с выраженной гиперплазией лимфоидной ткани, эозинофилия и васкулиты. Кроме того, гиперплазия лимфоидной ткани у животных опытной группы от-

мечена в тонком и толстом кишечнике, что может являться результатом воспалительного процесса [18].

**Выводы.** Исследование размера (5–100 нм) и удельной площади поверхности частиц (64,51 м<sup>2</sup>/г) подтвердило, что изучаемый образец MgO является наноматериалом. При многократном внутрижелудочном введении обладает материальной кумуляцией, выраженной в той же степени, что и при введении микродисперсного аналога. Накопление магния происходит в крови, достоверных различий по концентрациям в печени, почках и мозге не установлено. Функциональные кумулятивные свойства нанодисперсного MgO более выражены по сравнению с микродисперсным аналогом. Это проявляется в гибели большего числа животных; в выявленных патоморфологических изменениях головного мозга, печени и желудка и более выраженных изменений в тканях легких, селезенки и тонкого кишечника, не установленных в группе сравнения. Полученные результаты необходимо учитывать при разработке профилактических мер для производителей и потребителей продукции, содержащей наночастицы MgO.

### Список литературы

1. Макарова В.Г., Макарова М.Н. Физиологические, биохимические и биометрические показатели нормы экспериментальных животных: справочник. – СПб.: ЛЕМА, 2013. – 116 с.
2. Научное прогнозирование токсичности и оценка потенциальной опасности наночастиц оксида магния для здоровья человека / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, М.С. Степанков, А.М. Игнатова // Экология человека. – 2019. – № 2. – С. 39–44.
3. A method for the evaluation of cumulation and tolerance by the determination of acute and subchronic median effective doses / R.K. Lim [et al.] // Arch. Int. Pharmacodyn. Ther. – 1961. – № 130. – P. 336–353.
4. Batt C.A., Tortorello M.L. Encyclopedia of Food Microbiology. Second Edition // Academic Press Elsevier. – Vol. 1. – 2014. – 3248 p.
5. Benefits and Applications // National Nanotechnology Initiative [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nano.gov/you/nanotechnology-benefits> (дата обращения: 26.03.2019).
6. Bloodneural barrier: intercellular communication at gliovascular interface / J.H. Kim, J.H. Kim, J.A. Park [et al.] // J. Biochem. Mol. Biol. – 2006. – № 39. – P. 339–345.
7. Cytotoxic effects of MgO nanoparticles on human umbilical vein endothelial cells in vitro / S. Ge, G. Wang, Y. Shen [et al.] // IET Nanobiotechnol. – 2011. – № 5 (2). – P. 36–40.
8. Cytotoxicity, permeability, and inflammation of metal oxide nanoparticles in human cardiac microvascular endothelial cells / J. Sun, S. Wang, D. Zhao [et al.] // Cells Biol Toxicol. – 2011. – № 27 (5). – P. 333–342.
9. Facest of Nanotechnology as Seen in Food Processing, Packaging, and Preservation Industry / N. Pradhan, S. Singh, N. Ojha, A. Shrivastava, A. Barla, V. Rai [et al.] // Biomed. Res. Int. – 2015. – Vol. 2015. – 17 p.
10. Genotoxicity, biochemical, and biodistribution studies of magnesium oxide nano and microparticles in albino wistar rats after 28-day repeated oral exposure / B. Mangalampalli, N. Dumala, R.P. Venkata [et al.] // Environmental Toxicology. – 2017. – № 00. – P. 1–15.

11. Global Market for Magnesium Oxide Nanoparticles to Surpass \$42 million by 2020 [Электронный ресурс] // *Ceramic Industry*. – 2016. – URL: <https://www.ceramic-industry.com/articles/95323-global-market-for-magnesium-oxide-nanoparticles-to-surpass-42-million-by-2020> (дата обращения: 17.09.2018).
12. Guide for the care and use of laboratory animals // National Research Council of the national academies. – Washington: The national academies press, 2011. – 248 p.
13. In Vitro Cytotoxic Evaluation of MgO Nanoparticles and Their Effect on the Expression of ROS Genes / R.S. Kumaran, Y.-K. Choi, V. Singh, H.J. Song, K.J. Song, K.J. Kim [et al.] // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2015. – № 16. – P. 7551–7564.
14. In Vitro Toxicological Assessment of Magnesium Oxide Nanoparticle Exposure in Several Mammalian Cell Types / A. Mahmoud, Ö. Ezgi, A. Merve [et al.] // *International Journal of Toxicology*. – 2016. – № 35 (4). – P. 429–437.
15. Magnesium Oxide (MgO) nanoparticles – Properties, Applications [Электронный ресурс] // *Azonano*. – 2013. – URL: <https://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3353> (дата обращения: 17.09.2018).
16. Magnesium oxide nanopowder,  $\leq 50$  nm particle size (BET) material safety data sheet (MSDS) // *Sigma-Aldrich*. – 2012. – 6 p.
17. Nanotechnologies in the food industry – Recent developments, risks and regulation / M. Cushman, J. Kerry, M. Morris, M. Cruz-Romero, E. Cummins // *Trends in Food Science & Technology*. – 2012. – № 24 (1). – P. 30–46.
18. Pease C., Rucker T., Birk T. Review of the Evidence from Epidemiology, Toxicology and Lung Bioavailability on the Carcinogenicity of Inhaled Iron Oxide Particulates // *Chemical Research in Toxicology*. – 2016. – № 29 (3). – P. 237–254.
19. Reactive Oxygen Species in Inflammation and Tissue Injury / M. Mittal, M.R. Siddiqui, K. Tran [et al.] // *Antioxidants & Redox Signaling*. – 2014. – Vol. 20. – № 7. – P. 1126–1167.
20. Shaikh S.M., Shyama S.K., Desai P.V. Absorption, LD50 and Effects of CoO, MgO and PbO Nanoparticles on Mice “Mus musculus” // *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. – 2015. – № 9 (2). – P. 32–38.
21. Srinivasan V., Bhavan P.S., Rajkumar G. Dietary Supplementation of Magnesium Oxide (MgO) Nanoparticles for Better Survival and Growth of the Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* Post-larvae // *Biological Trace Metal Research*. – 2017. – № 177 (1). – P. 196–208.
22. The role of pericytes in blood-brain barrier function and stroke / S. Liu, D. Agalieu, C. Yu [et al.] // *Curr. Pharm. Des.* – 2012. – № 18. – P. 3653–3662.
23. Toxic effect of magnesium oxide nanoparticles on early developmental and larval stages of zebrafish / M. Ghobadian, M. Nabiuni, K. Parivar, M. Fathi, J. Pazooki // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2015. – № 122. – P. 260–267.

## **Исследование взаимосвязи между биохимическими маркерами и показателями variability сердечного ритма при проведении медицинских осмотров**

**М.М. Некрасова, И.В. Федотова, Т.В. Блинова,  
Л.А. Страхова, Т.Н. Васильева, А.В. Зуев,  
Е.Ф. Черникова**

ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора,  
г. Нижний Новгород, Россия

Представлены результаты комплексного динамического исследования функционального состояния спортсменов в период интенсивных физических и эмоциональных нагрузок с использованием метода variability сердечного ритма (ВСР). Выявлены значимые корреляции между параметрами ВСР и маркерами состояния иммунной, гормональной и антиоксидантной систем, показателями липидного спектра, белкового обмена. Найденные маркеры позволяют повысить эффективность мониторинга индивидуальных реакций организма на воздействие стресс-факторов при проведении медосмотров.

**Ключевые слова:** стресс, биохимические маркеры, variability сердечного ритма, медосмотры.

Актуальной задачей при оценке состояния здоровья работающих является поиск информативных маркеров неблагоприятных изменений при воздействии вредных факторов производственной среды и трудового процесса. С этой целью в настоящее время при проведении медицинских осмотров широко используется метод variability сердечного ритма (ВСР), основанный на анализе ритмограмм [4, 6, 7]. Он позволяет оценить состояние систем вегетативной регуляции и адаптационный потенциал организма в условиях стрессовых нагрузок [1]. Изучение влияния экзогенных и эндогенных факторов на ВСР является актуальным вопросом не только для теоретических изысканий в плане раскрытия механизмов формирования интегральных характеристик и динамики ВСР, но и для расширения диагностических возможностей данного неинвазивного метода при проведении рутинных и скрининговых исследований.

**Цель работы** – выявление взаимозависимых изменений временных и спектральных характеристик ВСР и уровней биохимических и иммунологических показателей, измеренных в стационарных условиях на примере группы спортсменов, а также определение направлений практического использования данных результатов.

**Материалы и методы.** В исследовании на основе добровольного информированного согласия приняли участие 37 спортсменов-гребцов (19 девушек и 18 юношей) в возрасте 15–20 лет. Динамическое наблюдение состояния здоровья спортсменов проводилось с сентября по март в подготовительные и соревновательные периоды тренировочного цикла. Комплексное клиническое амбулаторное обследование

спортсмены проходили на базе поликлиники ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора. ЭКГ регистрировали с использованием электрокардиографа «ВНС-Ритм» и соответствующего программного обеспечения «Поли-Спектр-Ритм» («Нейрософт», Россия), анализ ВСР по временным ( $RR_{\min}$ ,  $RR_{\max}$ , RRNN, SDNN, RMSSD, мс) и спектральным (TP, VLF, LF, HF,  $\text{мс}^2/\text{Гц}$ , LF/HF) показателям проводили в соответствии с рекомендациями «Международного стандарта» при 5-минутных записях в покое (положение лежа) и при активной ортостатической пробе (АОП) [2]. Уровни биохимических показателей в сыворотке крови определяли по стандартным методикам с использованием наборов реагентов «Ольвекс диагностикум» (Россия), «Вектор Бест» (Россия), ImAnOx (TAS/TAC) Kit (Германия).

Для статистической обработки использовали пакет программ Statistica v. 12, оценку взаимосвязей между показателями проводили с использованием коэффициента корреляции Спирмена, в анализ включали статистически значимые результаты при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** При спектральном анализе ВСР выделяют три основных диапазона частот. Диапазон VLF (0,015 – 0,04 Гц) связывают с терморегуляцией, гуморальными системами и влиянием симпатического отдела нервной системы (СНС); диапазон LF (0,04 – 0,15 Гц) характеризует преимущественно состояние СНС; диапазон HF (0,15 – 0,4 Гц) зависит от функционирования парасимпатического отдела (ПСНС). На соотношение влияний СНС и ПСНС указывает индекс вегетативного баланса (LF/HF), нормализованные значения ( $LF_{\text{norm}}$ ,  $HF_{\text{norm}}$ ), процентное соотношение (% VLF, % LF, % HF). Показатель TP – общая мощность спектра – включает все диапазоны спектра и отражает результирующее воздействие всех систем регуляции [1, 2]. Многие значимые корреляции были получены при сравнении биохимических показателей с параметрами ВСР, зарегистрированными при АОП, которая используется как провокационный стресс-тест для определения резервов организма [1, 17].

В ранее проведенных эпидемиологических исследованиях было показано, что снижение ВСР ассоциируется с повышением риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, метаболических нарушений, сахарного диабета [2, 13, 17]. В нашем исследовании мы ставили задачу определения биохимических маркеров развития дисметаболических процессов и заболеваний системы кровообращения, которые могут быть ассоциированы с неблагоприятными изменениями в структуре ВСР. Такие изменения связаны с уменьшением общей мощности спектра ВСР (TP, SDNN), снижением уровня активности парасимпатического звена регуляции (HF, RMSSD), усилением эрготропных, гуморальных (VLF) и симпатических влияний (LF, LF/HF) на регуляцию сердечного ритма [1, 2, 10, 17].

Важнейшими характеристиками функционального состояния организма являются показатели липидного спектра сыворотки крови. В нашем исследовании было установлено, что изменение содержания общего холестерина, липопротеинов высокой (ЛПВП-ХС) и низкой плотности (ЛПНП-ХС), триглицеридов (ТГ) влияет на значения показателей ВСР. Наиболее ценные результаты были получены при сравнении концентрации ЛПВП-ХС и ТГ.

Повышенная концентрация ТГ в крови является фактором развития ИБС, а высокие значения ЛПВП-ХС расценивают как антиатерогенный фактор [3]. С этих позиций показательными являются результаты сравнения концентраций



данных маркеров с параметрами ВСР. Так, возрастание ТГ приводит к неблагоприятным изменениям ВСР, сокращению парасимпатической активности, а увеличение ЛПВП-ХС – к улучшению динамики спектральных показателей ВСР (повышается общая мощность спектра ТР, снижается индекс LF/HF) (таблица). Изучение показателей углеводного обмена у спортсменов в период интенсивных физических и нервно-эмоциональных нагрузок указывает на обратную зависимость между уровнем содержания в крови глюкозы и значением спектральных показателей ВСР парасимпатического звена (HF, мс<sup>2</sup>/Гц АОП, % HF АОП), измеренных при ортостатической пробе. Также при усиленных нагрузках у спортсменов отмечается увеличение концентрации молочной кислоты, что указывает на признаки ишемии тканей, причем данные изменения сопровождаются динамикой ВСР, характерной для стресса, т.е. усилением симпатических (показатель LF/HF АОП) и гуморальных (показатель % VLF АОП) влияний на ритм сердца и снижением активности парасимпатического звена вегетативной регуляции (HF, мс<sup>2</sup>/Гц АОП).

Значимые корреляции между параметрами ВСР и биохимическими показателями углеводного, липидного, белкового обмена, уровнем в крови ферментов и гормонов

Показатели	Количество проб	Коэффициент Спирмена	<i>p</i>
Глюкоза, ммоль/л – HF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	201	-0,139	0,0485
Глюкоза, ммоль/л – % HF АОП	201	-0,168	0,0172
МК (лактат), мг/дл – HF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	205	-0,149	0,032981
МК (лактат), мг/дл – LF/HF АОП	205	0,171	0,014221
МК (лактат), мг/дл – % VLF АОП	205	0,172	0,012502
ХС, ммоль/л – ТР, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	201	0,154	0,0285
ХС, ммоль/л – VLF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	201	0,1515	0,0317
ХС, ммоль/л – HF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	201	0,206	0,0033
ХС, ммоль/л – LF/HF АОП	201	-0,211	0,0026
ЛПВП-ХС, ммоль/л – ТР, мс <sup>2</sup> /Гц	201	0,227	0,0012
ЛПВП-ХС, ммоль/л – LF, мс <sup>2</sup> /Гц	201	0,151	0,0319
ЛПВП-ХС, ммоль/л – HF, мс <sup>2</sup> /Гц	201	0,280	0,000056
ЛПВП-ХС, ммоль/л – LF/HF	201	-0,214	0,0022
ЛПВП-ХС, ммоль/л – HF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	201	0,207	0,0031
ТГ, ммоль/л – % HF	201	-0,172	0,0143
ТГ, ммоль/л – RMSSD, мс	201	-0,182	0,0098
Общий белок, г/л – RRNN, мс АОП	201	0,157	0,026511
Мочевина, ммоль/л – RMSSD, мс АОП	85	-0,241	0,026533
Мочевая кислота, мкмоль/л – LF/HF	197	0,236	0,000853
Мочевая кислота, мкмоль/л – % VLF	197	0,171	0,016828
Мочевая кислота, мкмоль/л – % LF	197	0,186	0,008956
Миоглобин, мкг/л – LF/HF	83	0,221	0,044401
Ферритин, мкг/л – HF, мс <sup>2</sup> /Гц	205	-0,144	0,0397
Ферритин, мкг/л – LF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	205	-0,175	0,0118
С-реактивный белок, мг/л – % VLF АОП	205	-0,141	0,043224
С-реактивный белок, мг/л – % LF АОП	205	0,144	0,039438
Тропонин I, нг/мл – R-R max, мс	199	-0,142	0,0457
АСАТ, МЕ/л – R-R min, мс	206	0,137	0,0494
АЛАТ, МЕ/л – % VLF АОП	206	0,162	0,0201
ЛДГ, МЕ/л – R-R max, мс	206	0,164	0,0187

Окончание таблицы

Показатели	Количество проб	Коэффициент Спирмена	<i>p</i>
Креатинкиназа-МВ, МЕ/л – LF/HF	206	0,259	0,0001
Кортизол, нмоль/л – RRNN, мс АОП	205	0,224	0,0012
Кортизол, нмоль/л – TP, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	205	0,202	0,0036
Кортизол, нмоль/л – VLF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	205	0,166	0,0170
Кортизол, нмоль/л – LF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	205	0,197	0,0045
Кортизол, нмоль/л – HF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	205	0,178	0,0108
Инсулин, мкЕд/мл – TP, мс <sup>2</sup> /Гц	202	-0,210	0,0027
Инсулин, мкЕд/мл – LF/HF	202	0,151	0,0317
Тестостерон, нмоль/л – TP, мс <sup>2</sup> /Гц	205	-0,159	0,0230
Тестостерон, нмоль/л – LF/HF	205	0,326	0,000002
Адреналин, пг/мл – TP мс <sup>2</sup> /Гц АОП	84	0,237	0,0302
Адреналин, пг/мл – LF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	84	0,215	0,0494
АКТГ, пг/мл – LF/HF	84	0,333	0,0019
Эритропоэтин, МЕ/л – VLF, мс <sup>2</sup> /Гц АОП	205	0,231	0,0008

Примечание: АОП – активная ортостатическая проба, МК – молочная кислота, ХС – общий холестерин, ЛПВП-ХС – холестерин липопротеинов высокой плотности, ЛПНП-ХС – холестерин липопротеинов низкой плотности, ТГ – триглицериды, АСАТ – аспаратаминотрансфераза, АЛАТ – аланинаминотрансфераза, ЛДГ – лактатдегидрогеназа, АКТГ – адренкортикотропный гормон.

Значимые корреляции с параметрами ВСП были обнаружены и при изменении параметров белкового обмена и концентрации ферментов и гормонов. В период стрессовых нагрузок у спортсменов регистрируется активация СНС (фиксируется рост значений показателей LF/HF, % LF) и одновременно возрастание концентрации в крови мочевой кислоты, миоглобина, креатинкиназы-МВ, С-реактивного белка. Однонаправленное стрессогенное влияние на динамику ВСП (редукция TP и рост индекса LF/HF) было отмечено при увеличении концентрации инсулина и тестостерона. Аналогичные результаты обратной связи повышенного уровня инсулина и снижения ВСП были получены и в исследовании L.E. Charles et al. [8] на группе сотрудников полиции, которые подвержены нервно-эмоциональным нагрузкам.

Таким образом, рост содержания в крови инсулина и глюкозы, ассоциированный со снижением парасимпатической и усилением симпатической активности, может являться неблагоприятным признаком развития инсулинорезистентности при стрессе. Данный вопрос требует дальнейшего изучения, так как есть сведения о вероятных биологических механизмах взаимосвязи циркулирующих уровней инсулина и ВСП [12].

Интересными являются результаты, представленные в таблице. Изучение влияния гормонов стресс-реактивных систем на структуру спектра ВСП: наиболее значимое влияние отмечено при проведении пробы на ортостатический стресс – показательно, что адаптогенный гормон кортизол усиливает реактивность всех систем регуляции, адреналин – в большей степени активизирует СНС. АКТГ проявляет влияние на индекс LF/HF при фоновой записи, т.е. в большей степени стимулирует симпатическое звено в состоянии предстоящей нагрузки.

Об активном участии вегетативной нервной системы в иммунорегуляторных процессах свидетельствуют следующие данные. Были зарегистрированы взаимоза-

висимые изменения характеристик ВСР и показателей гуморального иммунитета. Повышение содержания иммуноглобулинов IgA и IgM сопровождается снижением индекса напряжения регуляторных систем LF/HF ( $r = -0,148$ ;  $p = 0,0413$ ;  $r = -0,234$ ;  $p = 0,0136$ ), необходимо отметить, что IgM имеет наибольшее количество значимых положительных корреляций со спектральными параметрами ВСР, приводит к увеличению показателя TP ( $r = 0,235$ ,  $p = 0,013$ ), который характеризует адаптационный потенциал организма. В свою очередь возрастание напряжения систем регуляции сопровождается снижением концентрации иммуноглобулинов, что может являться признаком недостаточности гуморального иммунитета. В то же время увеличение концентрации IgE ассоциируется с возрастанием индекса LF/HF ( $r = 0,241$ ;  $p = 0,0078$ ), т.е. с усилением симпатического влияния, данный факт имеет диагностическое значение, так как повышение содержания IgE выявляют при бронхолегочной патологии профессионального характера [9]. По мнению ряда авторов, вегетативный дисбаланс является одним из ключевых звеньев в развитии заболеваний, связанных с иммунологическими нарушениями, а стресс усугубляет течение бронхиальной астмы [9, 14].

При изучении содержания электролитов в сыворотке крови были установлены наиболее значимые влияния на параметры ВСР таких элементов, как калий, железо, фосфор и натрий, в то время как изменения концентрации кальция, хлора, магния не оказывали достоверного влияния на характеристики ВСР.

При интенсивных физических нагрузках было отмечено увеличение содержания калия в сыворотке крови, которое сопровождалось повышением индекса LF/HF при АОП ( $r = 0,140$ ;  $p = 0,0482$ ), при этом возрастала мощность спектра ВСР в низкочастотном LF ( $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ) ( $r = 0,140$ ;  $p = 0,0482$ ) и очень низкочастотном диапазоне VLF (%) и определялось снижение мощности спектра в высокочастотном диапазоне HF ( $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ) ( $r = 0,146$ ;  $p = 0,0383$ ). Изменение концентрации калия в условиях воздействия стресс-факторов подтверждает его защитную роль в сохранении гомеостаза при экстремальных воздействиях, на что указывает Ю.В. Наточин и др. [5]. Также была выявлена обратная корреляция содержания неорганического фосфора в сыворотке крови с временными параметрами ВСР при АОП (с RRNN, мс АОП  $r = -0,194$ ;  $p = 0,0056$ ; R-R<sub>min</sub>, мс АОП,  $r = -0,227$ ;  $p = 0,0012$ ; R-R<sub>max</sub>, мс АОП  $r = -0,159$ ;  $p = 0,0241$ ). То есть снижение концентрации данного элемента приводит к увеличению длительности R-R-интервалов при ортостазе (снижению ЧСС). Это связано с влиянием фосфора на мышечную систему, и падение концентрации фосфатов может вызвать дыхательную и сердечную недостаточность [3]. Было установлено, что железо оказывает влияние на вегетативную регуляцию, его содержание в крови увеличивается при стрессогенном характере изменений параметров ВСР, снижении общей мощности спектра TP,  $\text{мс}^2/\text{Гц}$  ( $r = -0,147$ ;  $p = 0,0377$ ), парасимпатических влияний HF,  $\text{мс}^2/\text{Гц}$  ( $r = -0,218$ ;  $p = 0,0018$ ) и увеличении индекса LF/HF ( $r = 0,182$ ;  $p = 0,0096$ ).

При изучении функционального состояния спортсменов были выявлены значимые корреляции между показателями ВСР и антиоксидантной системы. На напряжение регуляторных систем в соревновательный период указывало повышение индекса вегетативного баланса, которое сопровождалось достоверным увеличением концентрации малонового диальдегида ( $r = 0,27$ ;  $p = 0,0013$ ) и метаболитов оксида азота ( $r = 0,22$ ;  $p = 0,04$ ) и снижением общей антиоксидантной активности ( $r = -0,32$ ;  $p = 0,028$ ).

Активное развитие разнообразных автоматизированных систем беспроводной регистрации сердечного ритма [10, 11, 15, 16] делает возможным использование ВСП для определения функционального состояния при стрессовой нагрузке непосредственно на рабочем месте в режиме реального времени. А знание закономерностей в динамике ВСП в зависимости от характеристик основных регуляторных систем позволит дать более точную оценку риска нарушений здоровья и принять своевременные меры.

Исследования, проведенные нами с помощью разработанной телеметрической системы регистрации сердечного ритма на спортсменах во время тренировки, позволили выявить группу атлетов, которым требовалась коррекция тренировочной нагрузки. По характерной динамике ВСП и продолжительности данного периода вычисляли индекс стрессовой нагрузки (ИСН). Высокие значения ИСН соответствовали большему проценту выявленных отклонений по биохимическим показателям.

Также полученные сведения о взаимосвязях параметров ВСП и биохимических маркеров состояния здоровья представляют интерес для перспективных направлений исследования по изучению факторов, изменяющих структуру ВСП, с помощью технологии биологической обратной связи с целью улучшения параметров регуляторных систем и состояния организма в целом.

**Выводы.** Исследование показало, что динамика показателей ВСП отражает изменения в системах организма, отвечающих за адаптацию к физическим и нервно-эмоциональным нагрузкам. Были определены значимые биомаркеры, которые целесообразно контролировать и при медицинских осмотрах у работников, профессиональная деятельность которых характеризуется значительными уровнями стресс-факторов. Обнаруженные закономерности позволят повысить эффективность мониторинга индивидуальных реакций организма на производственный стресс и будут являться дополнительной характеристикой для оценки риска. Результаты исследования могут быть полезны при проведении динамического медицинского наблюдения и для коррекции функциональных состояний работающих. В дальнейшем результаты проведенных исследований планируется использовать для разработки и внедрения здоровьесберегающих технологий на базе информационных телеметрических автоматизированных систем.

### Список литературы

1. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рекомендации / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин, А.П. Гаврилушкин // Вестник Аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–87.
2. Вариабельность сердечного ритма: Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования. Рабочая группа Европейского кардиологического общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии // Вестник аритмологии. – 1999. – № 11. – С. 53–78.
3. Кишкун А.А. Руководство по лабораторным методам диагностики. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2009. – 800 с.
4. Мелентьев А.В., Серебряков П.В., Жеглова А.В. Влияние шума и вибрации на нервную регуляцию сердца // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 9. – С. 19–23.

5. Наточин Ю.В., Голосова Д.В., Каюков И.Г. Константы концентрации калия и натрия в сыворотке крови – поиск факторов регуляции // Физиология человека. – 2018. – Т. 44, № 4. – С. 67–73.

6. Особенности вегетативной регуляции у больных вибрационной болезнью на основе активной ортостатической пробы / А.В. Ямщикова, А.Н. Флейшман, М.О. Гидаятובה, А.А. Неретин, А.А. Кунгурова // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 6. – С. 11–15.

7. Состояние вегетативной нервной системы у работников при многосменном режиме работы с ночным сменами / Е.М. Власова, В.Б. Алексеев, А.Е. Носов, Ю.А. Ивашова // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 8. – С. 28–32.

8. Associations Between Insulin and Heart Rate Variability in Police Officers / L.E. Charles, M.E. Andrew, K. Sarkisian, S. Li, A. Mnatsakanova, J.M. Violanti, M. Wilson, Ja.K. Gu [et al.] // American Journal of Human Biology. – 2014. – № 26 (1). – P. 56–63. DOI: 10.1002/ajhb.22475

9. Autonomic function in adults with allergic rhinitis and its association with disease severity and duration / M.H. Kim, E.J. Choi, B.H. Jang, K.S. Kim, S.G. Ko, I. Choi // Annals of Allergy, Asthma & Immunology. – 2017. – № 118 (2). – P. 174–178. DOI: 10.1016/j.anai.2016.11.012

10. Autonomic nervous system activity and workplace stressors – a systematic review / M.N. Jarczok, D. Mauss, J. Koenig, J. Li, R.M. Herr, J.F. Thayer // Neuroscience and Biobehavioral Reviews. – 2013. – № 37 (8). – P. 1810–1823.

11. cHRV Uncovering Daily Stress Dynamics Using Bio-Signal from Consumer Wearables / T. Haoa, H. Changa, M. Balla, K. Lina, X. Zhua // MEDINFO. Precision Healthcare through Informatics. – 2017. – P. 98–102.

12. Insulin acts in the arcuate nucleus to increase lumbar sympathetic nerve activity and baroreflex function in rats / P.A. Cassaglia, S.M. Hermes, S.A. Aicher, V.L. Brooks // The Journal of Physiology. – 2011. – Vol. 589 (7). – P. 1643–1662.

13. Predictors of heart rate variability and its prognostic significance in chronic kidney disease / P. Chandra, R.L. Sands, B.W. Gillespie, N.W. Levin, P. Kotanko, M. Riser, F. Finkelstein, A. Hinderliter [et al.] // Nephrology Dialysis Transplantation. – 2012. – № 27. – P. 700–709.

14. Rosalind J. Stress-Related Programming of Autonomic Imbalance: Role in Allergy and Asthma // Wright Chem Immunol Allergy. – 2012. – № 98. – P. 32–47.

15. Sensors and Functionalities of Non-Invasive Wrist-Wearable Devices: A Review / A. Kamišalic, I.Jr. Fister, M. Turkanovic, S. Karakatic // Sensors. – 2018. – № 18. – P. 1714. DOI: 10.3390/s18061714

16. Sriramprakash S., Prasanna V.D., Ramana Murthy O.V. Stress Detection in Working People // Procedia Computer Science. – 2017. – № 115. – P. 359–366.

17. Viljoen M., Claassen N. Allostatic load and heart rate variability as health risk indicators // African Health Sciences. – 2017. – № 17 (2). – P. 428–435.

## Оценка цитогенетических нарушений у населения в зоне влияния предприятия по производству алюминия

**Е.В. Пескова, Е.И. Чумак**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

По результатам исследований установлено, что у детей и взрослых, проживающих в зоне размещения алюминиевого производства, выявлено избыточное содержание алюминия в моче. Проведен сравнительный анализ детей и взрослых для выявления тенденции развития цитогенетических нарушений. Индикаторными показателями генетических нарушений у взрослых являются: повышение частоты клеток с микроядрами и протрузиями (до 2 раз), изменение показателей пролиферации (до 1,6 раза) и показателей завершения деструкции ядра (до 1,7 раза) относительно данных показателей у детей. Данные показатели могут свидетельствовать о тенденции развития цитогенетических нарушений в зависимости от времени воздействия алюминия с атмосферным воздухом.

**Ключевые слова:** алюминий, мутагенная активность, микроядерный тест, цитогенетические нарушения.

В настоящее время все более актуальной становится проблема оценки влияния загрязнения окружающей среды промышленных территорий, в первую очередь загрязнения атмосферного воздуха, на здоровье населения. По сведениям Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга в 2017 г. на территориях 11 субъектов Российской Федерации отмечены высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха (более 5 ПДК<sub>сс</sub>) [4].

В районах размещения мощных алюминиевых производств приоритетными примесями, загрязняющими атмосферный воздух и определяющими тяжесть санитарной ситуации, являются алюминийсодержащие пыли сложного химического состава. Алюминий является основным компонентом твердого вещества выбросов алюминиевого предприятия, которое на 60–70 % состоит из оксида алюминия (диАлюминий триоксид). В целом по Российской Федерации диАлюминий триоксид занимает ведущее место в перечне загрязняющих веществ промышленных территорий с превышением гигиенических нормативов среднесуточного содержания в атмосферном воздухе (4,2 %). Учитывая, что алюминиевые предприятия, чаще всего являются градообразующими, в зоне непосредственного влияния выбросов их хозяйственной деятельности проживает более 3 млн человек [1].

Алюминий и его соединения относятся к высокотоксичным соединениям (2-й класс опасности). По данным Агентства по регистрации токсичных веществ и заболеваний США, алюминий входит в перечень химических веществ, обладающих мутагенной активностью. Алюминий и его соединения имеют очень высокое сродство к ДНК, РНК клетки, мононуклеотидам и комплексам с ДНК. Существуют доказательные данные о риске возникновения сшивок ДНК в гепатоцитах экспериментальных животных, хромосомных aberrаций и формирования микроядер в лимфоцитах периферической крови человека при воздействии алюминия на организм [8, 10, 12].

Одним из методов, позволяющих выявить мутагенный эффект в ответ на воздействие факторов риска у отдельных индивидов и в субпопуляции, является полиорганный микроядерный тест на буккальных эпителиоцитах. Данный неинвазивный метод позволяет судить о степени нарушения генетического гомеостаза организма и, следовательно, о степени генотоксичности изучаемого фактора внешней среды. Ядерные аномалии являются дополнительными биомаркерами, которые могут возникать при дифференцировке клеток, указывая на повреждение ДНК, цитотоксичность или гибель клеток. Критериями оценки влияния факторов на геном человека служит повышенная частота встречаемости нарушений ядерного аппарата буккальных эпителиоцитов – клеток с микроядрами, протрузиями, вакуолизацией и другими аномалиями ядра [7, 9, 11].

**Цель исследования** – выявление и оценка цитогенетических нарушений у населения, проживающего в зоне размещения алюминиевого производства.

**Материалы и методы.** Цитогенетическое исследование населения включало обследование 189 детей в возрасте 4–11 лет (девочек 46,6 %, мальчиков 53,4 %), в том числе детей в возрасте 4–6 лет – 78 и 7–11 лет – 111. Также в исследовании участвовали 78 взрослых (матери детей) в возрасте 22–50 лет. Обследование выполнено с обязательным соблюдением этических принципов медико-биологических исследований, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 1983 г., в гармонизации с Национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP). От каждого ребенка и родителя, включенного в выборку, получено письменное информированное согласие на добровольное участие в обследовании.

Химико-аналитическое исследование мочи на содержание алюминия выполнено в соответствии с «Методикой измерений массовых концентраций алюминия в биологических средах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой СТО М25-2016» на масс-спектрометре Agilent 7500сх (США) [3].

Цитогенетическое исследование выполнено на клеточных препаратах эксфолиативных буккальных эпителиоцитов полости рта на наличие и частоту микроядер, признаков ядерных аномалий методом микроядерного теста в соответствии с современными методическими подходами с использованием расширенного протокола показателей и актуализирована в соответствии с последним вариантом рекомендуемого подхода: 1) цитогенетические показатели (частота клеток с микроядрами, протрузиями); 2) показатели пролиферации (частота клеток с двумя, тремя, со сдвоенными ядрами); 3) показатели завершения деструкции ядра (частота клеток с кариопикнозом, кариорексисом, с полным кариолизисом, клеток с апоптозными телами). Аномалии ядерного аппарата буккального эпителия идентифицировали после дифференциального окрашивания (фиксатором Май – Грюнвальда и 2 % раствором красителя Гимза) под световым микроскопом АХЮ Score.A1 при увеличении 1125. В каждом препарате проводили анализ 1000 клеток, определяли отношение количества клеток с микроядрами и другими признаками ядерной дегенерации к общему числу ядросодержащих клеток (в %). Оценка частоты распространенности микроядер и ядерных аномалий буккальных эпителиоцитов у детей проведена на основании сравнительного анализа с показателями взрослых, для оценки тенденции развития цитогенетических нарушений у будущего поколения [5, 6].

Математическая обработка результатов исследования осуществлена с помощью параметрических методов статистики. Характеристики выборок представляли

в виде средней ( $M$ )  $\pm$  стандартной ошибки среднего значения ( $m$ ). Сравнения двух несвязанных групп проведено по величине  $t$ -критерия Стьюдента. Статистически значимыми являлись отличия при  $p \leq 0,05$  [2].

**Результаты и их обсуждение.** По данным химико-аналитического исследования выявлено, что у населения, постоянно подвергающегося воздействию выбросов алюминиевого производства, среднее выведение алюминия с мочой у детей в возрасте 4–6 лет ( $0,011 \pm 0,002$  мг/дм<sup>3</sup>) и у детей 7–11 лет ( $0,010 \pm 0,003$  мг/дм<sup>3</sup>) достоверно не отличалось друг от друга и превышало референтный уровень в среднем в 1,6 раза ( $0,0065 \pm 0,0035$  мг/дм<sup>3</sup>) [6]. У взрослых концентрация алюминия в моче составила  $0,012 \pm 0,003$  мг/дм<sup>3</sup>, что в 1,9 раза выше референтного уровня.

Сравнительный анализ результатов микроядерного теста эксфолиативных буккальных эпителиоцитов позволил установить достоверное повышение уровня цитогенетических повреждений ядерного аппарата клеток по всем изученным показателям (по частоте клеток с микроядрами и протрузиями) в результате повышенной концентрации алюминия в моче. Частота клеток буккальных эпителиоцитов с микроядрами повышена до 2 раз у взрослых относительно аналогичного показателя у детей ( $p = 0,000–0,006$ ) (таблица).

Частота морфологических изменений буккальных эпителиоцитов на уровне ДНК у детей и взрослых, проживающих в условия аэрогенного влияния предприятий по производству алюминия

Показатель	Взрослые ( $n = 78$ ), $M \pm m$	Дети 4–6 лет ( $n = 78$ )		Дети 7–11 ( $n = 111$ )	
		$M \pm m$	достоверность различий, $p \leq 0,05$	$M \pm m$	достоверность различий, $p \leq 0,05$
<i>Цитогенетические показатели, %</i>					
Частота клеток с микроядрами	$0,92 \pm 0,18$	$0,58 \pm 0,1584$	0,000	$0,47 \pm 0,11$	0,000
Частота клеток с протрузиями	$1,88 \pm 0,24$	$1,39 \pm 0,24$	0,005	$1,4 \pm 0,18$	0,002
Интегральный показатель цитогенетического действия (сумма клеток с микроядрами и протрузиями)	$2,80 \pm 0,31$	$1,96 \pm 0,307$	0,000	$1,87 \pm 0,23$	0,000
<i>Показатели пролиферации, %</i>					
Частота клеток с круговой насечкой	$1,95 \pm 0,24$	$1,53 \pm 0,24$	0,015	$1,32 \pm 0,17$	0,000
Частота клеток многоядерных (более двух ядер)	$0,49 \pm 0,12$	$0,30 \pm 0,11$	0,021	$0,24 \pm 0,08$	0,001
Интегральный показатель пролиферации (сумма клеток с круговыми насечками ядра и двумя ядрами)	$2,44 \pm 0,291$	$1,84 \pm 0,26$	0,003	$1,56 \pm 0,19$	0,000
<i>Показатели завершения деструкции ядра (апоптоза), %</i>					
Частота клеток с апоптозными телами	$1,15 \pm 0,22$	$0,96 \pm 0,19$	0,195	$0,66 \pm 0,14$	0,000
Частота клеток с полным кардиолизом	$2,67 \pm 0,27$	$2,75 \pm 0,33$	0,709	$1,95 \pm 0,21$	0,000
Частота клеток с карioreксисом	$129,05 \pm 2,83$	$127,37 \pm 3,09$	0,426	$129,37 \pm 2,26$	0,861
Апоптотический индекс (сумма клеток с карioreксисом, полным кардиолизом, апоптозными телами)	$132,87 \pm 2,86$	$131,09 \pm 3,09$	0,401	$131,98 \pm 2,27$	0,629



Установлено повышение до 1,4 раза частоты клеток с протрузиями типа «разбитое яйцо» и «язык» у взрослых относительно аналогичного показателя у детей ( $p = 0,002-0,004$ ). Интегральный показатель цитогенетического действия является признаком генетических нарушений в интерфазных ядрах клеток. У детей данный показатель до 1,5 раза ниже относительно аналогичного показателя у взрослых ( $p = 0,000$ ).

Сравнительный анализ показателей пролиферации клеток буккальных эпителиоцитов выявил, что частота многоядерных клеток и клеток с круговой насечкой у взрослых в среднем в 1,6 раза выше относительно данного показателя у детей ( $p = 0,000-0,02$ ). Интегральный показатель пролиферации у взрослых в среднем в 1,5 раза выше относительно аналогичного показателя у детей ( $p = 0,000-0,002$ ).

Обращают на себя внимание признаки деструкции ядра, характеризующие повышение апоптической активности у взрослых. Частота встречаемости клеток с апоптотными телами у детей в возрасте 7–11 лет в 1,7 раза ниже относительно данного показателя у взрослых ( $p = 0,000$ ). Среднее значение встречаемости клеток с кариолизисом у взрослых в 1,4 раза выше аналогичного показателя у детей 7–11 лет ( $p = 0,000$ ). Данные показатели не были выявлены у детей 4–6 лет, что может свидетельствовать о тенденции развития деструкции ядра с возрастом.

**Выводы.** По результатам исследования выявлено, что у детей и взрослых, проживающих в жилой застройке в зоне аэрогенного влияния предприятий алюминиевого производства, обнаружены повышенные концентрации алюминия в моче относительно референтного уровня (у детей до 1,6 раза, у взрослых до 1,9 раза).

Сравнительный анализ результатов цитогенетических показателей выявил морфологические изменения в буккальных эпителиоцитах у взрослых и детей, что свидетельствует о мутагенном действии алюминия на ядерный аппарат клеток. У взрослых (матерей детей) выявлено повышение уровня цитогенетических повреждений ядерного аппарата, интенсивности пролиферации и деструкции ядра. У детей частота цитогенетических нарушений повышается с возрастом, что говорит о мутагенной активности алюминия с периодом накопления его в организме.

Практическое использование показателей цитогенетических нарушений у населения, подвергающихся экспозиции выбросов алюминиевого производства, позволит своевременно выявлять группы риска и принимать управленческие решения, направленные на повышение эффективности профилактики нарушений здоровья.

### Список литературы

1. Актуальные вопросы гигиены в алюминиевой промышленности России / О.Ф. Рослый, В.Б. Гурвич, Э.Г. Плотко, С.В. Кузьмин, А.А. Федорук, Н.А. Рослая, С.В. Ярушин, Д.В. Кузьмин // Медицина труда и промышленная экология. – М., 2012. – С. 8–12.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика / под ред. Н.Е. Бузикашвили и соавт. – М.: Практика, 1998. – 458 с.
3. Методика измерений массовых концентраций алюминия в биологических средах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: СТО М25–2016. – Пермь, 2016. – 21 с.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.

5. Сычева Л.П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке цитогенетического статуса человека // Медицинская генетика. – 2007. – Т 6, № 11. – С. 3–11.

6. Тиц Н.У. Клиническое руководство по лабораторным тестам / под ред. проф. Норберта У. Тица; перевод с англ. под ред. В.В. Меньшикова. – М.: ЮНИМЕД-пресс, 2003. – 960 с.

7. Micronuclei in neonates and children: effects of environmental, genetic, demographic and disease variables / N. Holland, A. Fucic, M.D. Franco [et al.] // Mutagenesis. – 2011. – № 26 (1). – P. 51–56.

8. Synzynys, B.I., Kharlamova O.V., Bulanova N.V. Aluminum Genotoxicity for Plant and Animals // Toxicology Letters. – 2003. – Vol. 144, Suppl. 1. – P. 126.

9. The HUMAN MicroNucleus project on exfoliated buccal cells (HUMN XL): the role of life-style, host factors, occupational exposures, health status, and assay protocol / S. Bonassi, E. Coskun, M. Ceppi [et al.] // Mutation Research/Reviews in Mutation Research. – 2011. – № 728 (3). – P. 88–97.

10. Tiirkez' H., Geykoglu F. The Anti-Genotoxic Effect of Taurine on Aluminum Sulphate -Induced DNA Damage in Human Peripheral Lymphocytes // Journal of Biology. – 2010. – № 69 (1). – P. 25–32.

11. Torres-Bugarin O., Zavala-Cerna M.G., Nava A. [et al.]. Potential uses, limitations, and basic procedures of micronuclei and nuclear abnormalities in buccal cells disease markers // Hindawi Publishing Corporation. – 2014. – № 1. – P. 1–13.

12. Toxicological profile for aluminum / U.S. Department Health and Human Services. Public Health Services Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – Atlanta, 1998. – 426 p.

## **Генетические маркеры и индикаторные показатели гомеостаза у детей стронциевой геохимической провинции**

**К.Г. Старкова, О.В. Долгих**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

При обследовании детского населения, проживающего в условиях избыточного содержания стронция в подземных водах, выявлено возрастание металла в крови в сочетании с повышением ионизированного  $Ca^{2+}$ , ассоциированные с полиморфностью гена MMR9 и нарушениями регуляции остеометаболизма в системе «RANKL/остеопротегерин» при повышении фактора некроза опухоли альфа и снижении содержания паратгормона, а также возрастанием сенсibilизации к стронцию по уровню IgG и снижением апоптотической активности через рецепторы запуска CD95, TNFR и транскрипционный фактор p53.

**Ключевые слова:** генетический полиморфизм, гомеостаз, иммунная регуляция, остеометаболизм, стронций.

Состояние здоровья населения отдельных геохимических провинций связано со спецификой макро- и микроэлементного окружения, определяющей особенности и направленность возникающих физиологических изменений и формирование патологических тенденций функционирования системы регуляции гомеостаза [7]. В условиях избыточного воздействия солей стабильного стронция наблюдаются, прежде всего, нарушения минерального обмена и патология костной системы, развивающиеся с участием иммунных и эндокринных механизмов, индикаторные показатели которых в сочетании с выявлением индивидуальной генетической вариабельности выступают адекватными маркерами заболеваемости населения [3, 4].

**Цель работы** – исследовать иммунные и эндокринные показатели регуляции гомеостаза и особенности генетического полиморфизма, ассоциированные с нарушениями остеометаболизма, у детского населения, проживающего в стронциевой геохимической провинции Пермского края.

**Материалы и методы.** Группу наблюдения составили 63 ребенка дошкольного возраста (Пермский край), проживающие на территории стронциевой геохимической провинции с превышением нормативов по содержанию стронция в подземных водах в 1,3 раза (ПДК = 7,0 мг/л). Группу сравнения составили дети, проживающие на территории с содержанием металла в воде на уровне 0,1 ПДК, удаленной от стронциевой провинции.

Уровни стронция в крови определяли на масс-спектрометре Agilent 7500<sub>сх</sub> (Agilent Technologies Inc., США) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Показатель ионизированного  $\text{Ca}^{2+}$  исследовали на анализаторе EasyLyte (Medica Corporation, США). Иммуноглобулины исследовали методом радиальной иммунодиффузии по Манчини. Специфические антитела к стронцию определяли на основе аллергосорбентного тестирования с ферментной меткой. Маркеры регуляции остеометаболизма – паратгормон, витамин D, остеопротегерин, лиганд рецептора активации ядерного фактора NF- $\kappa$ B (RANKL), фактор некроза опухоли альфа – исследовали иммуноферментным методом, используя коммерческие тест-системы (DIASource, Бельгия, Cloud-Clone Corp., США, Biomedica, Австрия, Вектор-Бест, Россия) на анализаторе Elx808 (BioTek, США). Уровни экспрессии маркеров апоптоза CD95, рецептора фактора некроза опухоли TNFR1, p53 Т-лимфоцитов оценивали с использованием соответствующих меченых моноклональных антител (Becton Dickinson, США, Vecman Coulter, США) на проточном цитометре FACSCalibur (Becton Dickinson, США), апоптоз лимфоцитов определяли с помощью окрашивания аннексином V-FITC (Annexin V-FITC) и 7-аминоактиномицином D (7-AAD) согласно протоколу фирмы-производителя (BC, США).

Результаты исследования обрабатывали с помощью программы Statistica 6.0 (StatSoft, США). Рассчитывали среднее арифметическое ( $M$ ) и ошибку среднего ( $m$ ). Использовали  $t$ -критерий Стьюдента для сравнения групп по количественным признакам. Достоверными считались различия при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Исследовали генетический полиморфизм методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на термоциклере CFX96 (Bio-Rad, США) с использованием наборов «SNP-скрин» («Синтол», Россия), ДНК выделяли сорбентным методом из мазков со слизистой оболочки ротоглотки. Данные обрабатывали в программе «Ген Эксперт», частоты генотипов рассчитывали по равновесию Харди – Вайнберга на основе диагностики однонуклеотидных полиморфизмов (SNP). Достоверность межгрупповых различий определяли по критерию  $\chi^2$  при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** По результатам химико-аналитического анализа выявлено, что содержание стронция в крови обследованной группы населения (табл. 1) выше в 1,7 раза референтных значений и в 3,8 раза показателей группы сравнения ( $p < 0,05$ ). В то же время наблюдалось достоверное повышение ионизированного  $\text{Ca}^{2+}$  у 83,3 % обследованных относительно референтного интервала ( $p < 0,05$ ).

Таблица 1

Маркеры регуляции гомеостаза у детей стронциевой геохимической провинции ( $M \pm m$ )

Показатель	Референтный интервал	Группа сравнения	Группа наблюдения
Стронций в крови, мг/дм <sup>3</sup>	0,01–0,077	0,034 ± 0,0049	0,130 ± 0,0015*/**
Ионизированный $\text{Ca}^{2+}$ , ммоль/дм <sup>3</sup>	1,03–1,1	1,139 ± 0,009	1,131 ± 0,009*
Витамин D, нг/см <sup>3</sup>	30–100	32,113 ± 6,689	30,162 ± 3,215
Паратгормон, пг/см <sup>3</sup>	16–46	71,2 ± 31,249	39,375 ± 10,884**
RANKL, пг/см <sup>3</sup>	5,5–11,5	15,18 ± 5,21	18,731 ± 5,174*
Остеопротегерин, пг/см <sup>3</sup>	40,5–67,5	112,64 ± 14,328	79,65 ± 25,693**
Фактор некроза опухоли альфа, пг/см <sup>3</sup>	0–6	0,78 ± 0,186	2,57 ± 0,344**
IgG, г/см <sup>3</sup>	9,56–10	9,023 ± 0,633	9,129 ± 0,544
IgM, г/см <sup>3</sup>	1,2–1,4	1,236 ± 0,102	1,214 ± 0,064
IgA, г/см <sup>3</sup>	1,22–1,44	1,397 ± 0,132	1,185 ± 0,064**
IgG к стронцию, усл. ед.	0–0,1	0,103 ± 0,068	0,134 ± 0,056*
Annexin V-FITC+7AAD <sup>-</sup> , %	1,5–2,5	1,966 ± 0,593	1,743 ± 0,278
CD95 <sup>+</sup> , %	15–25	16,0 ± 4,593	13,433 ± 1,47*
TNFR1, %	1,0–1,5	0,81 ± 0,221	0,335 ± 0,154*/**
p53, %	1,2–1,8	1,424 ± 0,748	0,503 ± 0,113*/**

Примечание: \* – достоверное различие с референтными значениями; \*\* – достоверное различие между группой сравнения и группой наблюдения ( $p < 0,05$ ).

Одновременно показано снижение регуляторного показателя остеометаболизма паратгормона в 1,8 раза относительно группы сравнения, уровень витамина D снижался относительно референтного интервала у 54,8 % обследованных, различия достоверны по кратностям превышения нормы ( $p < 0,05$ ). Концентрация RANKL была повышена по сравнению с референтными значениями у 60,0 % группы наблюдения, при этом продукция остеопротегерина достоверно снижалась относительно группы сравнения в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ). Соотношение показателей RANKL/остеопротегерин было повышено в 2,5 раза относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ). Содержание цитокина фактора некроза опухоли альфа также возрастало в 3,3 раза относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

Содержание сывороточных иммуноглобулинов IgG и IgM снижалось у 63,5 и 60,3 % соответственно по сравнению с физиологической нормой, различия достоверны по кратностям превышения нормы ( $p < 0,05$ ). Уровень IgA уменьшался в 1,2 раза относительно показателей сравнения ( $p < 0,05$ ). При этом отмечено повышение специфической сенсибилизации у 36,2 % детей группы наблюдения по критерию IgG к стронцию ( $p < 0,05$ ), также превышающей уровни в группе сравнения в 1,3 раза, хотя достоверных различий выявить не удалось.

Выявлено уменьшение экспрессии маркеров регуляции апоптоза по сравнению с референтными значениями по относительному уровню CD95<sup>+</sup>-лимфоцитов и TNFR1<sup>+</sup>-клеток у 73,3 и 96,6 % обследованных соответственно, достоверное для

TNFR1<sup>+</sup>-клеток и относительно группы сравнения в 2,4 раза ( $p < 0,05$ ). Уровни регуляторного белка p53 также снижались относительно референтных показателей и группы сравнения в 2,8 раза ( $p < 0,05$ ). Показатели апоптоза у детей обследованной группы по уровню AnnexinV-FITC<sup>+</sup>7AAD<sup>-</sup>-клеток достоверно не отличались от группы сравнения, однако были снижены в 44,8 % проб относительно референтного интервала, различия достоверны по кратностям превышения нормы ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

По результатам генетического анализа показано достоверное изменение по распределению генотипов полиморфизма MMP9 (rs17576) у обследованных детей (табл. 2) с появлением вариантного гомозиготного генотипа с частотой 12,5 % в группе наблюдения и возрастанием распространенности мутантного аллеля G в 2,6 раза ( $p < 0,05$ ). В то же время достоверных отличий по уровню встречаемости минорных генотипов и аллелей по гену TNFA (rs1800629) выявлено не было.

Таблица 2

Особенности генетического полиморфизма у населения стронциевой геохимической провинции

Ген (полиморфизм)	Генотип, аллель	Группа сравнения, %	Группа наблюдения, %	$\chi^2$	$p$
MMP9 (rs17576)	AA	72	37,5	8,53	0,004
	AG	28	50		
	GG	0	12,5		
	A	85,4	62,5		
	G	14,6	37,5		
TNFA (rs1800629)	GG	81,8	70,3	0,10	0,75
	GA	9,1	28,1		
	AA	9,1	1,6		
	G	86,4	84,4		
	A	13,6	15,6		

Особенности влияния стронция в организме связаны, прежде всего, с его физико-химическими свойствами и способностью замещать ионы Ca<sup>2+</sup> при взаимодействии с минеральным компонентом кости. В условиях длительной избыточной экспозиции населения стронциевых геохимических провинций развиваются негативные тенденции, связанные с замещением ионов Ca<sup>2+</sup> в костной ткани и повышением его уровня в крови и приводящие к перестройкам в системе регуляции остеометаболизма с активизацией процессов костной резорбции и нарушениями клеточного гомеостаза, которые в сочетании с полиморфностью гена MMP9 определяют патологическую направленность изменений состояния здоровья населения [1, 2, 5, 6].

**Выводы.** Таким образом, у детского населения стронциевой геохимической провинции, проживающего в условиях избыточного воздействия металла, показано достоверное повышение уровня стронция и ионизированного Ca<sup>2+</sup> в крови в сочетании с нарушением регуляции остеометаболизма при снижении содержания паратгормона, дисбалансе цитокиновых маркеров RANKL/остеопротегерин и повышении фактора некроза опухоли альфа, а также с возрастанием уровня сенсibilизации к стронцию и снижением апоптотической активности. Выявленные изменения развивались на фоне негативной генетической вариабельности по гену MMP9, отвечающего за экспрессию белков, регулирующих связывание кальция и гидроксипатитов внеклеточного матрикса, что служит дополнительным фактором риска при нарушении стронциево-кальциевого взаимодействия и указывает на формирование патологических тенденций состояния здоровья.

### Список литературы

1. Ахполова В.О., Брин В.Б. Обмен кальция и его гормональная регуляция // Журнал фундаментальной медицины и биологии. – 2017. – № 2. – С. 38–46.
2. Воропаева А.А., Фаламеева О.В., Садовой М.А. Регуляция ремоделирования костной ткани матриксными металлопротеазами // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 11. – С. 45–49.
3. Зайцева Н.В., Долгих О.В., Дианова Д.Г. Особенности иммунологических и генетических нарушений человека в условиях дестабилизации среды обитания. – Пермь, 2016. – 300 с.
4. Технологии иммуногенетических исследований для оценки воздействия внешнесредовых факторов на здоровье населения / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, К.Г. Старкова, О.А. Бубнова, Е.А. Отавина, И.Н. Аликина [и др.] // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2016. – № 4. – С. 368–373.
5. Cytokine-mediated bone resorption / M. Nakamura, S. Uehara, H. Nakamura, N. Udagawa // Clin. Calcium. – 2014. – Vol. 24 (6). – P. 837–844.
6. Strontium and strontium ranelate: Historical review of some of their functions / M. Pilmane, K. Salma-Ancane, D. Loca, J. Locs, L. Berzina-Cimdina // Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. – 2017. – Vol. 78. – P. 1222–1230.
7. Zaitseva N.V., Dianova D.G., Dolgykh O.V. Effects of cellular immunity in conditions of surplus supply of strontium with consumed water // European journal of natural history. – 2014. – № 1. – P. 7–8.

## **Совершенствование методических приемов мониторинга высокотоксичных азотсодержащих органических соединений в биологических средах населения, проживающего в условиях комплексного техногенного воздействия промышленно развитых регионов**

**Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Г.И. Терентьев,  
Н.А. Попова, О.А. Мальцева**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Приведены результаты экспериментальных исследований по разработке методик определения летучих N-нитрозоаминов в биологических средах (кровь, моча). В процессе исследований выбран и обоснован метод анализа – капиллярная газовая хроматография, изучены и отработаны оптимальные параметры газохроматографического разделения изучаемых соединений с сопутствующими углеводородами биологической матрицы, пробоподготовки и количественного определения.

Разработанные газохроматографические методики позволяют определять N-нитрозоамины в крови и в моче в присутствии других органических соединений этого класса в диапазонах концентраций 0,002–0,1 мкг/см<sup>3</sup> для крови и 0,0095–0,6 мкг/см<sup>3</sup> для мочи с погрешностью определения 23 %.

С помощью разработанных методик выполнены скрининговые исследования на содержание N-нитрозоаминов в биологических средах детского населения, проживающего в условиях экспозиции нитратами (территория наблюдения) и на территории относительно санитарно-эпидемиологического благополучия (территория сравнения). Сравнительный анализ содержания N-нитрозоаминов показал превышение концентрации в крови детей группы наблюдения относительно группы сравнения по N-нитрозодиметиламину в 3,6 раза, по N-нитрозодиэтиламину в 3,9 раза ( $p = 0,05$ ).

На основании анализа системных зависимостей клинико-лабораторных показателей крови от уровня содержания N-нитрозодиметиламина в крови обоснованы маркеры ответной реакции организма детей группы наблюдения, которые в 1,8 раза превышают аналогичные показатели в крови детей группы сравнения. Неблагоприятные эффекты выражаются в изменении показателей гидроперекиси липидов, глутатионпероксидазы, глутатион-S-трансферазы, витамина В<sub>12</sub>, АСАТ, щелочной фосфатазы, билирубина. Развиваются эффекты, отражающие повреждение клеток и функциональной активности печени в результате активизации окислительных реакций, и, как следствие, развивается супрессия клеточного иммунитета IgG специфического к N-нитрозодиметиламину в сыворотке крови.

**Ключевые слова:** N-нитрозоамины, нитраты, биологические среды (кровь, моча), питьевая вода, газовая хроматография, клинико-лабораторные показатели.

Здоровье населения формируется под влиянием совокупности различных факторов, основными из которых являются социально-экономические условия жизни, медико-биологические факторы и загрязнение окружающей среды.

В условиях сложной социально-экономической и экологической ситуации в крупных городах и промышленных центрах РФ актуальным становится решение комплекса экологических, химико-аналитических и медицинских задач, связанных с оценкой влияния химических токсикантов из разных источников на здоровье населения [6, 7].

Пермский край относится к территориям риска по уровню химической и биологической нагрузки на население. Уровень загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов Пермского края во многом зависит от деятельности промышленных предприятий. Стремительный рост потребности в энергетических ресурсах в конце XX – начале XXI в. привел к значительному увеличению нефте- и газодобычи и, соответственно, к увеличению потока загрязняющих окружающую среду веществ [8].

На здоровье населения влияет и качество питьевой воды. Известно, что загрязненная питьевая вода вызывает 70–80 % всех имеющихся заболеваний, которые на 30 % сокращают продолжительность жизни человека. По данным ВОЗ по этой причине заболевает более 2 млрд человек на Земле, из которых 3,5 млн умирает (90 % из них составляют дети младше 5 лет) [9].

Одной из основных проблем качества питьевой воды городов Пермского края является тенденция к увеличению содержания нитратов в водных объектах, используемых в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Увеличение содержания химических веществ с высокой токсичностью, накопление в окружающей среде опасных химически стойких соединений, разработка и внедрение в производство принципиально новых классов химических веществ

с недостаточно изученным воздействием на здоровье человека и окружающую среду способствует риску поступления и накопления этих соединений в организме человека. Следствием этого является формирование экологически обусловленной патологии и выраженного ухудшения здоровья населения [3]. Перед экологами и химиками-аналитиками стоит задача обеспечения мониторинга почв, вод, атмосферы, с одной стороны, и анализа химических токсикантов биологических субстратов человека – с другой.

В связи с этим решение современных гигиенических проблем требует дальнейшего развития методического и критериального обеспечения системы биологического мониторинга с учетом выявления и определения приоритетных загрязнителей и маркерных веществ в объектах окружающей среды и биосредах населения; формирования интегральных оценок состояния среды и здоровья населения, основанных на показателях риска поступления высокотоксичных веществ в организм человека в условиях комплексной техногенной нагрузки промышленно развитых городов.

Вышеизложенное указывает на актуальность исследований, адекватность **цели**, направленной на совершенствование методических приемов мониторинга потенциально опасных, высокотоксичных, азотсодержащих органических соединений в биосредах населения, проживающего в условиях комплексного техногенного воздействия промышленно развитых регионов, на примере Пермского края.

Для решения вопросов о неблагоприятном воздействии и оценке рисков здоровью населения разработаны газохроматографические и хромато-масс-спектрометрические высокочувствительные и селективные методики определения азотсодержащих органических соединений в биологических средах (кровь, моча) человека.

**Материалы и методы.** Для разработки методик определения N-нитрозоаминов в биологических средах (кровь, моча) использовали метод капиллярной газовой хроматографии. Исследования выполнены на газовом хроматографе «Кристалл-5000» (Россия) с использованием специфического к N-нитрозаминам термостойкого детектора и аналитической колонки серии DB-624–30m × 0,32mm × 1,8µm.

На этапе пробоподготовки при разработке методики определения N-нитрозоаминов в крови использовали метод дистилляции с перегретым водяным паром и автоматизированную многоканальную систему твердофазной экстракции (ТФЭ) Separths (Италия).

Метрологическая аттестация методик выполнена в соответствии с нормативными документами (МИ 2336-2002) [2]. Внутренний контроль качества (ВКК) результатов измерений – повторяемость, внутрилабораторная прецизионность (воспроизводимость), точность – осуществляли в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002 [1].

Региональные фоновые уровни содержания нитратов и N-нитрозоаминов в биологических средах обоснованы при проведении химико-аналитических и клинико-лабораторных исследований крови и мочи детей, проживающих на условно чистых (контрольных) территориях (Карагайский и Осинский районы,  $n = 212$ ). Для оценки достоверности различий полученных результатов использовали *t*-критерий Стьюдента (сравнение показателей исследуемых выборок по абсолютным значениям признака) и *Z*-тест Фишера (сравнение показателей исследуемых выборок по долям признака). Различия являлись статистически значимыми при  $p \leq 0,05$  (С. Гланц, 1998).

**Результаты и их обсуждение.** Современные гигиенические исследования во всем мире базируются на системе биологического мониторинга, который мировым сообществом признан как «золотой стандарт» доказательной базы. Исследования,



выполняемые в рамках биомониторинга, позволяют выявлять и определять приоритетные загрязнители и маркерные вещества в объектах окружающей среды и биологических средах населения.

В результате многолетних наблюдений в ряде районов Пермского края установлено превышение гигиенических нормативов по содержанию нитратов от 1,1 до 3,4 ПДК в пробах питьевой воды централизованной системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Нитраты в питьевой воде представляют собой генетический риск, так как при определенных условиях в организме они способны трансформироваться во вторичные N-нитрозоамины, обладающие высокой степенью мутагенной активности. Для установления связи между содержанием нитратов в питьевой воде и N-нитрозоаминов в биосредах (кровь, моча) детей, проживающих в условиях повышенного содержания нитратов в питьевой воде, разработаны газохроматографические методики [4, 5].

При разработке методик определения летучих N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин – N-ДМА и N-нитрозодиэтиламин – N-ДЭА) в биологических средах достигнута высокая селективность и чувствительность путем подбора оптимальных условий пробоподготовки и газохроматографических параметров.

Разработанные газохроматографические методики позволяют определять N-нитрозоамины в крови и в моче в присутствии других органических соединений этого класса в диапазоне концентраций 0,002–0,1 мкг/см<sup>3</sup> для крови и для мочи 0,0095–0,6 мкг/см<sup>3</sup> с погрешностью определения 23 %.

Выполненная метрологическая оценка метода определения N-нитрозоаминов в крови и моче позволила установить показатели качества результатов количественного химического анализа: точности, повторяемости и воспроизводимости, которые представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Диапазон измерений, значения показателей точности, повторяемости, воспроизводимости определения N-нитрозоаминов (N-НДМА, N-НДЭА) в крови и моче

Вещество	Диапазон измерений, мг/дм <sup>3</sup>	Показатель повторяемости $\sigma_r$ , %	Показатель воспроизводимости $\sigma_R$ , %	Показатель точности $\pm \delta$ , %
<i>Кровь</i>				
N-НДМА	0,002–0,1	4,98	5,18	14,82
N-НДЭА	0,002–0,1	1,73	2,63	19,97
<i>Моча</i>				
N-НДМА	0,0095–0,6	1,70	1,71	23,54
N-НДЭА	0,0095–0,6	3,80	10,0	25,0

Для системы медико-биологического мониторинга научно обоснованы и установлены региональные фоновые уровни содержания N-нитрозоаминов в крови (табл. 2).

С помощью разработанных методик выполнены скрининговые исследования на содержание N-нитрозоаминов в биологических средах детского населения, проживающего в условиях экспозиции нитратами (территория наблюдения) и на территории относительного санитарно-эпидемиологического благополучия (территория сравнения). Содержание нитратов в питьевой воде на территории наблюдения превышало в 4,7 раза и N-нитрозодиметиламина в 2,5 раза относительно питьевой

воды территории сравнения. Среднее содержание исследуемых соединений в биологических средах детей представлено в табл. 3 и на рис. 1 и 2.

Таблица 2

Региональные фоновые уровни содержания N-нитрозоаминов (N-НДМА и N-НДЭА) в биологических средах детей Пермского края

Наименование токсиканта (биосреда)	n	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>		
		M <sub>ср</sub>	M <sub>н</sub>	M <sub>в</sub>
N-нитрозодиметиламин (кровь)	62	0,00025 ± 0,00008	0,00017	0,00033
N-нитрозодиэтиламин (кровь)	54	0,00145 ± 0,0008	0,00066	0,00224

Таблица 3

Результаты исследований содержания N-нитрозоаминов в образцах крови и моче детей группы наблюдения и группы сравнения (мг/дм<sup>3</sup>)

Показатель	Группа наблюдения (n = 67)	Группа сравнения (n = 64)
N-нитрозодиметиламин (кровь)	0,0036 ± 0,0002	0,0011 ± 0,0006
N-нитрозодиэтиламин (кровь)	0,004 ± 0,00227	0,00082 ± 0,00053
N-нитрозодиметиламин (моча)	0,0045 ± 0,0014	0,003 ± 0,0009
N-нитрозодиэтиламин (моча)	0,00042 ± 0,00011	0,00018 ± 0,00007

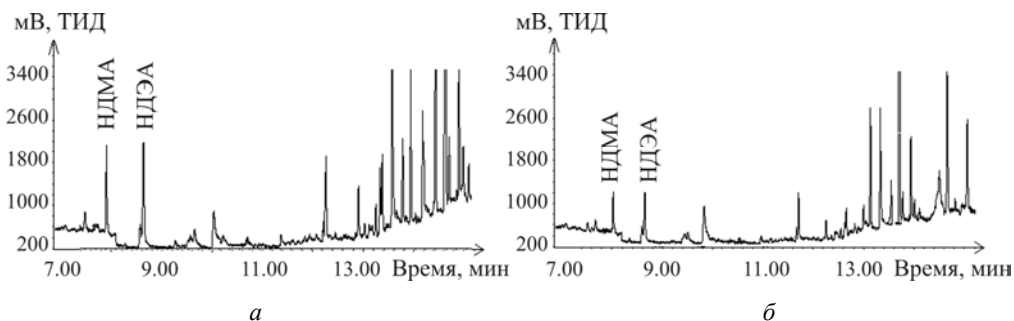


Рис. 1. Хроматограммы N-нитрозоаминов, обнаруженных в пробах крови детей: территории наблюдения (а):  $C_{N-DMMA} = 0,001$  мг/дм<sup>3</sup>,  $C_{N-DEA} = 0,0164$  мг/дм<sup>3</sup>; территории сравнения (б):  $C_{N-DMMA} = 0,0005$  мг/дм<sup>3</sup>,  $C_{N-DEA} = 0,0072$  мг/дм<sup>3</sup>.

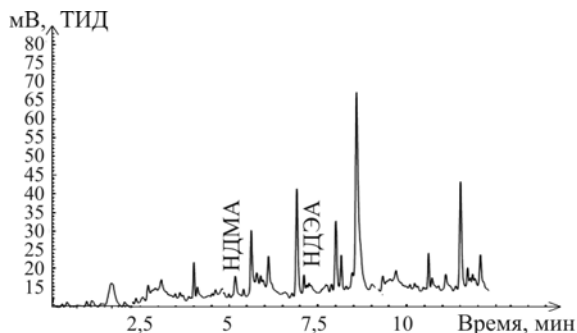


Рис. 2. Хроматограмма образца мочи пациента группы обследования  $C_{N-DMMA} = 0,0036$  мг/дм<sup>3</sup> и  $C_{N-DEA} = 0,001$  мг/дм<sup>3</sup>

Сравнительный анализ содержания N-нитрозоаминов показал превышение концентрации в крови детей группы наблюдения относительно таковой в группе сравнения по N-нитрозодиметиламину в 3,6 раза, по N-нитрозодиэтиламину в 3,9 раза ( $p = 0,05$ ).

Проведенные химико-аналитические исследования показали, что средние концентрации N-нитрозоаминов в образцах мочи детей, проживающих в зоне экспозиции, достоверно выше ( $p \leq 0,05$ ), чем у детей группы сравнения, в 6,9 раза для N-НДМА и в 2,3 раза для N-НДЭА.

На основании анализа системных зависимостей клинико-лабораторных показателей крови от уровня N-нитрозодиметиламина в крови обоснованы маркеры ответной реакции организма детей группы наблюдения, которые в 1,8 раза превышают аналогичные показатели в крови группы сравнения. Неблагоприятные эффекты выражаются в изменениях показателей гидроперекиси липидов, глутатионпероксидазы, глутатион-S-трансферазы, витамина B<sub>12</sub>, АСАТ, щелочной фосфатазы, билирубина. В результате активизации окислительных реакций развиваются эффекты, отражающие повреждение клеток и функциональной активности печени, и, как следствие, развивается супрессия клеточного иммунитета IgG, специфического к N-нитрозодиметиламину, в сыворотке крови.

**Выводы.** Таким образом, при проведении контрольно-надзорных мероприятий, лабораторных исследований качества питьевой воды в рамках социально-гигиенического мониторинга рекомендуется контролировать содержание N-нитрозодиметиламина в питьевой воде с целью улучшения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Для задач биомониторинга, для установления экспозиции нитратами и N-нитрозодиметиламина и оценки опасности для здоровья населения рекомендуется проводить определение индикатора экспозиции – содержания N-нитрозодиметиламина в крови с использованием разработанной методики выполнения измерений массовых концентраций N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) методом капиллярной газовой хроматографии.

### Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).
2. МИ 2335-2003. ГСОЕИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).
3. МУ 2.1.10.3165-14. Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).
4. МУК 4.1.3231-14. Измерение массовых концентраций N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) в моче методом капиллярной газовой хроматографии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).
5. МУК 4.1.3479–17. Измерение массовых концентраций N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) в крови методом капиллярной га-

зовой хроматографии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).

6. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).

7. Об охране окружающей среды: Федеральный закон Российской Федерации № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.03.2019).

8. Скальный А.В., Быков А.Т., Яцык Г.В. Микроэлементы и здоровье детей. – М., 2002. – 134 с.

9. Совместное издание программы ООН по окружающей среде и Всемирной организацией здравоохранения / Всемирная организация здравоохранения. – М., 1981.

## **Индикаторные показатели иммунной регуляции у детей школьного возраста, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции алюминием**

**Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, М.А. Гусельников**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Проведен анализ особенностей иммунорегуляторных показателей детского населения школьного возраста, проживающего в зоне аэрогенного загрязнения алюминием. По результатам иммунологических исследований состояния здоровья детского населения школьного возраста выявлено наличие патологических изменений со стороны иммунной системы, которые проявляются в снижении фагоцитарной активности клеток, дефиците основных классов иммуноглобулинов, активации Т-клеточных рецепторов CD 127<sup>+</sup>, повышении содержания рецептора клеточной смерти CD95<sup>+</sup> и понижении содержания киллерных клеток CD16<sup>+</sup> ( $p < 0,05$ ). Наблюдается гиперпродукция специфического IgG к алюминию ( $p < 0,05$ ). Установлен дефицит содержания серотонина и повышенная экспрессия карциноэмбрионального антигена ( $p < 0,05$ ). Таким образом, в условиях экспозиции алюминием наблюдается дисбаланс индикаторных показателей иммунного гомеостаза и нервной регуляции.

**Ключевые слова:** алюминий, детское население, иммунная регуляция, фагоцитарная активность клеток, сенсibilизация, CD-иммунограмма.

Как наиболее распространенный в земной коре металл, алюминий активно влияет на процессы жизнедеятельности организмов различного уровня [4]. Несмотря на отношение к косным компонентам биогeoценоза алюминий считается токсичным элементом [7]. Органами-мишенями при избыточных концентрациях алюминия в организме являются почки, центральная нервная система, кости, легкие,

костный мозг, яичники, матка и молочные железы [5]. Избыток алюминия и его соединений вызывает повышенную возбудимость, нарушения моторных реакций, головные боли [3]. Высокая способность алюминия образовывать комплексные соединения обуславливает его роль в снижении активности многих ферментов и их систем [8]. Особенно склонны к негативному воздействию алюминия дети [6]. В структуре заболеваемости детей зоны аэрогенного воздействия алюминия преобладают аллергические и иммунологические заболевания [2]. Гиперактивность, повышенная возбудимость, агрессивность подростков, нарушения памяти и трудности в учебе могут быть результатом даже небольшого повышения концентрации ионов алюминия в организме [3].

**Цель работы** – оценка особенностей индикаторных показателей иммунной регуляции у детей школьного возраста, проживающих в условиях внешнесредового аэрогенного воздействия алюминия.

**Материалы и методы.** Было выполнено химико-аналитическое и иммунологическое диагностическое обследование 111 детей в возрасте от 7 до 11 лет, постоянно проживающих в зоне аэрогенной экспозиции алюминием. Группу контроля составили 25 детей (7–11 лет), которые проживают на «условно чистой» территории.

Проведено химико-аналитическое исследование на содержание алюминия в биосредах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500сх (Agilent Technologies Inc., США) в соответствии с МУК 4.1.3230–14 «Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой» [1].

Определение в сыворотке крови иммуноглобулинов классов G, A, M проводили при помощи реакции радиальной иммунодиффузии (по Манчини). Метод основан на специфическом связывании антитела с антигеном.

Исследование фагоцитарной активности клеток проводили с использованием в качестве объектов фагоцитоза формализированных эритроцитов барана.

Изменение содержания специфического к алюминию иммуноглобулина класса G (IgG) определяли в аллергосорбентном тесте с ферментной меткой.

Определение содержания карциноэмбрионального антигена (КАЭ) и серотонина осуществляли методом иммуноферментного анализа.

Фенотипирование лимфоцитов проводили на проточном цитометре FACS Calibur фирмы Becton Dickinson с использованием универсальной программы CellQuest.PrO с помощью компьютера Macintosh. Определение популяций и субпопуляций лимфоцитов ( $CD16^+$ ,  $CD95^+$ ,  $CD127^-$ ) проводили методом мембранной иммуофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител к мембранным CD-рецепторам (Becton Dickinson, USA), при этом регистрировали суммарно не менее 10 000 событий.

Статистический анализ данных осуществляли с использованием программы Microsoft® Office Excel 2003 и пакета прикладных программ Statistica 6.0. (StatSoft, USA). Достоверность различий определяли по *t*-критерию Стьюдента, оценку зависимостей между признаками с помощью корреляционно-регрессионного анализа, критерия Фишера и коэффициента детерминации ( $R^2$ ). Качественные данные представлены в виде абсолютных или относительных (%) частот, количественные признаки представлены как  $M \pm m$  (среднее арифметическое  $\pm$  ошибка среднего). Достоверность отличий между группами считали значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Химико-аналитический анализ биосред показал, что у наблюдаемой группы детей достоверно повышено содержание алюминия в крови по отношению к группе сравнения более чем в 2 раза ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Сравнительная оценка содержания алюминия в биосредах

Показатель	Референтный уровень	Группа наблюдения ( $n = 111$ ), $M \pm m$	Группа сравнения ( $n = 25$ ), $M \pm m$
Алюминий [кровь], мг/дм <sup>3</sup>	< 0,005–0,192	0,037 ± 0,013*/**	0,017 ± 0,0057

Пр и м е ч а н и е : \* – разница достоверна относительно референтного интервала ( $p < 0,05$ ); \*\* – разница достоверна относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

Клинико-лабораторные исследования состояния здоровья детского населения школьного возраста подтверждают наличие патологических изменений со стороны иммунной системы (табл. 2). Сравнительный анализ с показателями физиологической нормы и группы сравнения выявил, что в группе наблюдения прослеживаются достоверные изменения врожденного клеточного иммунитета – достоверное снижение фагоцитарного индекса по отношению к группе сравнения в 1,1 раза ( $p < 0,05$ ). Также отмечается понижение показателей абсолютного фагоцитоза и фагоцитарного числа относительно возрастной нормы у 17,6 и 85,2 % детей соответственно ( $p < 0,05$ ).

При помощи методического приема оценки отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволило установить достоверное снижение относительного фагоцитоза, фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса при увеличении концентрации алюминия, в крови ( $R^2 = 0,09–0,97$  при  $p < 0,05$ ) и моче ( $R^2 = 0,66–0,81$  при  $p < 0,05$ ).

Установлены разнонаправленные изменения содержания сывороточных иммуноглобулинов классов G, A и M относительно группы сравнения с существенным снижением всех анализируемых антител в 1,5; 1,2 и 1,3 раза соответственно. При этом наибольший дефицит наблюдается по показателю IgG (снижен у 97,3 % детей) ( $p < 0,05$ ).

Сравнительный анализ показателей CD-иммунограммы относительно нормы установил достоверное повышение содержания относительных T-регуляторных лимфоцитов CD127<sup>-</sup>, отвечающих за супрессию иммунного ответа, у 80 % детей группы наблюдения ( $p < 0,05$ ), достоверное увеличение относительного содержания активационного маркера CD95<sup>+</sup> у 50 % детей наблюдаемой группы, а также достоверное снижение киллерных клеток CD16<sup>+</sup>56<sup>+</sup>-лимфоцитов.

При этом в группе наблюдения прослеживается достоверный рост активационного маркера CD95<sup>+</sup> у 60 % детей и снижение абсолютных и относительных киллерных клеток CD16<sup>+</sup>56<sup>+</sup> (у 66,7 и 57,1 % детей соответственно) относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

Использование методического приема оценки отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволило установить достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение  $\alpha$ х, p53, CD95<sup>+</sup>, CD25<sup>+</sup>, Vcl-2, TNFR, CD127<sup>-</sup> при увеличении концентрации алюминия в моче ( $R^2 = 0,22–0,41$  при  $p < 0,05$ ).

Зафиксирован повышенный относительно нормы уровень КЭА в сыворотке крови у 9,2 % детей группы наблюдения ( $p < 0,05$ ). При этом показан достоверный рост уровня КЭА относительно группы сравнения более чем в 1,5 раза ( $p < 0,05$ ).

Анализ отношения шансов изменения онкомаркеров при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволил установить достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение концентрации КЭА при увеличении концентрации алюминия в моче ( $R^2 = 0,22-0,62$  при  $p < 0,05$ ).

Т а б л и ц а 2

Иммунологические показатели детей школьного возраста, экспонированных алюминием

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения ( $n = 111$ ), $M \pm m$	Группа сравнения ( $n = 25$ ), $M \pm m$
Абсолютный фагоцитоз, $10^9/\text{дм}^3$	0,964–2,988	$1,249 \pm 0,058^*$	$1,401 \pm 0,306$
Фагоцитарное число, усл. ед.	0,8–1,2	$0,639 \pm 0,027^*$	$0,79 \pm 0,16$
Фагоцитарный индекс, усл. ед.	$1,985 \pm 0,089$	$1,787 \pm 0,053^{**}$	$1,961 \pm 0,153$
IgG, г/дм <sup>3</sup>	10–18	$10,331 \pm 0,318^{**}$	$15,281 \pm 1,049$
IgA, г/дм <sup>3</sup>	1,1–3,0	$1,484 \pm 0,082^{**}$	$1,793 \pm 0,223$
IgM, г/дм <sup>3</sup>	1,1–2,5	$1,383 \pm 0,054^{**}$	$1,803 \pm 0,282$
CD127-лимфоциты, отн., %	0,8–1,2	$2,992 \pm 1,419^*$	$1,747 \pm 0,661$
CD16 <sup>+</sup> 56 <sup>+</sup> -лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	0,09–0,59	$0,15 \pm 0,057^{**}$	$0,288 \pm 0,097$
CD16 <sup>+</sup> 56 <sup>+</sup> -лимфоциты, отн., %	5–27	$6,619 \pm 2,142^{**}$	$11,417 \pm 3,69$
CD3 <sup>+</sup> CD95 <sup>+</sup> -лимфоциты, отн., %	39–49	$29,1 \pm 9,88^{**}$	$15,667 \pm 4,711$
КЭА, нг/см <sup>3</sup>	0–2,9	$1,507 \pm 0,2^{**}$	$0,971 \pm 0,256$

П р и м е ч а н и е : \* – разница достоверна относительно референтного интервала ( $p < 0,05$ ); \*\* – разница достоверна относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

Установлен достоверно повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень специфической сенсибилизации организма к алюминию по критерию IgG (более чем в 2 раза). Также наблюдается повышение специфического IgG к алюминию у 50,9 % детей по отношению к группе сравнения ( $p < 0,05$ ) (табл. 3).

Анализ отношения шансов изменения показателей гуморального иммунитета при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволил установить достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение концентрации IgG специфического к алюминию при увеличении концентрации алюминия в крови ( $R^2 = 0,57$  при  $p < 0,05$ ).

Т а б л и ц а 3

Особенности специфической сенсибилизации у взрослого населения в условиях аэрогенного воздействия алюминия

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения ( $n = 111$ ), $M \pm m$	Группа сравнения ( $n = 25$ ), $M \pm m$
IgG <sub>спец.</sub> к алюминию, усл. ед.	0–0,1	$0,212 \pm 0,034^{**}$	$0,114 \pm 0,047$

П р и м е ч а н и е : \* – разница достоверна относительно референтного интервала ( $p < 0,05$ ); \*\* – разница достоверна относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

Подтверждено достоверное снижение содержания медиатора серотонинергической регуляции у 45 % детей наблюдаемой группы относительно референтного

уровня. Такая же тенденция прослеживается и при сравнении группы наблюдения с контрольной группой: уровень серотонина в наблюдаемой группе достоверно ( $p > 0,05$ ) снижен более чем в 3 раза (табл. 4).

Таблица 4

Особенности показателя нейроэндокринной системы у детей школьного возраста, экспонированных алюминием

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения ( $n = 111$ ), $M \pm m$	Группа сравнения ( $n = 25$ ), $M \pm m$
Серотонин, нг/см <sup>3</sup>	80–450	68,986 ± 18,265*/**	216,8 ± 34,643

Примечание: \* – разница достоверна относительно референтного интервала ( $p < 0,05$ ); \*\* – разница достоверна относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

Оценка отношения шансов изменения теста при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволила установить достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение содержания кортизола, ТТГ и пепсиногенов при увеличении содержания алюминия в моче ( $R^2 = 0,46–0,97$  при  $p < 0,05$ ).

**Выводы.** Таким образом, у детей школьного возраста, проживающих в зоне аэрогенного загрязнения алюминием, были выявлены: нарушения клеточного звена иммунитета, выражающиеся в снижении фагоцитарной активности клеток по критерию абсолютного фагоцитоза, фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса, дефицит общих иммуноглобулинов основных классов, снижение содержания медиатора серотонинергической регуляции, повышение уровня КЭА, а также активация супрессорных Т-клеточных рецепторов CD127<sup>-</sup>, повышение содержания рецептора клеточной смерти CD95<sup>+</sup>, дефицит содержания киллерных клеток CD16<sup>+</sup> на фоне специфической сенсibilизации организма к алюминию, что характеризует иммунонейтропность анализируемого вещества.

### Список литературы

1. МУК 4.1.3230–14. Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/495856222> (дата обращения: 03.04.2019).
2. Характеристика регуляторных систем у детей при воздействии химических факторов среды обитания / Д.В. Ланин, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 23–26.
3. Сборник научных трудов ФНЦ им. Ф.Ф. Эрисмана / Л.И. Привалова, О.Л. Малых, Б.А. Кацнельсон [и др.]. – М., 2001. – № 1. – С. 488.
4. Рыжикова И.А., Соколов В.Г. Проблема токсичности алюминия для биологических систем // Актуальные проблемы экологии Ярославской области: материалы 2-й Науч.-тех. конф. – Ярославль. – 2003. – С. 174.
5. Bantan T., Milacic R., Mitrovac B., Pihlar B. Investigation of low molecular weight Al complexes in human serum by fast protein liquid chromatography (FPLC)-ETAAS and electrospray (ES)-MS-MS techniques // J. Anal. At. Spectrom. – 1999. – № 14. – P. 1743–1748.
6. Gibert-Barnes E. Arch. Pediatr Adolesc Med. – 1998. – Vol. 152. – P. 511.



7. Public Health Services Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, 1998. – 143 p.

8. Staurnes M., Sigholt T., Reite O.B. Reduced Carbonic Anhydrase and Na, K-ATPase Activity in Gills of Salmonids Exposed to Aluminum-Containing Acid Water // *Experientia*. – 1984. – № 40. – P. 226–227.

## Особенности иммунологического статуса детского населения в условиях негативного воздействия шумового фактора

Ю.А. Челакова<sup>1</sup>, О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, Н.А. Вдовина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,

г. Пермь, Россия

Проведен анализ особенностей иммунорегуляторных показателей детского населения дошкольного возраста, посещающего детское учреждение, расположенное в зоне влияния автотранспортного шума. По результатам иммунологических исследований состояния здоровья детского населения дошкольного возраста выявлено наличие функциональных нарушений со стороны иммунной системы, которые проявляются дефицитом факторов врожденного иммунитета: фагоцитарной активности клеток по критерию фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса, а также активацией Т-регуляторных клеток CD 127 и угнетением содержания рецептора клеточной гибели CD95<sup>+</sup> ( $p < 0,05$ ). Установлен дисбаланс содержания медиаторов цитокинового профиля ИНФ-гамма (дефицит) и VEGF (гиперпродукция) ( $p < 0,05$ ). Таким образом, выявленные особенности иммунологического статуса детского населения в условиях негативного воздействия шумового фактора характеризуются изменением индикаторных показателей иммунного гомеостаза, отвечающих за формирование ассоциированных с иммунодефицитом сосудистых нарушений.

**Ключевые слова:** шумовое воздействие, детское население, иммунный статус, маркеры цитокинового профиля, CD-иммунограмма.

В современных крупных городах одним из распространенных видов загрязнения окружающей среды, который постоянно действует и неблагоприятно сказывается на здоровье населения, является шум. Во многих регионах работа по контролю шума на селитебной территории не проводится [3]. При постоянном воздействии интенсивного шума развиваются нарушение сна, головная боль, шум в ушах, головокружение, тошнота, тахикардия, раздражительность, проблемы с концентрацией внимания и памятью, вибрация грудной и брюшной стенок, что может быть причиной необоснованного чувства страха и др. [4, 5]. Среди населения выявлен рост общей и хронической заболеваемости [2]. Отмечаются также более высокие

показатели заболеваемости по классу болезней нервной системы (астеноневротический синдром, вегетососудистые нарушения) и сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия) [7]. Шум, превышающий 80–90 дБА, влияет на выделение большинства гормонов гипофиза, контролирующей выработку других гормонов. Под влиянием шума с уровнем 85 дБА обнаружена перестройка энергетического обмена в мышечной ткани, причем направленность перестройки зависела от времени воздействия [6]. Массовые физиолого-гигиенические обследования населения, подвергающегося воздействию транспортного шума в условиях проживания, выявили определенные изменения в состоянии здоровья людей, в том числе и в иммунной системе. Стресс-реакция организма на шум определяет развитие вторичного иммунодефицита, а именно снижение количества Т- и В-лимфоцитов, а также функциональной активности нейтрофилов [1].

**Цель работы** – изучение особенностей иммунной регуляции у детей дошкольного возраста, проживающих в условиях негативного воздействия шумового фактора.

**Материалы и методы.** Было выполнено иммунологическое диагностическое обследование 107 детей в возрасте от 4 до 6 лет, постоянно подвергающихся воздействию шумового фактора (автомобильная трасса федерального значения). Группу сравнения составили 240 детей (4–6 лет), которые посещают ДДУ, расположенное на территории вне шумового воздействия.

Исследование фагоцитарной активности клеток проводили с использованием в качестве объектов фагоцитоза формализированных эритроцитов барана.

Идентификацию медиаторов межклеточной иммунной регуляции – маркеров цитокинового профиля (VEGF, ИНФ-гамма) – осуществляли методом иммуноферментного анализа (ИФА).

Фенотипирование лимфоцитов проводили на проточном цитометре FACSCalibur фирмы Becton Dickinson с использованием универсальной программы CellQuest.PrO с помощью компьютера Macintosh. Определение популяций и субпопуляций лимфоцитов (CD95<sup>+</sup>, CD127) осуществляли методом мембранной иммунофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител к мембранным CD-рецепторам (Becton Dickinson, USA), при этом регистрировали суммарно не менее 10 тысяч событий.

Статистический анализ данных проводили с использованием программы Microsoft® Office Excel 2003 и пакета прикладных программ Statistica 6.0. (StatSoft, USA). Достоверность различий определяли по *t*-критерию Стьюдента, оценку зависимостей между признаками с помощью корреляционно-регрессионного анализа критерия. Качественные данные представлены в виде абсолютных или относительных (%) частот, количественные признаки представлены как  $M \pm m$  (среднее арифметическое  $\pm$  ошибка среднего). Достоверность отличий между группами считали значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Проведено клинико-лабораторное исследование состояния здоровья детского населения дошкольного возраста, в ходе которого были выявлены изменения со стороны иммунной системы (табл. 1).

Сравнительный анализ с показателями физиологической нормы и группы сравнения позволил установить, что в наблюдаемой группе обследованного детского населения прослеживаются достоверные изменения врожденного клеточного иммунитета: снижение показателей фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса по отношению к контролю у 64,0 и 77,1 % детей наблюдаемой группы ( $p < 0,05$ ). Однако по отношению к референтному уровню данные показатели оставались в диапазоне нормы.

Т а б л и ц а 1

Иммунологические показатели детей дошкольного возраста, посещающих ДДУ, размещенное в зоне влияния шумового фактора

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения (n = 107), M ± m	Группа сравнения (n = 240), M ± m
Фагоцитарное число, усл. ед.	0,8–1,2	0,883 ± 0,064*/**	1,051 ± 0,113
Фагоцитарный индекс, усл. ед.	1,5–2	1,82 ± 0,042*/**	2,059 ± 0,092
CD127 <sup>+</sup> лимфоциты, отн., %	0,8–1,2	3,118 ± 0,466*/**	1,418 ± 0,192
CD127 <sup>+</sup> лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,015–0,04	0,09 ± 0,014*/**	0,041 ± 0,009
CD3 <sup>+</sup> CD95 <sup>+</sup> -лимфоциты, отн., %	15–25	14,65 ± 2,454*/**	23,95 ± 3,517
CD3 <sup>+</sup> CD95 <sup>+</sup> -лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,4–0,7	0,428 ± 0,079*/**	0,677 ± 0,136

Пр и м е ч а н и е : \* – разница достоверна относительно референтного интервала (p < 0,05); \*\* – разница достоверна относительно группы сравнения (p < 0,05).

Сравнительный анализ показателей CD-иммунограммы относительно нормы установил достоверное повышение содержания показателей, отвечающих за супрессию иммунного ответа, относительных и абсолютных Т-регуляторных лимфоцитов CD127<sup>+</sup> у 95 и 100 % детей соответственно (p < 0,05), достоверное угнетение относительного содержания активационного маркера CD95<sup>+</sup> у 65 % детей наблюдаемой группы (p < 0,05).

Такая же тенденция прослеживается и при сравнении наблюдаемой группы с контрольной: выявлен достоверный рост относительных и абсолютных Т-регуляторных лимфоцитов CD127<sup>+</sup> (более чем в 2 раза выше группы сравнения), снижение относительных и абсолютных показателей активационного маркера CD95<sup>+</sup> в 1,6 и 1,5 раза соответственно (p < 0,05).

Зафиксирован повышенный относительно группы сравнения уровень медиатора межклеточной иммунной регуляции VEGF у 73,9 % детей группы наблюдения (p < 0,05).

Также показан достоверный дефицит уровня ИНФ-гамма относительно группы сравнения более чем в 2,4 раза (p < 0,05) (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Показатели маркеров цитокинового профиля детей дошкольного возраста, подвергающихся влиянию шумового фактора

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения (n = 107), M ± m	Группа сравнения (n = 240), M ± m
VEGF, пг/см <sup>3</sup>	10–400	172,877 ± 51,472**	67,949 ± 20,102
Интерферон-гамма, пг/см <sup>3</sup>	0–15	3,264 ± 2,907**	7,84 ± 3,25

Пр и м е ч а н и е : \*\* – разница достоверна относительно группы сравнения (p < 0,05).

Выявленный дисбаланс индикаторных показателей иммунного гомеостаза формирует особенности иммунологического статуса детского населения, проживающего в условиях негативного воздействия шумового фактора.

**Выводы.** Таким образом, у детей дошкольного возраста, посещающих детское учреждение, расположенное в зоне влияния шумового фактора, были выявлены нарушения клеточного звена иммунитета, выражающиеся в снижении фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса, активации Т-супрессорных лимфоцитов CD127<sup>+</sup>,

угнетении содержания рецептора клеточной гибели CD95<sup>+</sup>, дефиците маркера цитокинового профиля ИНФ-гамма и росте VEGF, что, в свою очередь, характеризует изменения индикаторных показателей иммунного гомеостаза, отвечающих за формирование ассоциированных с иммунодефицитом сосудистых нарушений.

### Список литературы

1. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А., Прокопенко Л.В. Человек и шум. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 188 с.
2. Медико-социальные аспекты безопасности населения, подвергающегося кумулятивному действию авиационного шума / В.Н. Зинкин, А.В. Богомолов, Ю.А. Кукушкин [и др.] // Экология промышленного производства. 2011. – № 2. – С. 9–14.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия, 2014. – 191 с.
4. Почекаева Е.Е. Здоровье населения и гигиеническая безопасность территории, прилегающей к аэропортам: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2008. – 47 с.
5. Психологический статус рабочих, подвергающихся воздействию шума / И.В. Чубаров, В.Н. Зинкин, И.М. Ахметзянов [и др.] // Гигиена и санитария. – 1999. – № 2. – С. 16–19.
6. Феоктистова Т.Г., Феоктистова О.Г., Наумова Т.В. Производственная санитария и гигиена труда. – М.: ИНФРА-М, 2013. – С. 283–284.
7. Экологические аспекты безопасности жизнедеятельности населения, подвергающегося действию авиационного шума / В.Н. Зинкин, А.В. Богомолов, И.М. Ахметзянов [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2011. – № 3. – С. 97–101.

## Учет воздействия факторов среды обитания при противовирусном иммунном ответе организма человека

**В.М. Чигвинцев<sup>1,2</sup>**

- <sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,  
<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,  
 г. Пермь, Россия

Представлена прогнозная математическая модель, позволяющая описать сложный многокомпонентный процесс взаимодействия регуляторных систем при воспалительных реакциях вирусного происхождения в условиях нарушения синтетической функции иммунной и нейроэндокринной систем. Модель разработана в рамках концепции многоуровневой модели организма человека, учитывающей взаимодействия между системами и функциональное состояние включенных в рассмотрение органов. В работе учитываются результаты эксперимента по определению параметров влияния симулятора вирусной нагрузки на синте-

тическую функцию иммуноцитов в ответ на введение факторов, моделирующих инфекцию в условиях одновременного (сочетанного) воздействия негативных химических факторов среды обитания и эндокринных регуляторов. Проведен анализ влияния комбинированного воздействия факторов среды обитания на решение математической модели, описываемой системой обыкновенных дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом.

**Ключевые слова:** математическая модель, динамическая система, иммунная система, нейроэндокринная система, вирусы.

Нарушения здоровья за счет инфекционных заболеваний вносят значимый вклад в снижение популяции от общего числа заболеваний различной природы и представляются важной медицинской проблемой. За защиту организма от инфекций различного генеза отвечает иммунная система человека. Факторы среды обитания могут оказывать негативное воздействие на функционирование иммунной системы, что приводит к ухудшению течения и исхода заболевания в случае воздействия инфекции на человека [1, 2].

Используемые в медицине и биологии подходы к исследованию функционирования иммунной системы, основывающиеся на проведении статистической оценки результатов наблюдений или экспериментов, при всей их важности не позволяют в полной мере провести оценку влияния накопления функциональных нарушений иммунной системы на исход инфекционных заболеваний и анализ взаимодействия различных механизмов, участвующих в этих процессах. В качестве основных ограничений данных методов можно выделить трудности в отборе репрезентативных групп и выделение основных действующих факторов, а также значительные финансовые ресурсы, необходимые для осуществления экспериментальных исследований. Тем не менее применяемые методы позволяют идентифицировать или оценить параметры взаимодействия элементов иммунных процессов *in vivo* и *in vitro*.

Математическое моделирование представляет собой один из наиболее эффективных подходов к решению задачи прогнозирования реакции организма на различные инфекции, нахождению путей к изучению механизмов взаимодействия элементов иммунной системы. Применение данного подхода позволяет оптимизировать трудовые, временные и материальные затраты, требуемые для выполнения поставленных целей.

Существующие в настоящее время в иммунологии модели для исследования реакции иммунной системы на инфекции различного характера можно классифицировать в зависимости от масштаба описываемых процессов (молекулярный/генетический, клеточный и масштаб органа) и используемого типа математических моделей. Результаты в данной области отражены в работах отечественных и зарубежных исследований [3, 6]. Однако в существующих подходах недостаточное внимание уделяется учету влияния внешних и внутренних факторов на иммунные процессы, хотя ведущие специалисты-иммунологи подчеркивают актуальность развития направления для качественного описания реальных ситуаций.

Организм человека на макроуровне моделируется системой взаимосвязанных эволюционных уравнений, описывающих функциональные нарушения всех систем. Для уточненного представления функционирования системы используются модели мезоуровня, представляющие собой набор взаимосвязанных подсистем. В настоящее время проблема взаимосвязи адаптивных систем представляет значительный интерес для исследователей, как в области нейроэндокринной регуляции, так и иммунных механизмов. В работах данного направления описываются качественные

проявления взаимных регуляторных влияний, показывается нейроэндокринная регуляция иммунной системы и управляющее влияние иммунной системы на нейроэндокринный контур регуляции [5].

Актуальность создания математических моделей в данном направлении вызвана необходимостью разработки математических моделей, способных описывать количественные связи иммунной и нейроэндокринной систем, позволяющих учитывать негативное влияние химических факторов среды обитания и накопление функциональных нарушений в организме человека на течение инфекционных заболеваний.

Структурная схема модели, представленная на рис. 1, состоит из совокупности взаимосвязанных элементов иммунной и нейроэндокринной систем, являющихся важнейшими составляющими в реакции организма на вирусную инвазию. Серыми линиями на графике отмечено угнетающее воздействие, вызывающее уменьшение активности или снижение количества элемента системы, черными линиями указаны позитивные связи, оказывающие увеличивающее действие. Функциональные нарушения органов и систем влияют на описываемые процессы, поэтому их необходимо учитывать. Изменение функциональности обусловлено двумя основными механизмами: естественным старением и воздействием химических токсикантов [5].

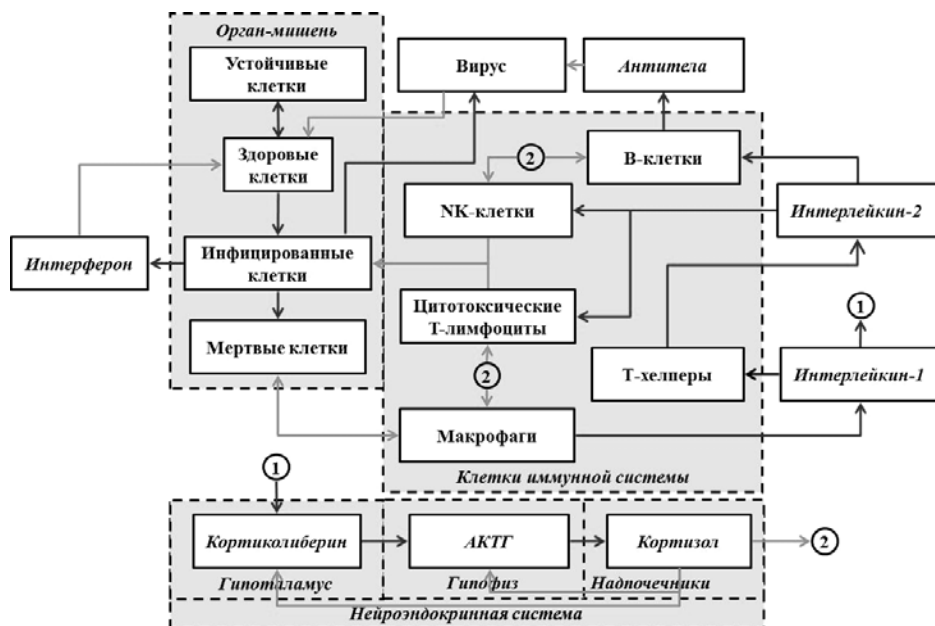


Рис. 1. Схема функционирования иммунной и нейроэндокринной систем в случае вирусной инвазии

Используется гипотеза о том, что иммунный ответ регулируется элементами, расположенными в трех основных объемах, в том числе головном мозге (гипофизе, гипоталамусе), брюшной полости (надпочечниках) и объеме органа-мишени. Описание взаимодействий между органами осуществляется с помощью введения времен запаздывания.

Защитные механизмы активируются после начала контакта макрофагов и мертвых клеток органа-мишени, которые повреждаются вследствие жизнедеятельности вируса.

Процесс удаления клеток, зараженных вирусом, протекает совместно с синтезом информационных молекул (цитокина) интерлейкина-1.

Изменение концентрации интерлейкина-1 приводит к изменению скорости образования интерлейкина-2 Т-хелперами, при этом путем воздействия на гипоталамус изменяется скорость синтеза гормона кортиколиберина. Кортиколиберин воздействует на переднюю долю гипофиза, вследствие чего изменяется скорость секреции адренокортикотропного гормона (АКТГ). АКТГ, перемещаясь по крови, способствует изменению деятельности надпочечников по секреции кортизола. Изменение концентрации кортизола приводит к обратному отклику по секреции АКТГ и интерлейкина-1.

Интерлейкин-2 оказывает регуляторное воздействие на НК-клетки, цитотоксические Т-лимфоциты и В-клетки. НК-клетки продуцируются костным мозгом, и их деятельность главным образом связана с уничтожением инфицированных клеток в начальной стадии иммунной борьбы против вирусной инвазии. При разработке представленной модели учтены подавляющее воздействие кортизола и стимулирующее влияние интерлейкина-2.

Первичная противовирусная защита включает в себя механизм продуцирования интерферона зараженными клетками. Интерферон локально действует на расположенные вблизи незараженные клетки, и они переходят в невосприимчивое (устойчивое) состояние к воздействию вируса. Со временем клетка теряет устойчивость, переходя в нормальное состояние, становится невосприимчивой к влиянию интерферона в течение некоторого времени.

Специфический приобретенный иммунитет заключается главным образом в продуцировании антител В-клетками, которые связывают свободные вирусы, и в уничтожении зараженных вирусом клеток цитотоксическими Т-лимфоцитами. Указанные клетки иммунной системы начинают активно размножаться после сигнала о наличии в организме вирусной инфекции, который передается через стимулирующее влияние интерлейкина-2. Когда специфические клетки достигают определенного количества, осуществляется выработка антител В-клетками и выход цитотоксических Т-лимфоцитов в кровеносную и лимфатическую системы. Способность иммунных клеток к борьбе против вируса подавляется кортизолом. Наличие клеток приобретенного иммунного ответа в организме при отсутствии вирусной нагрузки определяется функциональностью костного мозга и предысторией воздействия вирусных агентов на организм.

Основываясь на приведенной выше схеме взаимодействия, математическую модель механизма регуляции с участием элементов иммунной и нейроэндокринной систем можно представить системой 17 обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с запаздывающим аргументом. Идентификация параметров модели была выполнена на основании экспериментальных данных, полученных при исследовании процесса инфицирования организма вирусом гриппа. Использование представленной модели для описания инфекционного процесса, спровоцированного другими вирусами, возможно после дополнительной идентификации коэффициентов, отражающих специфику этих вирусов (скорость репликации, особенности органа-мишени).

Проведена идентификация параметров математической модели для описания взаимодействия нейроэндокринной и иммунной систем, осуществленная на основе экспериментальных данных, приведенных в литературных источниках, и полученных собственных результатов экспериментальных исследований *in vitro* на базе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий и управления рисками здоровью населения», а также экспертных оценок специалистов-иммунологов.

Используемая в работе математическая модель иммунного ответа основывается на жесткой системе нелинейных дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом. Использование данного класса дифференциальных уравнений связано с необходимостью описания задержки доставки веществ, вызванной пространственным расположением органов, и учета времени, необходимого для формирования цитотоксических Т-лимфоцитов и В-клеток после начала заболевания. Для решения полученной задачи Коши для системы дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом используется неявный численный метод Рунге – Кутты пятого порядка – РадоПА, данный алгоритм принадлежит к алгоритмам, пригодным для решения жестких систем дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом.

Полученная в ходе проведенных экспериментальных исследований *in vitro* зависимость функциональности иммунных клеток от воздействия внешних и внутренних факторов позволяет уточнить ранее используемые параметры разработанной математической модели, описывающей механизмы регуляции с участием элементов иммунной и нейроэндокринной систем. Данное уточнение позволит учитывать влияние оксида алюминия на ход инфекционного процесса [7]. При учете всех полученных поправок, позволяющих учесть влияние фактора среды обитания (оксида алюминия), получены результаты, приведенные на рис. 2–3.

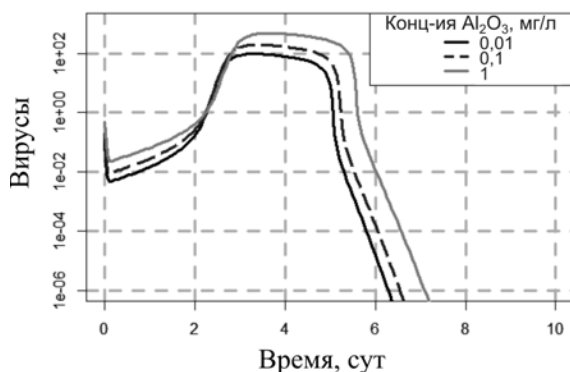


Рис. 2. Зависимость концентрации вирусов в организме человека от времени при различных значениях концентрации алюминия

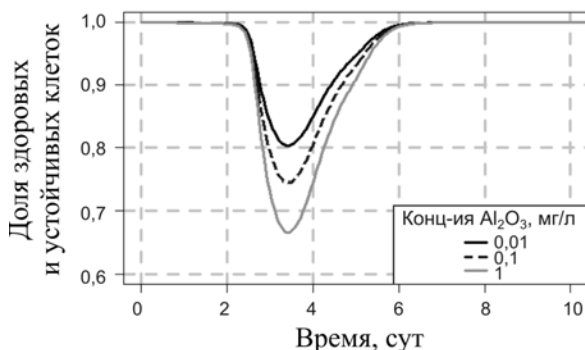


Рис. 3. Зависимость поврежденности органа-мишени от времени при различных значениях концентрации алюминия



Базовым решением приняты результаты, полученные при начальной концентрации вирусов, равной 0,1. Исходя из значений ущерба, нанесенного органу-мишени, можно видеть, что заболевание из среднего уровня тяжести (повреждено 10–20 % ткани органа мишени) переходит в более тяжелую форму болезни, что может требовать применения различных лечебных мероприятий.

Для того чтобы предотвратить негативные последствия воздействия факторов среды обитания, могут быть использованы профилактические мероприятия (вакцинирование). Вакцинирование приводит к изменению начальной концентрации цитотоксических Т-лимфоцитов и В-клеток, которые отвечают за механизм приобретенного иммунитета. Увеличенное количество элементов приобретенного иммунитета позволяет организму быстрее начать реагировать на поступление вирусного агента. Сравнение результатов моделирования, учитывающее механизм вакцинации, показано на рис. 4–5. В качестве базового использовано решение, результаты которого получены при начальной концентрации вирусов, равной 0,1. Начальная концентрация В-клеток задавалась равной  $10^5$  клеток/мл в случае, если вакцинация не проводилась, и  $10^{15}$  клеток/мл – в случае ее проведения. Концентрация цитотоксических Т-лимфоцитов без вакцинации и после ее проведения равна  $10^3$  клеток/мл и  $10^{10}$  клеток/мл соответственно. Исходя из полученных результатов, можно видеть, что проведение вакцинирования позволяет перевести заболевания из тяжелой формы в среднюю и уменьшить наносимый вред органу-мишени.

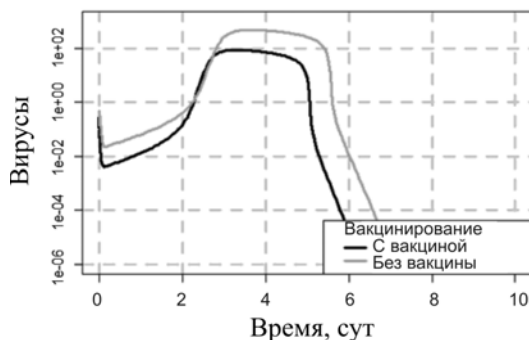


Рис. 4. Зависимость концентрации вирусов в организме человека от времени с учетом фактора вакцинирования (при воздействии оксида алюминия – 1 мг/л)

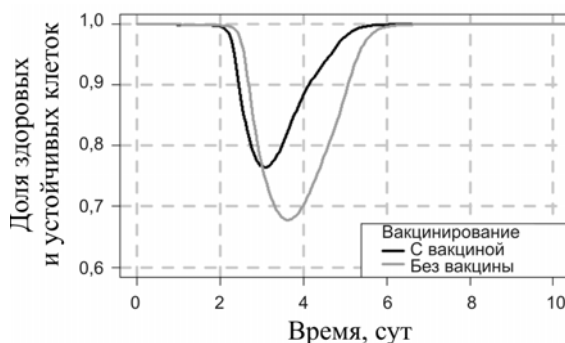


Рис. 5. Зависимость поврежденности органа-мишени от времени с учетом фактора вакцинирования (при воздействии оксида алюминия – 1 мг/л)

Результаты проведенного исследования особенностей иммунной регуляции в эксперименте показали взаимосвязи в системе иммунных управляющих белков при сочетанном воздействии кортизола (эндокринного фактора) и алюминия (фактора химической природы). Процесс построения и изучения математических моделей выявил нелинейный характер исследуемых закономерностей влияния химических и физиологических факторов различного генеза на функции иммунных клеток. Полученные зависимости могут применяться для эффективного прогнозирования нарушений иммунного ответа и оценки межсистемного нейроэндокринного и иммунного взаимодействия, определяющего адаптационные резервы организма в условиях техногенного изменения среды обитания [7].

Созданная прогностическая математическая модель функционирования регуляторных систем в условиях вирусной инфекции под воздействием химических факторов адекватно отражает происходящие процессы. Приведенная модель представляет упрощенный вариант сложного многокомпонентного процесса взаимодействия регуляторных систем при вирусной инфекции в условиях химической контаминации. Она позволяет показать механику многокомпонентного взаимодействия регуляторных систем при воспалительных реакциях вирусного генеза.

### Список литературы

1. Зайцева Н.В., Ланин Д.В., Черешнев В.А. Иммунная и нейроэндокринная регуляция в условиях воздействия химических факторов различного генеза. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. – 236 с.
2. Ланин Д.В. Анализ корегуляции иммунной и нейроэндокринной систем в условиях воздействия факторов риска // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 73–81.
3. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. – М.: Наука, 1980. – 264 с.
4. Математическая модель для описания регуляции противовирусного иммунного ответа с учетом функциональных нарушений в организме человека / П.В. Трусов, Н.В. Зайцева, В.М. Чигвинцев, Д.В. Ланин // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 117–128.
5. Effect of compassion meditation on neuroendocrine, innate immune and behavioral responses to psychosocial stress / T.W. Pace, L.T. Negi, D.D. Adame, S.P. Cole, T.I. Sivilli, T.D. Brown, M.J. Issa, C.L. Raison // Psychoneuroendocrinology. – 2009. – № 34. – P. 87–98.
6. Jilek M. The number of immunologically activated cells after repeated immunization (A mathematical model) // Folia Microbiol. – 1971. – V. 16. – P. 12–23.
7. Trusov P.V., Zaitseva N.V., Chigvintsev V.M. Assessing risks of adverse clinical course and outcome of an infectious disease with mathematical modeling of exposure to environmental factors on the example of aluminum oxid // Health Risk Analysis. – 2019. – № 1. – С. 17–29.

## Раздел VIII

---

**Медико-профилактические технологии профилактики и коррекции заболеваний, ассоциированных с факторами среды обитания, образовательного процесса и образа жизни**



## Дифференциация показателя ожидаемой продолжительности жизни и уровней потребления алкоголя в регионах России

**М.В. Глухих**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Рассматриваются региональные различия по показателю ожидаемой продолжительности жизни всего населения РФ и по гендерному признаку. Осуществляется сравнительная оценка данного показателя с другими странами. Изучаются уровни розничных продаж алкогольной продукции в регионах России и их связь с продолжительностью жизни населения.

**Ключевые слова:** ожидаемая продолжительность жизни, регионы России, потребление алкоголя.

Согласно ст. 7, 15, 18, 41 Конституции Российской Федерации, политика, проводимая органами государственной власти, направлена на создание условий, обеспечивающих достойную жизнь и свободное развитие человека, путем: охраны труда и здоровья населения; поддержки семьи, материнства, отцовства и детства, инвалидов и пожилых граждан; признания принципов и норм международного права и международных договоров, в том числе в части обеспечения прав и свобод человека на достойное существование в виде экологического и санитарно-эпидемиологического благополучия, имеющего своей целью укрепление здоровья населения. Поэтому долг государства пресекать все потенциально возможные негативные обстоятельства, приводящие к снижению человеческого потенциала своих граждан [1].

В Указе Президента № 204 от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации до 2024 года» [8] говорится о том, что в целях осуществления прорывного научно-технологического и социально-экономического развития Российской Федерации, увеличения численности населения страны, повышения уровня жизни граждан, создания комфортных условий для их проживания, а также условий и возможностей для самореализации и раскрытия таланта каждого человека необходимо решить ряд задач. Ключевыми из них являются: повышение уровня естественного роста населения РФ и повышение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет (к 2030 г. – до 80 лет). Для этого также предлагается разработать национальные проекты по направлениям: демография, здравоохранение, образование, городская среда и экология.

В рамках этого указа был создан национальный проект «Демография», целевыми показателями которого являются: увеличение продолжительности жизни, снижение смертности старшего поколения, увеличение суммарного коэффициента рождаемости, увеличение процента граждан, ведущих здоровый образ жизни, и ряд других показателей [3].

Показатель ожидаемой продолжительности жизни в России является одним из ключевых для всех национальных программ и целей развития в стране. За последние годы этот показатель увеличился, однако отставание от развитых стран существенно

и поэтому рано говорить о значительных успехах в области демографии. Несмотря на улучшение ситуации, связанной с младенческой и перинатальной смертностью, общая смертность населения, особенно в ключевых возрастных группах, остается довольно высокой [7].

Ожидаемая продолжительность жизни определяется как «число лет, которое в среднем предстояло бы прожить человеку из поколения родившихся при условии, что на протяжении всей жизни этого поколения по возрастной смертность останется на уровне того года, для которого вычислен показатель». Данный показатель определяется влиянием различных факторов на здоровье населения, действующих в течение всей жизни и напрямую зависит от показателя смертности во всех возрастах. Одним из факторов образа жизни, который обуславливает повышение смертности среди населения, а значит и снижение ожидаемой продолжительности жизни, является употребление алкоголя [2].

По статистическим данным на 2017 г. ожидаемая продолжительность жизни в России для всего населения составляет 72,7 г. За период 2010–2017 гг. он увеличился на 3,76 г. (5,5 %). Россия значительно уступает развитым странам Европы, Азии, Америки, где этот показатель находится на уровне 78 лет и выше (Япония – 84,2 г.; Испания – 83,1 г.; США – 78,5 г.), занимая промежуточное место среди развивающихся стран. Особенно очевидно отставание этого показателя по мужскому населению, который в 2017 г. составил 67,5 г. (для женщин 77,6 г.). Также можно наблюдать беспрецедентную разницу в продолжительности жизни между мужским и женским населением (гендерные различия), которая составляет 10,1 г., в то время как в большинстве стран мира это разница в среднем 5–6 лет. Схожие значения по этой разнице наблюдаются в постсоветских странах (Украина – 9,8 г.; Беларусь – 9,9 г.; Польша – 7,8 г.) [6]. Причинами низких уровней ожидаемой продолжительности жизни, в том числе, является ряд показателей, характеризующих образ жизни и среду обитания населения Российской Федерации. Актуальность исследований в данном направлении продиктована политикой государства в области демографии, а также глобальными исследованиями в области продления продолжительности жизни, как отдельного индивида, так и популяции в целом.

**Материалы и методы.** В процессе выполнения исследования проведен анализ данных официальной статистики за ряд лет по показателям: ожидаемая продолжительность жизни населения РФ и объем розничных продаж алкогольной продукции. В статье рассматриваются данные за 2010–2016 гг. (за 2017–2018 гг. информация по объемам продаж алкогольной продукции была представлена в неполном объеме).

**Результаты и их обсуждение.** На 2016 г. самые высокие показатели продолжительности жизни установлены в Северо-Кавказском (75,13 г.) и Центральном (73,07 г.) федеральных округах, самые низкие – в Сибирском (69,81 г.) и Дальневосточном (69,22 г.) федеральных округах. При этом темпы прироста показателя за период 2010–2016 гг. во всех регионах были на уровне 4 %, кроме Уральского федерального округа (2,9 %).

В 2016 г. в среднем по субъектам РФ продолжительность жизни составила 68–70 лет (рисунок). Неблагоприятная ситуация по данному показателю (68 лет и менее) наблюдается в регионах Сибири и Дальнего Востока (Республика Тыва, Забайкальский край, Иркутская область, Кемеровская область, Камчатский край, Амурская область, Сахалинская область, Еврейская автономная область, Чукотский автономный округ). Неблагополучными регионами являются: Магаданская область,

Приморский край, Хабаровский край, Республика Хакасия, Республика Бурятия, Курганская область, Пермский край, Новгородская область, Псковская область, Республика Коми, Республика Карелия и Тверская область (ОПЖ 68–69 лет). Самые высокие (свыше 72 лет) показатели регистрируются во всех субъектах СКФО, ЮФО (кроме Республики Крым и г. Севастополя), ряде регионов Поволжья (Республики Мордовия и Татарстан, Пензенская и Саратовская области), регионы центральной и северо-западной части России (г. Санкт-Петербург, Москва, Калининградская, Тамбовская, Рязанская, Московская, Воронежская, Белгородская области). Отсюда следует, что разница между регионами по данному показателю составляет 16,6 г. (минимальные значения – в Республике Тыва (64,21 г.); максимальные – в Республике Ингушетия (80,82 г.)).



Рис. Ожидаемая продолжительность жизни на уровне субъектов Российской Федерации

За период с 2010 по 2016 г. средняя продолжительность жизни мужчин увеличилась с 63,09 до 66,5 г. У женщин за аналогичный период продолжительность жизни увеличилась с 74,88 до 77,06 г. Таким образом, возрастная разница между мужским и женским населением РФ уменьшилась с 12,0 до 10,5 г. Региональное распределение продолжительности жизни мужского и женского населения повторяет общий показатель, и территориями повышенного внимания для принятия мер по снижению негативного влияния факторов по-прежнему являются субъекты Дальневосточного и Сибирского федеральных округов [5].

По данным официальной статистики можно лишь косвенно говорить о настоящих объемах потребления алкоголя населением, ввиду невозможности оценить вклад фактического потребления и количественной реализации контрафактной продукции. «Объем розничных продаж алкогольной продукции» – показатель, позволяющий провести приблизительную оценку потребления алкоголя населением. На протяжении 2000–2018 гг. динамика показателя была разная: так, с 2000 по 2007 г. розничная продажа алкогольных напитков выросла с 117,5 млн дкл (8,0 л на душу населения) до 138,7 млн дкл (9,7 л на душу населения), а в период с 2008 по 2017 г. отмечено снижение объема продаж с 137,3 млн дкл (9,6 л на душу населения) до 86,5 млн дкл (5,9 л на душу населения) [4]. В 2018 г. на-

блюдается повышение показателя до 91,5 млн дкл (6,2 л на душу населения). Вероятно, на динамику продаж повлиял федеральный закон, ограничивающий время и места продаж алкогольной продукции [9]. Данный закон позволит минимизировать влияние алкоголя как фактора риска снижения ожидаемой продолжительности жизни на здоровье граждан РФ. По данным 2016 г., на уровне федеральных округов самые высокие показатели продаж на душу населения водки и ликероводочных изделий наблюдались в Дальневосточном (9,3 л), Центральном (8,5 л) и Северо-Западном (8,4 л) федеральных округах, самый низкий показатель в Северо-Кавказском (1,5 л) федеральном округе. Интересен факт, что регион с самым низким (Северо-Кавказский федеральный округ) объемом продаж алкоголя имеет самый высокий показатель продолжительности жизни (75,13 г.), и, наоборот, регион с самым высоким уровнем продаж алкоголя (Дальневосточный федеральный округ) имеет и самые низкие (69,22 г.) значения продолжительности жизни. Однако есть территории (Центральный и Северо-Западный федеральные округа), где при высоких показателях продаж алкогольной продукции имеют место и высокие показатели ожидаемой продолжительности жизни. В целом с 2010 по 2016 г. происходило снижение продаж алкогольной продукции (водка и ликеро-водочные изделия, коньяки и коньячные напитки, напитки слабоалкогольные, винодельческая продукция, шампанские и игристые вина, пиво).

Сложившуюся ситуацию в целом можно охарактеризовать как благоприятную, так как наблюдается снижение объема продаж алкогольной продукции (косвенно подтверждающее и о снижении потребления алкоголя населением) и постепенное увеличение продолжительности жизни во всех субъектах Российской Федерации, однако в сравнении с развитыми странами отставание более чем очевидно. Данная ситуация требует более детальной разработки и изучения тех факторов, которые могут негативно сказываться на низких темпах прироста ожидаемой продолжительности жизни и общем отставании РФ по данному показателю от передовых стран.

**Выводы.** Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- за последние годы (2010–2018) произошло увеличение ожидаемой продолжительности жизни населения как в целом по Российской Федерации, так и на уровне субъектов;
- за период с 2008 по 2017 г. происходило снижение объемов продаж алкогольной продукции, вероятно, связанное с антиалкогольной политикой государства;
- несмотря на сходство показателей (самых высоких и самых низких) ожидаемой продолжительности жизни и объемов продаж алкогольной продукции, существуют регионы, где при высоких продажах на душу населения, регистрируется и высокая продолжительность жизни;
- требуется дальнейшее углубленное изучение как отдельных факторов риска, так и сочетания факторов, обуславливающих снижение продолжительности жизни населения.

### Список литературы

1. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.constitution.ru/> (дата обращения: 01.02.2019).
2. Коссова Т.В., Коссова Е.В., Шелунцова М.А. Влияние потребления алкоголя на смертность и ожидаемую продолжительность жизни в регионах России // Экономическая политика. – 2017. – № 1.



3. Национальный проект «Демография» [Электронный ресурс] – URL: <https://rosmintrud.ru/ministry/programms/demography> (дата обращения: 01.02.2019).

4. Продажа алкогольных напитков населению в Российской Федерации: регламентная таблица / Федеральная служба государственной статистики, Официальная статистика [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/retail/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/retail/#) (дата обращения: 05.02.2019).

5. Регионы России. Социально-экономические показатели // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138623506156](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156) (дата обращения: 05.02.19).

6. Россия и страны мира: стат. сб. Росстата / Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1139821848594](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139821848594) (дата обращения: 05.02.2019).

7. Смертность трудоспособного населения России и Беларуси как угроза демографическому развитию территорий / А.А. Шабунова, Л.П. Шахотько, А.Г. Боброва, Н.А. Маланичева // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – № 2.

8. Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 01.02.2019).

9. Федеральный закон «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции» № 171-ФЗ от 22.11.1995 г. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_8368/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8368/) (дата обращения: 06.02.2019).

## **Роль индивидуального социального капитала в решении вопросов, связанных с физическим здоровьем**

**Н.А. Лебедева–Несевря<sup>1,2</sup>, С.Ю. Елисеева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>2</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

На материала пилотажного исследования, проведенного методом неструктурированного интервью с жителями г. Перми трудоспособного возраста, занятыми в сфере образования, показаны способы вовлечения индивидуального социального капитала в решение вопросов, связанных со здоровьем. Выявлено, что целями «активизации» социального капита-

ла являются поиск информационной, организационной и психологической поддержки, а также запрос на помощь в реализации социальных обязательств (в первую очередь – внутрисемейных). Материальные ресурсы из социальных сетей гражданами трудоспособного возраста не мобилизуются в силу их финансовой самостоятельности.

**Ключевые слова:** социальный капитал, здоровье, социальная поддержка, социальные сети.

Прошедшая в 2011 г. под эгидой Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) международная конференция по социальным детерминантам здоровья (World Conference on Social Determinants of Health) провозгласила основной причиной несправедливости в отношении здоровья, существующей сегодня в мире, те условия, в которых люди рождаются, живут и умирают, т.е. макро- и микросоциальные контексты человеческой жизни [6]. Фактически это означало смещение акцентов в изучении детерминант здоровья (и в профилактике заболеваний) с внешнесредовых и генетических факторов на социальные – уровень доходов и материальное благополучие [3], социально-психологических – климат в семье, степень стрессорности среды и качество социальной поддержки [2]. Особое внимание начало уделяться социальному капиталу, интерпретируемому на групповом уровне как свойство социальных отношений, позволяющее членам группы «мобилизовать» материальные, информационные и пр. ресурсы, а на индивидуальном – как способность индивида извлекать эти ресурсы из сетей, в которые он включен [7]. Социальный капитал характеризуется через силу социальных связей внутри сети (cohesion), уровень доверия индивидов друг другу (trust) и наличие норм взаимопомощи, взаимообмена (norms of reciprocity).

Механизмы влияния группового социального капитала на здоровье членов группы описаны довольно подробно, начиная с классического «эффекта Розето» [5]. В первую очередь это способность группы в процессе социализации индивидов навязывать им нормы поведения в сфере здоровья, а также возможность социального контроля, т.е. отслеживания степени соблюдения принятых в группе норм. Кроме того, сильный групповой социальный капитал означает высокий потенциал оказания социально-психологической поддержки индивида в сложной ситуации (болезни, инвалидности). Практики вовлечения индивидуального социального капитала в решение вопросов, связанных со здоровьем, исследуются существенно реже.

**Цель работы** – дать характеристику индивидуальных практик вовлечения социального капитала в решение вопросов, касающихся физического здоровья, на примере работников системы образования г. Перми.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось методом неструктурированного интервью с использованием путеводителя. Способ отбора респондентов – целенаправленный. Критерии отбора – трудоспособный возраст, занятость в сфере образования, пол. Результаты интервью были обработаны с помощью открытого кодирования.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ интервью позволил выделить несколько аспектов вовлечения индивидуального социального капитала, причем данное вовлечение может быть инициировано как самим индивидом – носителем капитала, так и членами его социальной сети (родственниками, друзьями, коллегами, соседями): 1) поиск / предоставление информационной поддержки; 2) поиск / предоставление психологической поддержки; 3) обращение за помощью / оказание помощи в исполнении социальных обязательств; 4) поиск / предоставление технической (организационной) поддержки.

Информационная поддержка оказывается как в ситуации болезни, так и в повседневной жизни в отношении вопросов профилактики заболеваний и ведения здорового образа жизни.

В ситуации болезни запрос на поддержку со стороны болеющего формируется с одно-, двухдневной задержкой, так как в течение некоторого времени он пытается лечиться самостоятельно: *«Я принимаю те препараты, которые оказывают действие. Допустим интерферон, ингаверин, кагоцел. Принимаю их, чтобы поддержать организм... Определяю, какой препарат принимать, по опыту жизненному»* (ж., 56 лет); *«...если прямо все плохо, критически, то там у меня сосед на 3-м этаже живет, он врач. Он меня немножко направляет в этом плане, подсказывает»* (м., 38 лет). Запрос на информационную поддержку адресуется в первую очередь людям с медицинским образованием: *«У меня мама и свекровь – мои врачи, поэтому под врачебным контролем я постоянно нахожусь»* (ж., 35 лет), *«У меня знакомый врач, он как бы по внешнему виду может сказать, по цвету кожи или как сон, аппетит, если это влияет. Он мой сосед»* (м., 38 лет). В целом информационные запросы затрагивают темы способов лечения, приема лекарственных препаратов и витаминов, записей к специалистам и способов поддержания физического здоровья: *«Обязательно мы делимся советами по уходу за собой, по какой-то организации отдыха, по питанию < ... > Е.А. очень часто, периодически проходит лечение санаторно-курортное, т.е. ванны какие-нибудь, и вот мне советует»* (ж., 47 лет). Индивиды задействуют в случае проблем со здоровьем при поиске учреждений и специалистов в сфере медицины «цепи социальных отношений»: *«У меня есть знакомый тоже, я через него к его знакомым ходил, когда время было, вот. А платно нет смысла ходить, лучше через своих ходить»*. Это корреспондирует с идеей о том, что неформальные контакты как способ противодействия и «обхода» официальной системы в современной России продолжают существовать, несмотря на их кажущуюся не востребованность в условиях рыночной экономики [1].

Ситуация болезни является стрессогенной по своей природе, в связи с чем больному человеку требуется психологическая поддержка. Запрос на нее поступает в первую очередь в «ближайший круг» – тем людям, которые живут вместе: *«Муж, и дочери, и сын < ... > им я могу пожаловаться на свое состояние здоровья»* (ж., 56 лет). Чуть более дальние социальные связи (друзья, коллеги) могут активизироваться самостоятельно: *«Говорят “выздоровливай”, “как себя чувствуешь?”, все равно как-то приятно слышать, что о тебе кто-то заботится, есть мотивация побыстрее выздороветь»*, *«Ну, допустим, если я заболел, друг может прийти, поддержать, пообщаться...»*. Психологическая поддержка требуется и в вопросах профилактики заболеваний, ведения определенного образа жизни: *«... < дочери > мне говорят: да, мама, все правильно. Они мне все время говорят, что я на свой возраст хорошо выгляжу, это меня стимулирует»* (ж., 47 лет).

Анализ интервью показал, что социальный капитал используется индивидами с целью сохранения собственной успешности в выполнении социальных ролей – социальные сети предоставляют возможности компенсации приняты социальных обязательств: *«Если мне плохо, у меня поднялось давление, и я лежу... муж может заменить меня в плане ухода за детьми»* (ж., 35 лет).

Также социальный капитал дает возможность индивиду использовать для решения вопросов физического здоровья материальные ресурсы социальной сети, в которую он включен. Информанты не раз отмечали, что во время болезни по их

просьбе им покупают лекарственные препараты, витамины. Однако можно заметить и инициативы самих акторов в предоставлении материальных ресурсов для поддержания здоровья («*Моя коллега, в частности, сейчас на нас на всех купила в аптеке, заказала рыбий жир – это омега-3-жирные кислоты. Вот мы сейчас все дружно пьем рыбий жир*») или устранения нарушений здоровья («*Друзья вот даже. Случалось, что болела и соседка принесла огромную коробку чая, было приятно так*»). Во многом запрос на материальные ресурсы сочетается с запросом на организационную помощь: «*Супруга может < лекарства > купить, если я с большой температурой*» (м., 37 лет).

Результаты интервью позволили подтвердить известные из литературы механизмы влияния социальной микросреды на решение вопросов в сфере здоровья. Во-первых, социальное окружение способно формировать здоровьесохранное поведение у индивида посредством прямого воздействия. Например, опрошенные часто указывали, что начали заниматься спортом, потому что их к этому привлекли: «*Я давно хотела заняться йогой. И как-то все откладывала, а коллега меня пригласила. Сходила, позанималась и поняла, что даже в моем возрасте не поздно начать заниматься тренировками*». Во-вторых, такой тип поведения формируется посредством создания социальных норм в малых группах, в которые включен индивид. В последующем эти нормы образуют коллективные практики поддержания здоровья: «*Мы поддерживаем здоровое питание. У нас это семейное. У нас есть прям целый список продуктов, которые мы в принципе дома не едим никогда*» или «*Мы в нашем отделе коллективно принимаем какие-нибудь сезонные витамины, препараты*». В-третьих, социальное окружение контролирует или регулирует поведение индивида при поддержании здоровья («*Я за детьми слежу, чтобы они тоже что-нибудь принимали, какие-нибудь такие вещи*»), а также при лечении и профилактике нарушений здоровья («*Следит, когда там укол ставить... одеялом укрыть, окошко закрыть*»).

Различные типы социальных сетей в силу неодинакового уровня доверия индивида к этим сетям в вопросах физического здоровья по-разному вовлечены в продуцирование эффектов для здоровья. Поскольку на индивидуальном уровне социальный капитал есть отражение включенности в социальные сети, его принято разделять на «сплывающий» (bonding), описывающий связи между близкими «своими людьми» (семья, друзья), «наводящий мосты» (bridging), касающийся сетей с более слабыми связями (коллеги, соседи) и «соединяющий» (linking), затрагивающий вертикальные связи между людьми из различных социальных слоев (знакомые знакомых) [4]. В результате интервью была выявлена следующая картина вовлечения социальных сетей в решение вопросов, связанных с физическим здоровьем (таблица).

Можно сделать вывод, что в большей степени социальный капитал начинает вовлекаться при профилактике заболеваний и нарушениях здоровья. Как сказал один из информантов: «*Когда тебе ставят какой-нибудь страшный диагноз, ты уже не думаешь, к кому обращаться, кому говорить, а кому – нет. Используешь любые связи и каналы*».

Сплывающий социальный капитал активно задействуется в решении вопросов, связанных с физическим здоровьем индивида. Информанты объясняли это следующим образом: «*Мама оказывает поддержку... Ну это в принципе как-то так сложилось, т.е. это как часть воспитания*», «*Я обращаюсь к тому, кто ближе к телу*», «*Я считаю, что семья все-таки – это самое ближайшее окружение, с которым*

можно и посоветоваться и поделиться. Они действительно тебя поймут и поддержат» и т.п.

Вовлечение различных видов социального капитала в решение вопросов, связанных со здоровьем

	Вид запрашиваемой / оказываемой помощи				выполнение обязательств
	психологическая	материальная	информационная	организационная	
Поддержание здоровья	Bonding bridging	Bonding bridging	Bonding bridging	Bonding bridging	Нет
Профилактика нарушений здоровья	Bonding	Bonding bridging	Linking bonding bridging	Bonding	Bonding
Лечение заболеваний	Bonding	Bonding bridging	Linking bonding bridging	Bonding	Bonding

Социальный капитал по типу «наводящий мосты» чаще всего оказывает влияние во время поддержания здоровья, формируя групповые практики, которые мотивируют индивидов придерживаться здоровьесохранного поведения: *«А меня знакомые пригласили поиграть < в бадминтон >, мне понравилось. Потому что бегать... ну, бегаешь и бегаешь... А бадминтон – парная, командная игра, есть элемент игры и это очень мотивирует на то, чтобы заниматься еще»*. Вовлечение в связи с необходимостью материальной и информационной помощью практически не происходит.

Соединяющий социальный капитал привлекается лишь для извлечения информационных ресурсов. Как правило, соединяющий социальный капитал при решении вопросов, связанных с физическим здоровьем, образуют знакомые, имеющие медицинское образование, условный «медицинский круг»: *«соседка-врач», «знакомые отца – врачи», «свекровь – педиатр»* и т.п. Несмотря на то что и другие акторы социальных сетей советуют индивидам способы лечения, медикаменты и т.п. (*«Источники СМИ плюс сам жизненный опыт подсказывает, да и коллеги, друзья подсказывают»*), индивиды используют информацию, касаемо их физического здоровья, полученную в большинстве случаев от медицинского круга. Здесь важную роль играет доверие, которое в вопросах индивидуального физического здоровья строится на уровне компетентности актора в этих вопросах, его стаже и опыте в сфере медицины. Так, информанты говорили: *«Друзья, коллеги – это не тот вариант... Я думаю, что это не та аудитория, которая должна советовать. Ну, потому что уровень компетентности не тот, который нужен»*.

**Выводы.** Понимание практик вовлечения индивидуального социального капитала в решение вопросов, связанных со здоровьем, позволит предложить новые подходы к профилактике и лечению заболеваний в современном мире. Социальная микросреда – сети, в которые мы включены, ресурсы, которые можем из них извлекать, нормы, которым вынуждены следовать, – оказывает безусловное влияние на принятие решений в сфере здоровья. Проведенное исследование показало, что значимым потенциалом в управлении здоровьем обладают неформальные связи, особенно если они интегрируют людей с медицинским образованием, создавая особый «медицинский круг» индивида, которому он доверяет больше, чем официальной (формальной) медицине. Кроме того, социальные сети являются важным источни-

ком информации о здоровье, не только дополняющим, но и замещающим иные каналы получения информации.

### Список литературы

1. Леденева А.В. Личные связи и неформальные сообщества: трансформация блага в постсоветском обществе // Мир России. – 1997. – Т. 6, № 4. – С. 89–106.
2. Lee C.S., Dik B.J. Associations among stress, gender, sources of social support, and health in emerging adults // Stress Health. – 2017. – № 33 (4). – P. 378–388. DOI: 10.1002/smi.2722
3. Social Determinants of Health: Housing and Income / C. Forchuk [et al.] // Health-care Quarterly. – 2016. – № 18 (Special Issue). – P. 27–31. DOI: 10.12927/hcq.2016.24479
4. Szreter S., Woolcock M. Health by association? Social capital, social theory, and the political economy of public health // International Journal of Epidemiology. 2007. – № 33 (4). – P. 650–667.
5. The Roseto Effect: a 50-year comparison of mortality rates / B. Egolf [et al.] // American journal of public health. – 1992. – Vol. 82, № 8. – P. 1089–1092.
6. World conference on social determinants of health: meeting report, Rio de Janeiro, Brazil, 19–21 October 2011 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения. – URL: [https://www.who.int/sdhconference/resources/Conference\\_Report.pdf?ua=1](https://www.who.int/sdhconference/resources/Conference_Report.pdf?ua=1) (дата обращения: 04.03.2019).
7. Yang K. Individual Social Capital and Its Measurement in Social Surveys // Survey Research Methods. – 2007. – Vol. 1, № 1. – P. 19–27. DOI: <http://dx.doi.org/10.18148/srm/2007.v1i1.48> (дата обращения: 04.03.2019).

## Медико-профилактические технологии коррекции нарушений жирового обмена у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным уровнем хлороформа

**К.П. Лужецкий<sup>1,2</sup>, О.Ю. Устинова<sup>1,2</sup>, А.Ю. Вандышева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

г. Пермь, Россия

Выполнено обследование 120 детей в возрасте от 4 до 15 лет (68 девочек, 52 мальчика), длительное время потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием хлорорганических соединений (ХОС), имеющих нарушения жирового обмена, отклонения в физическом развитии (избыток массы тела – E67.8, ожирение – E66.0) и повышенное содержание хлороформа в крови. В условиях пероральной экспозиции ХОС у детей с повышенной концентрацией хлороформа

в крови нарушения жирового обмена выявлены у 16,0 %, что чаще в 2,4 раза, чем в группе сравнения (6,6 %,  $p = 0,02-0,15$ ). В ходе анализа эффективности технологий коррекции нарушений жирового обмена, ассоциированных с воздействием ХОС, доказана высокая (от 1,6 до 3,2 раз) клиническая эффективность комплексного применения препаратов, обладающих мембраностабилизирующим, гепатопротекторным, антиоксидантным и ноотропным действием. Применение разработанной программы коррекции подтвердило значимое снижение интенсивности ранее установленной причинно-следственной связи ( $OR = 2,74$ ;  $DI = 1,16-7,14$ ;  $p < 0,05$ ) формирования нарушений жирового обмена с потреблением питьевой воды с повышенным содержанием хлороформа, на уровне  $OR = 1,07$ ;  $DI = 0,35-3,23$ ;  $p < 0,05$ .

**Ключевые слова:** питьевая вода, хлорорганические соединения (хлороформ), дети, нарушения жирового обмена, ожирение, избыточность питания, медико-профилактические технологии коррекции.

Важным механизмом решения задач по снижению смертности и увеличению продолжительности жизни граждан является обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия [1, 10, 11]. В настоящее время наиболее важным и приоритетным фактором, оказывающим влияние на здоровье населения РФ, является состояние водоисточников и питьевой воды [13].

В 2017 г. по данным ФИФ СГМ одними из наиболее важных химических соединений, концентрации которых в отобранных пробах воды источников централизованного питьевого водоснабжения превышали гигиенические нормативы, являлись хлорорганические соединения (ХОС), в частности хлороформ. По уровню загрязнения питьевой воды остаточными количествами ХОС Пермский край входит в число приоритетных субъектов России, при этом доля ненормативных проб (превышение ПДК от 2 до 5 раз) составляет более 12 %.

На этом фоне в ряде регионов страны, несмотря на снижение за последние три года общего числа случаев эндокринной патологии у детей, отмечается увеличение общей заболеваемости более чем на 60 %, впервые установленной более чем на 150 %, преимущественно за счет ожирения, патологии щитовидной железы и сахарного диабета [6, 9, 12, 14].

На основании анализа литературных данных ненормативное содержание в питьевой воде хлорорганических соединений, в первую очередь хлороформа, выступает фактором риска здоровью населения, потенцирующим рост общей и детской заболеваемости, способствующим формированию дополнительных случаев патологии эндокринной системы [1, 3, 4, 5, 7, 17]. В этой связи особое значение приобретают разработки новых медико-профилактических технологий коррекции, направленных на уменьшение негативных последствий, связанных с воздействием хлороформа [8, 15].

**Цель исследования** – оценить эффективность программ коррекции нарушений жирового обмена у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным уровнем хлороформа.

**Материалы и методы.** В 2015–2017 гг. ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» выполнено обследование и реализована программа коррекции 120 детям в возрасте от 4 до 15 лет ( $8,4 \pm 2,2$  г.), длительное время потребляющих питьевую воду с ненормативным уровнем хлорорганических соединений (68 девочек, 52 мальчика), имеющих нарушения жирового обмена (Е66.0 – ожирение, Е67.8 – избыток массы тела) и повышенный уровень хлороформа в крови. На территориях исследования питьевое водоснаб-

жение выполняется из поверхностных водозаборов с использованием в водоподготовке гипохлорита натрия или жидкого хлора. При оценке риска на территории исследования индексы опасности у детей (*HI*) превышали допустимые значения со стороны эндокринной (до 1,47 *HI*) и центральной нервной (до 1,7 *HI*) системы (Р 2.1.10.1920-04).

При оценке эффективности программ коррекции из общего количества детей, находящихся в условиях экспозиции ХОС, выполнено сопоставление групп исследования и сравнения, по 60 человек с нарушением жирового обмена в каждой (Е67.8 – избыток массы тела, Е66.0 – ожирение). Дети группы наблюдения «А» получали препараты, характеризующиеся гепатопротекторным и мембраностабилизирующим эффектами («Фосфоглив», «Хофитол» в течение 21 дня), ноотропным («Пантогам», «Пикамилон» – 21 день) и антиоксидантным действием («Реамберин», «Мульти-табс® Юниор» – 21 день). Медикаментозное воздействие сочеталось с методами физиотерапии (индуктотермия области желчного пузыря и печени № 10, транскраниальная магнитотерапия № 10), лечебной физкультуры и массажа (№ 8–10). Программа коррекции проводилась 2 раза в год курсами по 21 день. Дети группы сравнения «Б» получали общепринятый комплекс мероприятий, направленный на изменение пищевого поведения, а также диету, поливитамины и дозированную физическую нагрузку. Дети обеих групп посещали «Школу профилактики ожирения», основанную на мотивационном обучении, с привлечением семьи и родителей. Схемы назначались в дозировках предписанных инструкций по применению согласно возрасту. По индивидуальным показаниям детям назначалось лечение, устраняющее гормональные отклонения (препараты щитовидной железы, йода и др.), корригирующее иммунные сдвиги («Полиоксидоний»), адаптогены («Иммунал»). На межпрограммный интервал родителям и детям обеих групп исследования предписывалось соблюдение режима дня и диеты, поддержание двигательной активности, прием поливитаминов и антиоксидантов.

Для оценки эффективности программ коррекции через 12 месяцев использован катамнестический метод. Критериями эффективности являлось улучшение клинических и лабораторных показателей: 1) нормализация физического развития, снижение не менее чем на один стандартный интервал массы тела (SDS) и индекса массы тела (ИМТ, МР 01-19/31-17); 2) купирование жалоб диспепсического, вегетативного и астеноневротического характера; 3) нормализация жирового обмена (общий холестерин, глюкоза, лептин, С-пептид, инсулин, индекс НОМА, аполипопротеин А1, ЛПНП, ЛПВП, аполипопротеин В-100); 4) нормализация показателей нейроэндокринной и вегетативной регуляции (серотонин, кортизол, ГАМК, тироксин (Т<sub>4св</sub>), инсулиновый фактор роста (ИФР-1), тиреотропный гормон (ТТГ), 5) восстановление антиокислительной защиты (общая антиоксидантная активность (АОС), глутатионпероксидаза (ГПЛ), супероксиддисмутаза (Cu/Zn-СОД), гидроперекиси липидов (ГПЛ), малоновый диальдегид (МДА)); 6) снижение концентрации хлороформа в биосредах (кровь, моча); 7) нормализация работы щитовидной железы (УЗИ с анализом кровотока) и нервной системы (электроэнцефалография (ЭЭГ), рентгенография черепа). Клинико-лабораторные исследования выполнены стандартными методами.

Содержание хлороформа в биосредах детей выявлено с использованием газового хроматографа «Кристалл-5000» методом равновесной паровой фазы согласно МУК 4.1.2115-06.



**Результаты и их обсуждение.** При оценке эффективности медико-профилактических технологий коррекции, выполненной через 12 месяцев, в ходе сравнительного анализа выявлено, что в группе детей, получавших патогенетически обоснованную схему «А», наблюдалась более значимая положительная динамика показателей физического развития детей, уменьшение жалоб, улучшение соматического статуса, снижение содержания хлороформа в биосредах, нормализация лабораторных показателей.

Число детей с ранее установленным нарушением жирового обмена (32,6–67,4 %) уменьшилось в 2,1–3,0 раза (до 10,7–31,9 %,  $p = 0,01$ ), в отличие от группы сравнения «Б», где количество детей с избытком массы тела (Е67,8) и ожирением (Е66,0) после проведенной коррекции не имело статистически значимых различий с исходными уровнями (23,9–52,7 %,  $p = 0,39–0,57$ ). В группе наблюдения «А» у 57,4 % детей достигнута нормализация массовесовых характеристик, что больше в 2,4 раза, чем в группе сравнения «Б» – 23,3 % ( $p = 0,01$ ). В группе наблюдения «А» снижение ИМТ за 12 месяцев составило  $1,9 \pm 0,5$  единицы, т.е. в среднем на  $2,8 \pm 0,8$  кг, в отличие от группы сравнения «Б», где ИМТ снизился лишь на  $1,1 \pm 0,3$  единицы (на  $1,6 \pm 0,4$  кг) ( $p = 0,001$ ).

При использовании предложенной технологии коррекции у детей группы наблюдения «А» наблюдались выраженные положительные изменения соматического статуса: у 38,8–64,7 % купированы жалобы астеновегетативного характера (в группе сравнения «Б» – у 15,5–31,2 %,  $p = 0,04–0,05$ ), у 23,1–56,7 % снизились проявления дерматитов, фолликулярного кератоза, жирной себореи и акне (в группе сравнения «Б» – у 10,7–24,9 %,  $p = 0,04–0,05$ ), у 17,4–47,8 % уменьшились проявления гепатоцеллюлярной недостаточности, признаки гепатопанкреатита и билиарных дисфункций (в группе сравнения «Б» – у 6,2–24,7 %,  $p = 0,038–0,049$ ), а также уменьшились симптомы эндогенной интоксикации (у 46,6 и 23,8 % детей соответственно  $p = 0,04$ ).

По истечении 12 месяцев на фоне проведенных медико-профилактических мероприятий в крови детей группы наблюдения «А» среднегрупповая концентрация хлороформа снизилась в 3,2 раза, содержания хлороформа в моче не было выявлено ( $p = 0,0015–0,023$ ). В группе сравнения «Б» содержание в биосредах (кровь, моча) хлороформа достоверно не изменилось, оставаясь на прежних уровнях ( $p = 0,73–1,0$ ).

У 39,1–47,6 % детей группы наблюдения «А» в качестве индикаторных показателей, демонстрирующих положительные сдвиги, со стороны углеводного и жирового обмена отмечены: нормализация индекса НОМА (до  $1,4 \pm 0,24$ ) и инсулина (до  $7,0 \pm 1,7$  ммоль/дм<sup>3</sup>), уровня С-пептида (до  $1,7 \pm 0,2$  нг/мл) и лептина (до  $8,4 \pm 1,9$  нг/мл) ( $p = 0,017–0,032$ ).

Со стороны биохимических тестов также фиксируются положительные сдвиги: у 33,7–41,8 % детей группы наблюдения «А» уровни глюкозы ( $4,68 \pm 0,11$  ммоль/дм<sup>3</sup>), ЛПВП ( $1,5 \pm 0,07$  ммоль/дм<sup>3</sup>), ЛПНП ( $2,0 \pm 0,18$  ммоль/дм<sup>3</sup>), холестерина общего ( $3,6 \pm 0,21$  ммоль/дм<sup>3</sup>), аполипопротеина В-100 ( $0,5 \pm 0,02$  ммоль/дм<sup>3</sup>) и аполипопротеина А1 ( $1,8 \pm 0,17$  ммоль/дм<sup>3</sup>) вернулись в пределы физиологической нормы ( $p = 0,015–0,17$ ). В группе наблюдения «Б» динамика биохимических показателей не имела статистической значимости различий ( $p = 0,42–1,0$ ).

У детей группы наблюдения «А» в ходе лабораторного исследования с 19 до 7 % уменьшилось число детей с низким уровнем ГАМК в сыворотке крови, кон-

центрация нейромедиатора увеличилась с  $0,071 \pm 0,008$  до  $0,137 \pm 0,016$  мкмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,01$ ). Со стороны гормонального гомеостаза наблюдалась наибольшая положительная динамика. У 38,8–51,3 % детей, получавших программу коррекции, выявлена нормализация уровня серотонина ( $143,5 \pm 22,4$  нг/мл) и кортизола ( $272,7 \pm \pm 48,5$  нм/см<sup>3</sup>) ( $p = 0,01-0,02$ ). В группе сравнения «Б» данных изменений зафиксировано не было ( $p = 0,64-0,67$ ).

Исследование тиреоидного обмена (содержания ТТГ и Т<sub>4св</sub>) не выявило статистически значимых различий, показатели находились в пределах физиологической нормы. Вместе с тем в группе наблюдения «А» отмечена значимая активация функциональной активности щитовидной железы: с  $14,5 \pm 0,4$  до  $17,5 \pm 0,4$  пкмоль/л увеличилось содержание Т<sub>4св</sub> в крови ( $p \leq 0,01$ ), с 27,7 до 13,1 % уменьшилось число детей с низким уровнем данного гормона ( $p \leq 0,05$ ). В 1,4 раза, с  $1,8 \pm 0,26$  до  $1,3 \pm \pm 0,27$  мкМЕ/см<sup>3</sup>, понизилась концентрация ТТГ ( $p \leq 0,01$ ).

У 56,6–64,1 % детей группы наблюдения «А» среднegrupповые значения, характеризующие антиокислительную защиту организма, в целом достигли нормативных уровней (отмечено повышение Cu/Zn – СОД до  $58,8 \pm 4,0$  нг/см<sup>3</sup> и снижение ГПО до  $32,6 \pm 3,1$  нг/мл,  $p = 0,03-0,05$ ). Показатели антиоксидантной активности сыворотки крови пришли в норму ( $37,3 \pm 0,6$  %), в отличие от группы сравнения «Б», где исследуемые величины находились на уровне исходных значений ( $p = 0,093-0,75$ ).

В группе наблюдения «А» у 42,4 % детей понизился первоначально повышенный уровень ГПЛ в сыворотке крови (до  $216,3 \pm 23,0$  мкмоль/дм<sup>3</sup>) ( $p = 0,05$ ), содержание МДА достигло нормативных значений ( $2,0 \pm 0,19$  мкмоль/см<sup>3</sup>) ( $p = 0,01$ ).

Методами ультразвуковой диагностики в группе наблюдения «А» у 56,8 % детей зафиксировано восстановление до физиологических нормативов изначально повышенного объема щитовидной железы, у 51,4 % выявлено восстановление индексов периферического сопротивления сосудов (пульсационный индекс и индекс резистентности), у 32,5 % нормализовалась эхоструктура ( $p = 0,04-0,05$ ). Рентгенографические признаки внутричерепной гипертензии имели место лишь у 13 % детей, общемозговые отклонения биоритмики головного мозга на электроэнцефалографии отмечены – у 12 %, нарушения скорости окостенения и минеральной плотности кости выявлены у 15 % обследованных ( $p = 0,04-0,05$ ), что в 1,1–1,8 раза меньше, чем в группе сравнения «Б» (26,5; 19,1 и 21,1 % соответственно,  $p = 0,06-0,39$ ).

При анализе структуры нарушений жирового обмена у детей групп исследования до и после применения разработанных программ коррекции заболеваемость ожирением (Е66.0) и избыток массы тела (Е67.8) уменьшились в 2,4–2,5 раза ( $p = 0,042-0,047$ ), преимущественно за счет риск-ассоциированного компонента, связанного с воздействием ХОС. При этом достигнуто снижение интенсивности причинно-следственной связи формирования нарушений жирового обмена с потреблением питьевой воды с повышенным содержанием хлороформа, ранее установленная связь стала недостоверной (нижняя граница доверительного интервала (DI) определяется на уровне менее 1,0) (таблица).

При этом отношение шансов (OR) сохраняется на уровне 1,07 (выше 1,0), что диктует необходимость сохранения контроля и дальнейшего проведения медико-профилактических мероприятий в динамике.

## Структура и отношения шансов формирования нарушений жирового обмена у детей групп исследования до и после проведения программы коррекции, %

Структура выявленной патологии	Группа исследования до применения программы коррекции, %		Группа исследования после применения программы коррекции, %		<i>p</i>
	до	фоновый уровень	после	фоновый уровень	
Избыток массы (Е67.8)	10,7	4,3	5,2	4,3	0,042
Ожирение (Е66.0)	5,3	2,2	1,7	2,2	0,047
Нарушения жирового обмена (Е67,8+Е66,0)	16,0	6,5	6,9	6,5	0,005
Отношение шансов формирования нарушений жирового обмена (Е67,8+Е66,0)	<i>OR</i> = 2,74; <i>DI</i> = 1,16–7,14; <i>p</i> < 0,05		<i>OR</i> = 1,07; <i>DI</i> = 0,35–3,23; <i>p</i> < 0,05		

Примечание: *p* – статистическая значимость различий до и после применения программы коррекции.

**Выводы.** Результаты сравнительной оценки эффективности медико-профилактических технологий коррекции нарушений жирового обмена у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным уровнем хлороформа, свидетельствуют:

1. Заболеваемость ожирением (Е66.0) и избыток массы тела (Е67.8) снижаются в 2,4–2,5 раза (*p* = 0,042–0,047) при использовании разработанных программ относительно традиционных подходов (преимущественно за счет риск-ассоциированного компонента, обусловленного воздействием хлороформа).

2. Наблюдается более выраженная положительная динамика (в 2,4–3,2 раза относительно группы сравнения) клинико-лабораторных, функциональных и химико-аналитических показателей при использовании предложенных методически подходов (преимущественно за счет снижения в 1,6 раза повышенного ИМТ и снижения в 3,2 раза уровня хлороформа в биосредах детей).

3. Интенсивность ранее установленной причинно-следственной связи (*OR* = 2,74; *DI* = 1,16–7,14; *p* < 0,05) формирования нарушений жирового обмена с потреблением питьевой воды с повышенным содержанием хлороформа снижается после применения разработанной программы коррекции (*OR* = 1,07; *DI* = 0,35–3,23; *p* < 0,05);

4. Сочетание базовых основ, рекомендованных Министерством здравоохранения РФ (диета, режим), с обоснованными патогенетическими компонентами гепатопротекторной и мембраностабилизирующей («Фосфоглив», «Хофитол»), ноотропной («Пантогам», «Пикамилон») и антиоксидантной терапии («Реамберин», «Мульти-табс® Юниор») с элементами физиотерапевтического воздействия (индуктотермия на область желчного пузыря и печени, транскраниальная магнитотерапия), лечебной физкультуры и массажа позволяет добиться максимально высокой эффективности медико-профилактических мероприятий.

### Список литературы

1. Гигиеническая оценка комплексного действия хлороформа питьевой воды / Т.И. Иксанова, А.Г. Мальшева, Е.Г. Растяжников, Н.А. Егорова, Г.Н. Красовский, М.Г. Николаев // Гигиена и санитария. – 2006. – № 2. – С. 8–12.

2. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. К вопросу установления и доказательства вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 2. – С. 14–26.
3. Каримов Ф.К. Патохимия токсического действия хлорорганических и ароматических соединений // Медицинский вестник Башкортостана. – 2007. – Т. 6, № 2. – С. 76–80.
4. Красовский Г.Н., Егорова Н.А. Хлорирование воды как фактор повышенной опасности для здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 17–21.
5. Ланин Д.В. Анализ корегуляции иммунной и нейроэндокринной систем в условиях воздействия факторов риска // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 73–81.
6. Лужецкий К.П. Йоддефицитные заболевания природно-обусловленного происхождения у детей Пермского края // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 3. – С. 25–29.
7. Лужецкий К.П., Маклакова О.А., Палагина Л.Н. Нарушения жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду ненормативного качества // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 66–70.
8. Лужецкий К.П. Методические подходы к управлению риском развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 47–56.
9. Лужецкий К.П., Цинкер М.Ю., Вековшина С.А. Структурно-динамический анализ эндокринной патологии на территориях российской федерации с различным уровнем и спектром загрязнения среды обитания // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 5 (290). – С. 7–11.
10. Методические аспекты и результаты оценки демографических потерь, ассоциированных с вредным воздействием факторов среды обитания и предотвращаемых действиями Роспотребнадзора, в регионах Российской Федерации / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 4 (301). – С. 15–20.
11. Нормативно-правовые и методические аспекты интеграции социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной модели надзора / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 1. – С. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2018.1.01
12. Особенности эндокринных нарушений у детей, проживающих в условиях высокого риска ингаляционного воздействия бензола, фенола и без(а)пирена / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, Л.Н. Палагина // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 97–103.
13. Рахманин Ю.А., Доронина О.Д. Стратегические подходы управления рисками для снижения уязвимости человека вследствие изменения водного фактора // Гигиена и санитария. – 2010. – № 2. – С. 8–13.
14. Сергеев О.В., Сперанская О.А. Вещества, нарушающие работу эндокринной системы: состояние проблемы и возможные направления работы. – Самара: Ас Гард. – 2014. – С. 35.
15. Штина И.Е., Лужецкий К.П., Устинова О.Ю. Оценка эффективности технологии профилактики нарушений физического развития и недостаточности питания (Е44-46), ассоциированных с воздействием металлов (свинец, марганец, никель, кад-

мий, хром), у детей // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 4 (289). – С. 38–42.

16. Fukai T., Ushio-Fukai M. Superoxide Dismutases: Role in Redox Signaling, Vascular Function, and Diseases // Antioxidants & Redox Signaling. – 2011. – № 15 (6). – С. 1583–1606. DOI: 10.1089/ars.2011.3999

17. White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants, 5th Ed. ILSI: Black&Veatch Corp. – 2010. – P. 1062.

## **Длительность и напряженность гуморального иммунитета к вирусу кори у населения**

**В.Г. Макарова, О.Ю. Устинова, О.В. Долгих**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Обсуждается проблема формирования и сохранения гуморального иммунитета к вирусу кори в условиях спорадической заболеваемости. Проведено серологическое исследование напряженности и длительности гуморального иммунитета к вирусу кори у населения, проживающего в условиях крупного промышленного центра. Установлено, что содержание поствакцинальных антител к возбудителю кори у детей соответствует протективному уровню, что показывает высокую эффективность вакцинопрофилактики. При изучении напряженности противокорревого иммунитета у взрослого населения установлено, что каждый девятый из обследованных не имеет защитного уровня противокорревых антител и является представителем группы высокого риска. При этом наиболее высокий процент (38 %) серонегативных лиц регистрируется в возрастной группе 23–29 лет. Низкий уровень защищенности от кори имеет четверть взрослого населения, только каждый седьмой взрослый защищен от заболевания на длительный период жизни, при этом более 80 % из этой категории – население старше 50 лет.

**Ключевые слова:** иммунопрофилактика, население, корь, поствакцинальный иммунитет, напряженность иммунитета, длительность иммунитета.

В 2018 г. заболеваемость корью в РФ возросла втрое относительно среднего многолетнего уровня и составила 1,73 случая на 100 тыс. населения (в 2017 г. – 0,5). Зарегистрировано 2538 случаев кори в 66 регионах страны (в 2017 г. – в 54). Наибольшая доля заболевших корью приходится на лиц, не привитых против кори или не имевших сведений о прививках (свыше 90 %). В возрастной структуре заболевших остается высокой доля детей (55,4 %), среди которых 90 % составляют дети, не вакцинированные против кори.

Создание прочного коллективного иммунитета в борьбе с корью достигается массовой вакцинацией. Современные живые противовирусные вакцины стимулируют антителообразование у 90–97 % иммунизированных лиц. В условиях широкого охвата детского населения профилактическими прививками и многолетней спорадической заболеваемости корью сохраняется риск возникновения заболеваний у насе-

ления с низким протективным уровнем антител и лиц, утративших поствакцинальный иммунитет. Результаты эпидемиологических исследований показывают, что заболеванию подвержены непривитые, но имеются данные, что среди всех заболевших привитые живой коревой вакциной (ЖКВ) составляют до 20,5 %, в том числе получившие две дозы вакцины – 13,2 %. Эпидемиологическая оценка защищенности от кори различных возрастных групп населения РФ позволила выявить группы повышенного риска заболевания. Подростки 15–17 лет и взрослые 18–19 лет, однократно привитые живой коревой вакциной, отнесены к группе повышенного риска, поскольку среди этого контингента выявляется значительный процент серонегативных лиц (12,9–14,1 %). Кроме того, группой риска является взрослое население, не имеющее сведений о сроках привитости и заболеваемости корью. Сведений о напряженности гуморального иммунитета в возрастном аспекте недостаточно, что требует дополнительного обследования и выявления серонегативных лиц для проведения вакцинации и сохранения прочного коллективного иммунитета.

**Целью исследования** являлось изучение напряженности поствакцинального иммунитета к вирусу кори у детей и взрослых в условиях широкого охвата вакцинацией детского контингента и многолетней спорадической заболеваемости корью.

**Материалы и методы.** Для изучения коллективного противокорьевого иммунитета проведено серологическое обследование 380 человек, проживающих на территории крупного промышленного центра с многопрофильным характером промышленного производства. Было обследовано 219 детей в возрасте 4–7 лет, у которых, в соответствии с «Национальным календарем прививок», была выполнена плановая профилактика кори вакциной ЖКВ (вакцинация в 12 месяцев, ревакцинация – в возрасте 6 лет), не имевших поствакцинальных реакций. А также – 171 человек взрослого населения случайной выборки в возрасте от 23 до 72 лет, не имеющих документально подтвержденного прививочного анамнеза и сведений о перенесенной болезни. Для определения длительности и напряженности популяционного противокорьевого иммунитета взрослые были разделены на возрастные категории: 23–29 лет, 30–39 лет, 40–49 лет, 50–59 лет, 60–69 лет и старше 70.

Оценка состояния поствакцинального иммунитета к возбудителю кори у детей была проведена через три и четыре года после вакцинации и спустя один год – после ревакцинации ЖКВ на основании исследования содержания циркулирующих специфических поствакцинальных антител. Серологическая диагностика у взрослого населения проведена методом однократного поперечного анализа.

Исследование содержания поствакцинальных антител осуществлялось методом иммуноферментного анализа с использованием тест-систем Anti-Measles Viruses ELISA (IgG) предназначенных для количественного определения *in vitro* антител класса IgG к вирусу кори в сыворотке крови.

Клинико-лабораторные обследования проводили с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1983), Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP), и в соответствии с требованиями этического комитета ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». У родителей и законных представителей обследованных детей и пациентов было получено добровольное информированное согласие на проведение реабилитационных, функциональных и лабораторных исследований.

Статистическую обработку полученного материала проводили с помощью стандартных методов и специальных программных продуктов с приложениями MS Office.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ среднегрупповых показателей содержания поствакцинальных антител у детей к вирусу кори показал, что их уровень в анализируемые сроки после вакцинации превышал протективный в 3,4–3,8 раза и в 4,1 раза через год после ревакцинации. Результаты исследования выявили, что нарушения противокорревого поствакцинального иммунитета у детей встречались в единичных случаях (3–6 %). Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности противовирусной ЖКВ вакцины у детей.

Анализ среднегрупповых показателей содержания поствакцинальных антител у взрослого населения в разные возрастные периоды показал, что уровень защитных антител нарастает с возрастом. Минимальный уровень защиты от возбудителя кори имеет молодое поколение в возрасте 23–29 лет. В данной возрастной категории 38,4 % не имеет протективного уровня антител, каждый восьмой не защищен в возрасте от 30–39 лет и каждый 12-й в возрасте 40–49 лет. Наиболее высокий уровень протективных антител прослеживается у населения старше 50 лет (таблица).

Оценка напряженности иммунитета у взрослого населения разных возрастных периодов против возбудителя кори

Возраст, лет	Среднегрупповой уровень содержания антител	Ниже протективного уровня (<0,18 МЕ/мл)	Доля в данной возрастной категории, %	Соответствует протективному уровню (0,18–5,0 МЕ/мл)	Доля в данной возрастной категории, %	Выше протективного уровня (>5,0 МЕ/мл)	Доля в данной возрастной категории, %
72	4,33	0	0	1	50	1	50
60–69	3,39	1	2,3	33	79,1	8	18,6
50–59	3,21	2	5,8	22	64,8	10	29,4
40–49	1,79	3	8,3	32	86,2	2	5,5
30–39	1,56	4	13,3	26	86,7	–	–
23–29	0,75	10	38,4	14	54,0	2	7,6
<b>Всего</b>	<b>2,3</b>	<b>20</b>	<b>11,7</b>	<b>128</b>	<b>74,9</b>	<b>23</b>	<b>13,4</b>

По результатам исследования напряженности противокорревого иммунитета у взрослого населения установлено, что в различных возрастных группах протективный уровень антител имеет 50–86 % населения, что недостаточно для создания прочного популяционного иммунитета. Углубленный анализ уровня поствакцинальных антител показал, что 11,7 % обследованных взрослых не имеют защитного уровня противокорревых антител и составляют группу высокого риска заболевания корью. При этом половина незащищенных лиц относится к возрастной категории 23–29 лет, а у 14,6 % их содержание не превышает 0,5 МЕ/мл. Обе категории населения подлежат двукратной вакцинации против кори. У 13,4 % обследованных взрослых уровень противокорревых антител находится в пределах 0,5–1,0 МЕ/мл, что говорит о кратковременной защите от кори. Эта категория населения подлежит однократной вакцинации в ближайшие 3–5 лет. Лишь 13,4 % обследованных взрослых имеют показатели выше протективного уровня (более 5,0 МЕ/мл) и защищены от заболевания на длительный период жизни, при этом 82,6 % из них – это население старше 50 лет. Полученные результаты в старшей возрастной группе, скорее всего, свидетельствуют о перенесенном ранее заболевании.

**Выводы:**

1. В условиях спорадической заболеваемости корью существующий график вакцинации/ревакцинации не обеспечивает стойкого пожизненного иммунитета.
2. До 40 % взрослого населения в возрасте 23–29 лет серонегативны к вирусу кори.

**Список литературы**

1. Васнева Ж.П., Беляева Л.В., Шапошникова С.В. Напряженность поствакцинального гуморального иммунитета у детей // Организационные, диагностические и лечебные аспекты деятельности учреждений здравоохранения: сб. науч. тр. – Воронеж, 2005. – С. 187–190.
2. Длительность и напряженность поствакцинального гуморального иммунитета к вирусу кори, паротита и краснухи / А.И. Заргарьянц, И.В. Яковлева, Т.С. Селезнева [и др.] // Журнал эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2005. – № 5 (24). – С. 15–19.

**О совершенствовании критериев оценки пылевой нагрузки для защиты здоровья работников пылевых профессий**

**А.В. Сухова, Л.Л. Гвоздева, Л.А. Луценко**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»  
 Роспотребнадзора,  
 г. Москва, Россия

Пылевой фактор сохраняет приоритетное значение среди факторов риска здоровью работников отраслей промышленности, связанных с пылеобразованием. Профессиональные заболевания от воздействия промышленных аэрозолей занимают одно из ведущих мест в структуре профессиональной заболеваемости (16,37 %). При этом на долю пневмокониозов вследствие воздействия кремнийсодержащей пыли приходится 25,87 %, хронических пылевых бронхитов – 17,63 %. Все это обуславливает необходимость проведения исследований по обоснованию профессионального риска для работников пылевых профессий. Для более адекватной оценки пылевой нагрузки предлагается учитывать концентрацию витающей пыли с учетом ее дисперсности и массу вдыхаемой пыли. При выполнении работ на открытом воздухе в различных климатических регионах следует принимать во внимание сезонные температурные влияния на величину пылевой нагрузки.

**Ключевые слова:** пылевая нагрузка, дисперсность пыли, климатические условия, риск для здоровья работников, пылевые заболевания органов дыхания.

Пылевой фактор сохраняет приоритетное значение среди факторов риска здоровью работников отраслей промышленности, связанных с пылеобразованием. Согласно ежегодному докладу Роспотребнадзора, в 2017 г., как и в предыдущие



годы, профессиональные заболевания от воздействия промышленных аэрозолей занимают одно из ведущих мест в общей структуре профессиональной заболеваемости, составляя 16,37 %. При этом на долю пневмокониозов вследствие воздействия кремнийсодержащей пыли приходится 25,87 %, хронических пылевых бронхитов – 17,63 % [11]. Высокие уровни профессиональной заболеваемости продолжают регистрироваться на предприятиях горнодобывающей промышленности при подземной эксплуатации месторождений полезных ископаемых, в черной и цветной металлургии, в промышленности строительных материалов, машиностроении и др.

Пылевая обстановка на рабочих местах в целом и, особенно, в угольной промышленности как при подземном, так и открытом способах добычи угля с гигиенических позиций оценивается как неблагоприятная, что определяет ее лидирующее положение в формировании уровня профессиональной заболеваемости. При подземной добыче случаи профессиональных пылевых заболеваний чаще всего выявляются у горнорабочих очистных забоев, проходчиков, забойщиков, бурильщиков, скреперистов, машинистов погрузочных и буровых машин и др. [16]. В структуре профессиональных заболеваний пылевой этиологии особое внимание уделяют пневмокониозам – как самым распространенным. Это обусловлено, прежде всего, тем, что даже при применении комплекса мероприятий по предупреждению пылеобразования и борьбе с пылью концентрация пыли в воздухе рабочей зоны значительно превышает гигиенический норматив.

Несмотря на достигнутый прогресс технологий добычи и использования полезных ископаемых, ведущий к снижению пылеобразования и интенсивности пылевого фактора на рабочих местах, можно полагать, что накопленная в предыдущие годы доза пыли в легочной ткани продолжает сказываться на развитии профессиональной пылевой патологии.

Для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия причиной развития пневмокониоза и хронического пылевого бронхита является длительное воздействие повышенных концентраций пыли (твердой фазы аэрозоля).

Согласно проводимым исследованиям, было доказано, что при работе уже больных людей при высокой запыленности крупнодисперсная пыль попадает в легкие работников при осаждении на стенки верхних дыхательных путей (ВДП), когда их слизистая оболочка уже подвержена разрушению и не может выводить оседающую пыль. То есть при длительном воздействии пыли ослабевает защитный механизм слизистой оболочки ВДП, что способствует проникновению крупнодисперсной пыли из верхних в более глубокие дыхательные пути и легкие [22].

Пневмокониоз рассматривается как одно из прогрессирующих заболеваний бронхолегочной системы в структуре профессиональной патологии не только в России, но и за рубежом [2]. Нозологическая форма пневмокониозов определяется составом аэрозоля (силикоз, антракоз, антракосиликоз и т.п.). Ведущими факторами в развитии пневмокониоза считают количество пыли, накопившейся в легких, и перенапряжение функциональных систем организма, обеспечивающих ее выведение. Характеристика течения и частота возникновения зависят от целого ряда факторов: таких как нагревающий (либо охлаждающий) микроклимат, шум, вибрация, тяжесть и напряженность труда и прочих [28].

У пылевых профессий основными показателями, характеризующими поступление пылевых частиц в организм и их задержку в органах дыхания, являются концентрация пыли в ингалируемом воздухе и время ее выведения, размер час-

тиц (дисперсность), их плотность (удельный вес), растворимость, объем дыхания – в зависимости от тяжести труда, а также индивидуальная чувствительность организма [8, 26].

Аэрозольные частицы диаметром 10 мкм и более оседают в основном в бронхах здорового человека и являются одной из основных причин развития профессионального пылевого бронхита [10]. Согласно имеющимся данным [15, 19, 24], частицы крупнее 10 мкм по масс-медианному аэродинамическому диаметру (ММАД) полностью осаждаются в полости носа и при дыхании через рот не проникают дальше верхних бронхов. Отдельные авторы [29] допускают более глубокое проникновение частиц размером более 10 мкм. Зависимость общего отложения пыли в легких от фильтрующей способности носа, которая может колебаться от 10 до 70 % [17, 20] при разной частоте и глубине дыхания, обуславливает весьма значительные индивидуальные различия [1, 13].

Постоянный или интермиттирующий характер воздействия пылевого фактора при одинаковой пылевой нагрузке имеет разное значение. При интермиттирующем действии и наличии пиковых концентраций, превышающих средние в 5 раз и более, скорость выведения пыли из легких уменьшается, что приводит к выраженному фиброгенному эффекту [17, 18].

Практически всеми исследователями признается, что задержка пылевых частиц в дыхательных путях зависит от их дисперсности. Согласно многим исследованиям, в альвеолах максимально откладываются частицы размером 0,5–2,0 мкм [21, 23], минимальная величина частиц, способных задерживаться в альвеолах, составляет 0,4–0,5 мкм.

Теоретические расчеты, проверенные экспериментальными данными, позволили создать кривые проникновения и отложения пыли в респираторном тракте. На основании этих данных фракцию пыли 0,25–0,5 мкм стали считать респираторной и самой опасной. В последующие годы были разработаны кривые отложения частиц в альвеолах и респираторном тракте в целом.

В исследованиях Е.А. Вигдорчик на примере мелких частиц каолина (0,3–0,5 мкм) показано возрастание общей задержки частиц и задержки в верхних дыхательных путях с увеличением размера частиц, тогда как в альвеолах был отмечен наиболее высокий процент задержки пылевых частиц размером около 1 мкм (85 %). Исследования соотношения размеров пылевых частиц, найденных в легких людей, работающих на пыльных производствах, умерших от силикоза и у не болевших силикозом, было относительно равнозначным: около 70 % составляли частицы до 0,8 мкм.

Проведенные расчеты вдыхаемой пыли различной дисперсности и распределение (задержка) ее частиц в органах дыхания показали, что на проникновение и задержку частиц существенно влияет тип и объем дыхания. Задержка частиц в органах дыхания происходит за счет соударения и прилипания к слизистой оболочке при изгибе ходов, броуновского движения, оседания под действием гравитации. При носовом дыхании происходит более высокая задержка частиц, чем при дыхании через рот [3]. Е.А. Вигдорчик при исследовании мелкодисперсных частиц показала, что частицы размером менее 1 мкм меньше задерживаются при дыхании через нос и больше – при дыхании через рот; фракция 1,3 мкм больше задерживается при носовом дыхании, а фракции в 3 мкм и больше примерно одинаково задерживаются при дыхании через рот и нос.

Действие на органы дыхания малорастворимой пыли связывают с накоплением в легких критической ее дозы, для формирования которой важны как параметры пыле-

вой экспозиции, так и активность мукоцилиарного клиренса и фагоцитоза, способствующие очищению дыхательного тракта от осевших частиц. Поэтому для оценки потенциальной опасности воздействия аэрозольных частиц на организм работающих и население важным является знание не только дисперсного состава витающей в воздухе пыли, но прежде всего – дисперсности (фракционного состава) вдыхаемого аэрозоля.

Рядом исследований отмечено, что концентрация частиц внутри дыхательных путей в зависимости от размера частиц, условий дыхания и использования средств индивидуальной защиты органов дыхания может существенно отличаться от концентрации частиц в окружающей среде.

Для нахождения такой концентрации введено понятие «вдыхаемая фракция» (в зарубежной литературе: *ingalable fraction*). Она определяется как массовая доля всех взвешенных в воздухе частиц, которые вдыхаются через нос или рот. Понятие вдыхаемой фракции аналогично термину «коэффициент аспирации» аэрозольных пробоотборников, принятому в теории пробоотбора аэрозольных частиц.

Актуальность задачи оценки вдыхаемой фракции пылевых частиц особенно возрастает в связи с активным развитием прогрессивных технологий, к которым относится наноиндустрия. В этом случае оценка такой «пылевой нагрузки» может быть осуществлена на основе экспериментальных исследований и математического моделирования. Применение математического моделирования имеет преимущества, связанные с меньшими затратами на подобные исследования, их большей информативностью и возможностью прогнозирования.

В стандарте ГОСТ Р ИСО 7708: 2006 (дата последнего изменения – 23.06.2009 г.) «Качество воздуха. Определение гранулометрического состава частиц при санитарно-гигиеническом контроле» определен норматив по вдыхаемой фракции для оценки риска возникновения легочных заболеваний [4]. Данный норматив разработан на основе измерений при скорости ветра более 1 м/с и используется применительно к условиям, встречающимся как в наружном воздухе, так и внутри помещений.

В настоящее время является актуальной разработка формулы расчета и норматива для вдыхаемой фракции в условиях низкоскоростной среды.

В условиях запыленности воздушной среды, особенно при высокой концентрации опасных взвешенных частиц, применяются различные средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), что позволяет значительно уменьшить вдыхаемую фракцию. В то же время следует обратить внимание на данные В.Ф. Кириллова с соавт. [7], которыми был сделан вывод о несоответствии декларируемых коэффициентов защиты современных СИЗОД, реально обеспечиваемыми показателями в производственных условиях во время работы. Основной причиной несоответствия является проникновение нефильтрированного воздуха в подмасочную область через зазоры между защитной маской и лицом вследствие неправильного подбора масок или деформации мест прикосновения маски и лица во время работы.

И.Т. Мухаметзановым [9] была разработана математическая модель расчета вдыхаемой фракции дисперсных воздушных загрязнений для случая низкоскоростной (0,4 м/с) и неподвижной среды (отсутствие ветра). Автором дана оценка доз взвеси, оседаемых в дыхательной системе человека при свободном дыхании через защитную маску разной степени герметичности. Им выделены три зоны: 1-я зона (Head) включает носовую полость, носоглотку, носоглоточные пути; 2-я зона (Tracheobronchial) включает трахею, бронхи и бронхиолы; 3-я зона – это альвеолы (Alveolar). Для расчета доли аэрозольных частиц, осевших в указанных зонах, ис-

следователь использовал программу MPPD (Multiple- Path particle Dosimetry V2.11), разработанную Институтом медицинских наук и Нидерландским национальным институтом здравоохранения и окружающей среды. В ходе исследований автором было отмечено, что при свободном дыхании без респиратора более 50 % частиц размером 10–100 нм оседает в альвеолярной зоне и около четверти (25 %) – в зоне Head. Примерно одинаковое число среднedisперсных частиц (100–1000 нм) оседает в 1-й и 3-й зонах и почти в 1,5 раза меньше – во 2-й зоне. Важными являются данные автора о том, что при использовании респиратора без зазора общее количество осевших частиц размером 10–1000 нм в дыхательной системе уменьшилось в 77 раз, в том числе – в альвеолах – в 82 раза, тогда как при использовании респиратора с зазором эффективность защиты значительно снижается. В этом случае отмечено снижение задержки частиц лишь в 21 раз.

На основании имеющихся материалов о поведении пыли в воздухе и ее задержке в органах дыхания в связи с дисперсностью можно сделать вывод о том, что для пылевых профессий гигиеническое значение имеют частицы размером 5 мкм и меньше.

Однако дифференцированный учет дисперсности витающей и вдыхаемой пыли к настоящему времени реализован в нашей стране применительно только к охране окружающей среды. Результаты многочисленных отечественных и зарубежных эпидемиологических исследований по изучению влияния на состояние здоровья населения взвешенных частиц  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$  послужили основой для утверждения отечественных гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (ГН 2.1.6.2604-10, дополнение № 8 к ГН 2.1.6.1338-03), регламентирующих величину ПДК взвешенных частиц  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$ . Данный документ устанавливает максимальные разовые и среднесуточные ПДК ( $mg/m^3$ ) для мелкодисперсных частиц ( $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$ ). Тем самым законодательно закреплена необходимость обеспечения качества атмосферного воздуха населенных мест по указанным загрязнителям, которые подлежат государственному учету и нормированию после разработки соответствующих методик определения и гигиенических (экологических) нормативов качества атмосферного воздуха; их внедрения в практику контроля.

Европейской комиссией по стандартизации (CEN) разработан референтный (эталонный) метод для отбора проб и измерения взвешенных частиц. Директивы Европейского совета устанавливают, что эталонным методом является гравиметрический метод измерения. Остальные методы измерения концентрации взвешенных частиц рассматриваются как эквивалентные.

Руководящий документ РД 52.04.830-2015 [14] устанавливает методику измерения гравиметрическим методом массовой концентрации взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм и взвешенных частиц диаметром менее 2,5 мкм в атмосферном воздухе. РД устанавливает также порядок определения скорректированного коэффициента для автоматического анализатора с использованием гравиметрического метода.

Как известно, наряду с задержкой пыли, поступающей в органы дыхания, протекают процессы самоочистки. Очистка вдыхаемого воздуха от механических примесей осуществляется при воздействии ряда механизмов: отложение вдыхаемых частиц в дыхательных путях и мукоцилиарная очистка легких от осевших частиц. Нарушения работы механизма очистки играют немалую роль в патогенезе многих болезней органов дыхания. Модели процессов оседания частиц на стенках

дыхательных путей легких разрабатываются достаточно интенсивно во многих исследованиях [25, 27].

К актуальным направлениям современных исследований относится прогнозирование безопасного рабочего стажа до развития пневмокониоза, для чего предложен расчет пылевой нагрузки в ГОСТе Р 54578-2011 [5]. Однако эта методика при ее использовании применительно к оценке работ на открытом воздухе не учитывает изменения температуры воздуха и колебания концентраций пыли в течение года. На основании проведенных комплексных исследований на угольных разрезах Е.П. Обожиной [12] был разработан метод расчета реальной пылевой нагрузки, который учитывает комплекс влияющих факторов. Согласно разработанному методу, реальный показатель пылевой нагрузки, рассчитанный для 35 регионов РФ, в 1,5–2,5 раза превышал таковой, рассчитанный по [5]. Наибольшими коэффициентами увеличения пылевой нагрузки по отношению к расчетам, согласно ГОСТ Р 54579-2011 ( $\kappa = 2,02\text{--}2,21$ ), относились: Республика Саха, Магаданская обл. и Чукотский АО. Также большой коэффициент ( $\kappa = 1,71\text{--}1,98$ ) был характерен для Мурманской, Читинской, Пермской и Кемеровской областей, Красноярского края, Республики Коми. По разработанному методу было сделано районирование основных горнодобывающих регионов страны [5]. Данная методика позволит ввести коррективы для расчета допустимого стажа работы в различных климатических условиях посредством сопоставления фактической пылевой нагрузки с контрольной, предложенной в ГОСТе [5, 12].

**Выводы.** Пылевой фактор в воздухе рабочей зоны, несмотря на активно проводимые противопылевые мероприятия, в отдельных отраслях промышленности продолжает оставаться в разряде ведущих неблагоприятных производственных факторов. На долю профессиональной пылевой патологии в структуре профессиональной заболеваемости по РФ приходится также большой удельный вес. Все это обуславливает необходимость проведения исследований по обоснованию профессионального риска для работников пылевых профессий. Для более адекватной оценки пылевой нагрузки предлагается учитывать как концентрацию витающей пыли с учетом ее дисперсности, так и массу вдыхаемой пыли. При выполнении работ на открытом воздухе в различных климатических регионах следует принимать во внимание сезонные температурные влияния на величину пылевой нагрузки.

### Список литературы

1. Баранов С.Н., Носырев И.Е. Исследование молекулярных масс и химическая природа экстрактов ископаемых углей. Структура и свойства углей в ряду метаморфизма // Сб. науч. трудов. АН УССР. – Киев: Наумкова думка, 1985. – С. 98–107.
2. Басанец А.В. О классификации пневмокониоза: новая редакция международной организации труда 2000 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/03/pdf03-4/61.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
3. Борисенкова Р.В., Махотин Г.И. Труд и здоровье горнорабочих. – М., 2001. – 316 с.
4. ГОСТ Р ИСО 7708-2006. Качество воздуха. Определение гранулометрического состава частиц при санитарно-гигиеническом контроле (аутентичный перевод стандарта ISO 7708: 1995 (дата последнего изменения: 23.06.2009). – М., 2006.

5. ГОСТ Р 54578-2011. Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия. Группа Т58. – М., 2011. – 12 с.

6. Капитанов Ю.Т. Оценка влияния разброса концентраций пыли на уровень заболеваемости пневмокониозом // Профилактика профессиональных заболеваний пылевой этиологии: сб. науч. трудов. – М.: НИИ ГТ ПЗ АМН СССР, 1991. – Вып. 44. – С. 145–156.

7. Кириллов В.Ф., Филин А.С., Чиркин А.В. Обзор результатов производственных испытаний средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) // Токсикологический вестник. – 2014. – Т. 129, № 6. – С. 44–49.

8. Кудинов В.П. Суммарная пылевая нагрузка за год работы в очистном забое // Вопросы гигиены труда и профпатологии. – Киев: Здоров'я, 1970. – С. 30–33.

9. Мухаметзанов И.Т. Расчет вдыхаемой фракции дисперсных воздушных загрязнений: дис. ... канд. биол. наук. – Н. Новгород, 2016. – 176 с.

10. О действии грубодисперсной пыли на органы дыхания (экспериментальные исследования) / Л.Т. Еловская, Ю.Т. Капитанов, Э.А. Григорян, В.В. Яглов // Методы анализа и оценка воздействия фиброгенных пылей. – М.: СЭВ, Пост. комис. сотр. в обл. здравоохран., 1987. – С. 34–38.

11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 г.: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека, 2018. – 268 с.

12. Обожина Е.П. Обоснование и разработка метода оценки пылевой нагрузки на персонал разрезов криолитозоны: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2017. – 21 с.

13. Пневмокониозы: Патогенез и биологическая профилактика / Б.А. Кацнельсон, О.Г. Алексеев, Л.И. Привалова, Е.В. Ползик. – Екатеринбург: УрО РАН, 1995. – 326 с.

14. РД 52.04.830-2015. Массовая концентрация взвешенных частиц РМ<sub>10</sub> и РМ<sub>2,5</sub> в атмосферном воздухе. Методика измерений гравиметрическим методом. – М., 2015.

15. Спурный К.С. Аэрозоли. – М.: Атомиздат, 1964. – 360 с.

16. Ткачев В.В. Оценка риска профессиональных заболеваний пылевой этиологии // Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.: Тровант, 2003. – 448 с.

17. Феоктистов Г.С. Экспериментальные данные к вопросу о задержке пыли в легких человека при различных режимах дыхания // Гигиена и санитария. – 1968. – № 2. – С. 21–26.

18. Хухрина Е.В. Ткачаев В.В. Пневмокониозы и их профилактика. – М.: Медицина. – 1968. – 407 с.

19. Gross P. Consideration of the aerodynamic equivalent diameter of respirable mineral fibers // Amer. Industr. Hyg. Assos. – 1981. – Vol. 42, № 6. – P. 445–449.

20. Hatch T., Gross P. Pulmonary deposition and retention of Inhaled aerosols. – N.-Y., London: Acad Press, 1964.

21. Influence of Particle Size upon the Retention of Particle Matter in the Human Lung / M.E. Brown [et al.] // Amer. I. of Publ. Health. – 1950. – Vol. 40. – P. 450–458.

22. John E. Parker, Gregori R. Wagner. Силикоз // Энциклопедия по безопасности и гигиене труда. – М., 2001. – Т. 3. – С. 187.

23. Landahl H.D., Black S.J. Penetration of airborne particulates through the human nose // *Ind. Hyg. And Tox.* – 1947. – № 29. – P. 269–277.
24. Landahl H.D., Herrmann R.D. On the retention air- born particulates in the human lung // *I. Ind. Hyg. And Toxic.* – 1948. – Vol. 30. – P. 181–188.
25. Modeling Approaches in Gurrent Lung Dosimetry Modeles / W. Hofmann, G. Mainelis, A. Mohamed [et al.] // *Environement International.* – 1996. – Vol. 22 (S1). – P. 5965–5976.
26. Muir D.C.F. Correction in cumulative risk in silicosis exposure assessment // *Am. J. Ind. Med.* – 1991. – Vol. 19, № 4. – P. 40–43.
27. Musante C.J., Martoner T.B. Computer Simulations of Particle Deposition in the Developing // *Human Lung.* – 2000. – Vol. 50. – P. 1426–1432.
28. Sebastien P., Begin R. Этиопатогенез пневмокониозов // *Энциклопедия по безопасности и гигиене труда.* – М., 2001. – Т. 3. – С. 190.
29. Walkenhorst W. Grundlagen der Deposition Kleiner Teilchen in Bronchial Alvejlaren // *Med. Clin.* – 1971. – Vol. 66, № 9. – P. 303–307.

## Опыт оценки профессионального риска здоровью работников от воздействия шума, превышающего ПДУ

**В.А. Фокин**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Представлены результаты оценки риска для здоровья работников, формируемого в результате воздействия уровней шума, превышающего ПДУ (80–85 дБА).

**Ключевые слова:** профессиональный риск, шум, профессионально обусловленные заболевания.

Профессиональный риск существенно ухудшает показатели заболеваемости хроническими неинфекционными заболеваниями. В настоящее время около 70 % трудового населения России еще за 10 лет до достижения пенсионного возраста «приобретает» патологию органов системы кровообращения, пищеварения, костно-мышечной, нервной, эндокринной систем и др. [2].

Подсчет показателя индивидуального профессионального риска базируется не только на результатах гигиенической оценки условий труда, но и показателях здоровья, обеспеченности работника средствами индивидуальной защиты, стаже работы во вредных условиях труда и возрасте. В качестве вспомогательной информации допускается использование материалов медицинских осмотров, обращаемости работника за медицинской помощью.

Особенность современного производства – наличие физических факторов (одним из ведущих факторов является воздействие шума на уровне, превышающем предельно допустимый уровень (ПДУ)) [3]. В настоящее время считается общепринятым тот факт, что воздействие шума является психофизическим стресс-фактором. Шумовое воздействие вызывает периферическую вазоконстрикцию, что сопровождается снижением амплитуды пульсовой волны на пальцах рук, снижением температуры кожи. Многие исследователи отмечают увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС). Степень этих изменений колеблется в зависимости от уровня воздействующего шума, возраста, пола, состояния здоровья, состояния нервной системы и личностных особенностей человека [6]. Воздействие громкого шума приводит к изменению в крови уровня кортизола, циклического аденозинмонофосфата, общего холестерина, глюкозы, белковых фракций, адренкортикотропного гормона, адреналина и норадреналина. Повышенный уровень катехоламинов обнаруживается и в моче. Совокупность полученных данных свидетельствует о том, что шумовая стимуляция ниже пороговых значений, вызывающих развитие глухоты, может приводить к гиперактивации гипофизарно-адреналовой системы [7, 8].

Снижение адаптационных возможностей организма служит прогностически неблагоприятным признаком и может быть критерием оценки вероятности развития патологии.

Задача сохранения и укрепления здоровья работников в условиях современного производства требует подходов, основанных на системном научном прогнозировании и управлении профессиональными рисками.

Основным критерием, на основе которого разрабатываются мероприятия по защите здоровья населения от воздействия неблагоприятных факторов рабочей среды и трудового процесса, является величина риска для здоровья людей, находящихся в зоне действия этих факторов. Критерием отсутствия риска является достижение так называемого уровня «приемлемого риска», то есть того уровня риска развития неблагоприятного эффекта, который не требует принятия дополнительных мер по его снижению и оцениваемый как независимый, незначительный по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности и жизни населения.

Одним из наиболее негативно воздействующих на здоровье работников производственных факторов является шум, показатели которого превышают гигиенические нормативы.

Действие шума может быть раздражающим, мешающим и повреждающим. В первом случае это проявляется расстройством сердечно-сосудистой [4] и вегетативной нервной системы [1]. Во втором – когнитивными нарушениями и утомляемостью. В третьем случае возможно снижение слуха и «шумовое опьянение».

ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» за период 2018–2019 гг. была проведена оценка риска для здоровья работающих в условиях воздействия шума, превышающего ПДУ, на трех предприятиях.

В целях оценки риска влияния шума на здоровье работников предприятия, разработки мероприятий по профилактике производственно-обусловленных заболеваний и профессиональных заболеваний были выделены группа наблюдения и группа сравнения. Критериями для включения работников в группу наблюдения являлись: стаж работы не менее 5 лет в условиях шума, превышающего ПДУ, и диапазон превышения ПДУ 80–85 дБА (согласно требованиям п. 3.2.6 СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-



эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»), отнесение работников к одному периоду трудового стажа для выхода на пенсию. Для группы сравнения: стаж работы не менее 5 лет, уровень производственного шума не превышает ПДУ, отнесение работников к одному периоду трудового стажа для выхода на пенсию.

Для определения причинно-следственных связей между воздействием шума и частотой возникновения ответов со стороны систем-мишеней организма работающих в соответствии с Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» определялись такие показатели, как относительный риск ( $RR$ ), доверительный интервал 95% ( $CI$ ), а также этиологическая доля ответов, обусловленная воздействием фактора профессионального риска ( $EF$ ).

В результате проведенного анализа на двух предприятиях в отношении профессионально обусловленных заболеваний расчет не проводился, так как отношение числа лиц с нарушением здоровья в изучаемой группе к количеству лиц с нарушением здоровья в группе сравнения меньше или равно отношению общего количества лиц в изучаемой группе к общему количеству лиц в группе сравнения. На третьем предприятии достоверность связи нарушения здоровья с работой не подтвердилась, и его следует рассматривать как общее заболевание (анализируемые показатели составили  $RR = 1,54$ ,  $CI = 0,36-6,52$ ,  $EF = 34,93$  %).

Вероятность развития профессионального заболевания рассчитывалась как отношение среднего количества установленных профессиональных заболеваний в год у работников к общему количеству работников в условиях шума, превышающего ПДУ, с последующим умножением полученного значения на период трудового стажа (лет), дающего право на пенсию по возрасту (по старости) для работников – 20 лет. В качестве коэффициента тяжести профессионального заболевания принята величина 0,3, рассчитанная на основе потери лет трудоспособности, рекомендованная Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) [5].

На двух предприятиях количественная оценка риска профессиональных болезней не выполнялась в связи с тем, что среди выбранной группы работников в условиях воздействия уровня шума, превышающего ПДУ, за весь период их работы не установлены случаи профессионального заболевания. Риск профессиональных болезней оценивался по классу условий труда по категориям априорного (предварительного) профессионального риска. Риск был оценен в соответствии с классом условий труда по фактору «Шум» как малый (умеренный) риск. При данной категории риска требуются меры по снижению риска, которые заключаются в динамическом наблюдении в соответствии с объемом периодического медицинского осмотра.

На третьем предприятии величина риска профессионального заболевания для выбранной группы работников в условиях шума, превышающего ПДУ, составила  $6,4 \cdot 10^{-3}$ . Рекомендуемые меры по управлению риском: формирование медицинской организацией групп риска (стаж более 5 лет в условиях воздействия шума, превышающего ПДУ) по результатам периодических медицинских осмотров (ПМО); наличие в анамнезе факторов, способствующих потере слуха (механические травмы, применение ототоксических лекарств, заболевания); активное систематическое динамическое наблюдение за состоянием здоровья работников группы риска; выдача лицам, работающим в условиях шума, средств индивидуальной защиты (СИЗ) в соответствии с нормами действующего санитарного законодательства с целью снижения риска воздействия шума на органы слуха до приемлемых уровней.

### Список литературы

1. Гигиена / под ред. Г.И. Румянцева. – М.: ГЭОТАР Медицина, 2000. – 608 с.
2. Измеров Н.Ф. Глобальный план действия по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг.: пути и перспектив развития // Медицина труда и пром. экология. – 2008. – № 6. – С. 1–9.
3. Ложкин И.Д. Техногенные поллютанты в развитии заболеваний желудочно-кишечного тракта: профилактическая роль природных антиоксидантов [Электронный ресурс]. – URL: [www.argo-ua.livejournal.com](http://www.argo-ua.livejournal.com) (дата обращения: 22.03.2019).
4. Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Зиневич Л.С. Гигиена и основы экологии человека. – М.: Академия, 2008. – 544 с.
5. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. – М., 2003.
6. Dejoy D.M. A report on the status of research on the cardiovascular effects of noise // Noise Control Eng. J. – 1984. – Vol. 23. – P. 32–39.
7. Kristensen T.S. Cardiovascular diseases and the work environment. A critical review of the epidemiologic literature on chemical factors // Scand. J. Work Environ. Health. – 1989. – Vol. 15. – P. 245–264.
8. Westman J.C., Walters J.R. Noise and stress: a comprehensive approach // Environ. Health Perspect. – 1981. – Vol. 41. – P. 291–309.

## Управление рисками формирования школьно-обусловленной патологии в рамках единой профилактической среды общеобразовательной организации

**М.В. Шапошникова<sup>1</sup>, Е.С. Богомолова<sup>1</sup>, Т.В. Бадеева<sup>1</sup>,  
Р.С. Рахманов<sup>1</sup>, Н.В. Котова<sup>1</sup>, А.Н. Писарева<sup>2</sup>,  
М.В. Ашина<sup>1</sup>, С.Н. Ковальчук<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский медицинский университет»  
Министерства здравоохранения РФ,  
г. Нижний Новгород, Россия

<sup>2</sup> Территориальный отдел Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Нижегородской области в городском округе город Арзамас, Арзамасском, Ардатовском, Вадском, Дивеевском районах, городском округе город Первомайск, г. Арзамас, Россия

Здоровье детей является одной из наиболее значимых ценностей современного общества. Сохраняющаяся тенденция ухудшения состояния здоровья школьников в процессе обучения определяет необходимость разработки эффективных мероприятий профилактики

формирования школьно-обусловленных заболеваний у обучающихся в общеобразовательных организациях. Оценка риска формирования школьно-обусловленной патологии позволяет выделить приоритетные факторы среды обитания школьников. В результате многолетнего мониторинга (1980–2015 гг.) состояния здоровья и среды обитания детей и подростков г. Нижнего Новгорода были получены данные, позволяющие разработать комплекс мероприятий по профилактике у современных городских школьников морфофункциональных отклонений и хронических заболеваний, традиционно связываемых с условиями и режимом обучения, в рамках единой профилактической среды общеобразовательных организаций.

**Ключевые слова:** профилактика, риск здоровью, школьно-обусловленные заболевания.

Здоровье детей представляет собой ближайший репродуктивный, интеллектуальный, экономический, социально-политический и культурный резерв общества, вследствие чего оно является одной из наиболее значимых ценностей современного общества.

В соответствии с ФЗ № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ст. 40) образовательная деятельность представляет потенциальную опасность для человека и подлежит лицензированию в соответствии с законодательством Российской Федерации. Современная школа должна быть местом, обеспечивающим не только сохранение, но и укрепление здоровья учащихся.

В настоящее время сохраняется тенденция ухудшения состояния здоровья детей и подростков в процессе обучения. Это в значительной степени обусловлено ростом учебных нагрузок на детей, интенсификацией образовательной деятельности, в том числе в связи с использованием в образовательных организациях (ОО) информационно-коммуникационных технологий, не адекватных особенностям и потребностям детского организма внутри школьной среды, распространенностью факторов риска здоровью обучающихся [1, 2, 7, 10].

В последние годы увеличивается количество детей и подростков с функциональными нарушениями и заболеваниями костно-мышечной системы, органов зрения, пищеварения, нервно-психической сферы, традиционно связываемых с условиями и режимом обучения (УиРО). За одиннадцатилетний период обучения увеличивается наполняемость III и IV групп здоровья за счет уменьшения числа школьников II группы здоровья. Изменение показателей заболеваемости не носит линейного характера: отмечены периоды снижения распространенности функциональных отклонений и хронических заболеваний в 4–6-х классах и периоды быстрого подъема в 1–2-х и 8–11-х классах. Этому способствует переход к предметному обучению, высокая учебная нагрузка, не соответствующая функциональным возможностям детей и подростков, повышенное психоэмоциональное напряжение вследствие перехода на классно-кабинетную систему обучения.

Распространенность и социальная значимость функциональных нарушений и заболеваний, связываемых с УиРО, обуславливает, с одной стороны, необходимость постоянного медицинского наблюдения за здоровьем учащихся, с другой – мониторинга школьной среды. В результате этого будет возможно медико-гигиеническое обоснование профилактических и оздоровительных мероприятий в условиях ОО.

Среда обитания школьников представляет собой целостную систему взаимосвязанных компонентов: экологических, образовательных и медико-социальных (медико-биологические факторы, факторы раннего детства и факторы образа жизни), которые могут выступать в качестве факторов риска здоровью обучающихся [14].

При несоответствии параметров факторов школьной среды обитания существующим гигиеническим нормативам и государственным регламентам их воздействие превышает адаптационные возможности организма детей и подростков. Это способствует более раннему формированию негативных отклонений в состоянии здоровья обучающихся, увеличению количества детей, имеющих школьно-обусловленные заболевания (болезни нервной системы, миопия, болезни костно-мышечной системы, гастриты, дуодениты), что в будущем ведет к серьезным медико-социальным последствиям и представляет серьезную государственную проблему.

Оценка риска формирования школьно-обусловленной патологии позволяет выделить приоритетные факторы среды обитания школьников для разработки профилактических и оздоровительных мероприятий.

Алгоритм оценки риска формирования школьно-обусловленных заболеваний включает следующие этапы:

- оценка состояния здоровья школьников по данным углубленных медицинских осмотров;
- гигиеническая оценка факторов среды обитания школьников;
- анализ риска формирования отклонений и заболеваний, традиционно связываемых с условиями и режимом обучения, оценка причинно-следственных связей в системе «здоровье школьников – среда обитания».

Для оценки состояния здоровья школьников организуют комплексные углубленные медицинские осмотры, результаты обследования заносят в единую «Карту изучения состояния здоровья школьника», в которую включают показатели физического развития, а также состояния здоровья по каждому классу заболеваний в соответствии с МКБ-10. У каждого школьника определяется группа здоровья.

Поскольку заболеваемость в регионах существенно различается относительно среднестатистического уровня по России, необходимо рассчитывать региональные фоновые показатели заболеваемости. За фоновый показатель принимается средняя величина из трех минимальных значений по каждому рассматриваемому показателю заболеваемости за последние 5–10 лет.

Антропометрическое обследование осуществляют по унифицированным методикам с использованием сертифицированного оборудования. Для оценки пищевого статуса рассчитывают индекс Кетле-2. Оценка результатов проводится по региональным стандартам [6].

Оценка уровня функциональных резервов (УФР) сердечно-сосудистой, дыхательной и координаторной систем с использованием функциональных проб с нагрузкой (Мартине – Кушелевского, степ-тест, ортостатическая, клино-ортостатическая, Штанге, Генчи, Серкина, координаторная) проводится по региональным стандартам в соответствии с методическими рекомендациями [15]. Результаты заносят в «Индивидуальную карту исследования функциональных резервов ребенка».

Для оценки заболеваемости школьников рассчитывают уровень и структуру патологической пораженности (ПП), морфофункциональных отклонений (МФО) и хронических заболеваний (ХЗ) по каждому классу заболеваний в соответствии с МКБ-10. Также в соответствии с «Руководством по диагностике и профилактике школьно-обусловленных заболеваний, оздоровлению детей в образовательных учреждениях» [11] проводят изучение распространенности у школьников МФО и ХЗ, традиционно связываемых с условиями и режимом обучения. К ним отнесены следующие классы болезней: VI класс – «Болезни нервной системы», VII класс –

«Болезни глаза и его придаточного аппарата», XI класс – «Болезни органов пищеварения», XIII – «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани».

Медико-социальные факторы риска формирования отклонений в состоянии здоровья и заболеваний изучают путем анкетирования школьников (II и III ступень обучения) или их родителей (I ступень обучения) с использованием модифицированной «Анкеты изучения медико-социальных причин формирования отклонений в здоровье и заболеваний у детей». Анкета состоит из 97 вопросов, сгруппированных в четыре раздела: паспортная часть, медико-биологические факторы риска, факторы риска раннего детства и факторы, характеризующие условия жизни ребенка. Всю совокупность ответов по каждому вопросу разделили на четыре группы по соответствию гигиеническим требованиям: «5» – при соответствии гигиеническому нормативу, «4» – при частичном соответствии, «3» – при значительном несоответствии, «2» – при полном несоответствии гигиеническим требованиям. По результатам анкетирования для всех школьников определили прогностический риск формирования отклонений в здоровье, распределили учащихся на три группы: 1-я – группа наименьшего риска, 2-я – группа настороженности и 3-я – группа повышенного риска.

Школьная микросреда – это сложный, многофакторный комплекс, включающий условия размещения учреждения на территории населенного пункта, состояние территории, архитектурно-планировочное решение здания, санитарно-гигиеническое состояние и содержание помещений, организацию учебного процесса, физическое воспитание, питание и медицинское обеспечение.

Количественным интегральным показателем, характеризующим качество совокупности всех компонентов образовательной среды, является уровень санитарно-гигиенического обеспечения (СГО) школы, конечной целью которого является формирование здоровья детей с помощью эффективных мер первичной и вторичной профилактики. СГО школы оценивается с использованием универсальной авторской «Карты санитарно-гигиенического обследования» ОО по расширенному перечню качественных (152) и количественных (21) параметров внутри школьной среды, сгруппированных в 12 блоков, характеризующих тот или иной фрагмент школьной микросреды – наполняемость учреждения, наполняемость классов, степень эколого-гигиенической напряженности места размещения ОО, санитарно-гигиеническая оценка территории, здания, помещений, кабинетов и оборудования ОО и их содержания, организация учебно-воспитательного процесса, физического воспитания, питания, санитарно-гигиеническая оценка водоснабжения, канализации, воздушно-теплого и светового режимом ОО, организация медицинского обеспечения [8].

Для характеристики степени эколого-гигиенической напряженности на территориях размещения ОО и проживания школьников, а также для обоснования причинно-следственных связей между загрязнением окружающей среды и нарушением здоровья обучающихся рекомендуется использовать методологию оценки риска для здоровья при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [12]. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов проводится на основе расчета коэффициентов опасности ( $HQ$ ) и индексов опасности ( $HI$ ). Для характеристики риска развития канцерогенных эффектов проводится расчет индивидуальных канцерогенных рисков ( $CR$ ). Данные о качестве атмосферного воздуха или результаты расчета риска для здоровья химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, на территориях размещения ОО и проживания

школьников запрашиваются в региональных информационных фондах социально-гигиенического мониторинга учреждений ФС Роспотребнадзора.

Карта санитарно-гигиенического обследования школы оформляется по итогам календарного года по материалам актов обследования, в том числе лабораторного производственного контроля. Кроме этого, необходимо использовать данные карт текущего санитарного надзора, технического паспорта школы, результаты лабораторно-инструментальных методов исследования, генеральный план района (города), материалы по загрязнению атмосферного воздуха. Для оценки отдельных показателей используются материалы всех отделений и лабораторий учреждений, осуществляющих государственный санэпиднадзор, при необходимости привлекаются различные специалисты.

Ранжирование исследуемых параметров СГО ОО проводится на основе 5-балльной градации признаков, по единой схеме «от лучшего к худшему»: 5 – оптимальный уровень, 4 – допустимый, 3 – удовлетворительный, 2 – неудовлетворительный, 1 – опасный уровень СГО ОО. В градацию признаков заложена степень его соответствия действующим санитарным требованиям (СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» [13]). Оформляют карту санитарно-гигиенического обследования ОО, проставляя в карте баллы по всем параметрам. Для всех обследуемых школ отбирается фиксированное число признаков, по которым будет проводиться оценка, то есть одни и те же параметры для всех ОО.

При вычислении уровня СГО (УСГО) школы применяют интегральные оценки по каждому блоку параметров. Для этого вычисляют индексы критериев СГО (относительный показатель, характеризующий изменение явления) [8]. Выделяют три группы обучающихся в соответствии с уровнями общего образования (Федеральный закон РФ № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. с изменениями 2017 г.): 1-я группа – начальное общее образование; 2-я – основное общее образование; 3-я – среднее общее образование. Уровень СГО вычисляется для каждой группы обучающихся, затем – уровень СГО для всей ОО в целом.

Диапазон колебаний значений критериев или УСГО – от 0 до 1 (0 – минимальное значение, 1 – максимальное значение). По каждому критерию и уровню СГО в целом школы ранжируют по четырем группам. УСГО оценивается как отличный (оптимальный) при диапазонах значений от 1 до 0,9, хороший – от 0,89 до 0,68, удовлетворительный – от 0,67 до 0,48, неудовлетворительный – от 0 до 0,47.

Для выявления причинно-следственных связей в системе «среда обитания – здоровье школьника» применяют общепринятые методы статистического анализа.

Алгоритм оценки риска и обоснования приоритетных факторов формирования школьно-обусловленной патологии разрабатывался и апробировался в ходе многолетних комплексных исследований среды обитания и здоровья обучающихся.

Углубленные медицинские осмотры детей и подростков проводились коллективом высококвалифицированных специалистов с интервалом в 10 лет. Четыре массива собранных данных о здоровье и факторах школьной среды городских школьников представляют звенья одной изучаемой системы «состояние здоровья – среда обитания».

Была создана персонифицированная база – вся информация вносилась индивидуально на каждого школьника – включившая 16 095 единиц наблюдения (1980 г. –

3042 школьника, 1992 г. – 4041, 2002 г. – 5978, 2012–2015 гг. – 3034 обучающихся). В данной базе каждому школьнику с персональными показателями здоровья соответствовали индивидуальные факторы среды, создающие уникальное их сочетание. Во втором варианте в качестве единицы наблюдения рассматривали группу школьников одного уровня обучения. Рассчитывали групповые показатели состояния здоровья: показатели физического развития в соответствии со шкалой центильных оценок, уровни заболеваемости по данным углубленных медицинских осмотров, распределение по группам здоровья, «нагруженность» школьников МФО и ХЗ по классам болезней МКБ-10 и по группе болезней, которые традиционно связывают с УиРО.

За 35-летний период наблюдения достоверно выросла доля школьников с отклонениями в развитии преимущественно за счет повышенной и высокой массы тела, пониженной и низкой массы тела, высокой длины тела.

Уровень ПП школьников достоверно увеличился с  $2167,9 \pm 90,8$  ‰ в 1980 г. до  $7141,1 \pm 83,7$  ‰ в 2015 г. Рост уровней ПП, МФО и ХЗ школьников зарегистрирован по большинству классов болезней. К 2015 г. отмечено увеличение уровней МФО и ХЗ, связываемых с УиРО по классам болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани, органов пищеварения, нервной системы и болезней глаза и его придаточного аппарата,  $p < 0,05$ . Выявлен более высокий темп роста ХЗ по сравнению с МФО (406,5 против 162,0 ‰).

Анализ СГО ОО на разных этапах обучения выявил широкое варьирование внутри одной школы качества критериев СГО: от отличных до удовлетворительных. Установили, что внутришкольная среда более благоприятна для учащихся младших классов, качество ее снижается при переходе к предметному обучению, в основном за счет увеличения несоответствия гигиеническим требованиям недельной учебной нагрузки, организации физического воспитания, высокой наполняемости классов.

Анализ факторов образа жизни выявил существенные нарушения режима дня школьников, недостаточную двигательную активность, преобладание статических, пассивных видов деятельности. Время на приготовление домашнего задания превышало гигиенические рекомендации на 1,5 часа и более, время пребывания школьника на свежем воздухе в будние и выходные дни было достоверно ниже гигиенических рекомендаций, время просмотра телепередач, работы за компьютером во всем периоде наблюдений было в пределах гигиенических рекомендаций лишь у четверти школьников.

У обучающихся выявлена высокая распространенность медико-биологических факторов риска: наличие инфекционных заболеваний у матери как в первую, так и во вторую половины беременности, наличие хронических заболеваний и вредных привычек у родителей, применение лекарств, наличие повышенного напряжения, связанного с болезнью или смертью близких, конфликтами в семье или на производстве.

Для оценки причинно-следственных связей между потенциальными факторами риска и состоянием здоровья детей рассчитали относительный риск ( $RR$ ) формирования МФО и ХЗ, связываемых с УиРО. Выявили статистически значимый  $RR$  формирования отклонений в здоровье по показателям СГО ОО – диапазон значений  $RR$  от 1,2 до 2,8. В соответствии со шкалой оценки степени связи нарушений здоровья с УиРО в зависимости от величины относительного риска [5] расчетные

величины *RR* формирования отклонений в здоровье по показателям СГО указывают на то, что у современных детей и подростков выявленные отклонения и заболевания являются связанными с УиРО, связь оценивается как высокая.

Получили ряд адекватных моделей изменчивости индекса полиморбидности МФО и ХЗ, связанных с УиРО, в зависимости от факторов риска, характеризующих условия обучения ребенка. Данная группа факторов объясняет от 7,7 до 30,8 % общей дисперсии, что свидетельствует о значимом, но не определяющем вкладе в формирование МФО и ХЗ, связанных с УиРО.

В группе медико-биологических факторов риска формирования отклонений в здоровье школьников диапазон значений *RR* составил от 1,2 до 3,8. Данная группа факторов объясняет от 4,5 до 27,6 % общей дисперсии и не является предопределяющей в школьном возрасте в формировании МФО и ХЗ, традиционно связанных с УиРО.

Выявили влияние факторов образа жизни на формирование МФО и ХЗ, связанных с УиРО – диапазон значений *RR* от 1,2 до 9,1. Получены адекватные модели изменчивости индекса полиморбидности МФО и ХЗ, связанных с УиРО, в зависимости от факторов образа жизни: данная группа факторов объясняет от 22,4 до 37,9 % общей дисперсии и является ведущей в формировании МФО и ХЗ. Следовательно, оптимизация образа жизни школьников по факторам, формирующим модели, приведет к снижению индекса полиморбидности детей по МФО и ХЗ, связанных с УиРО.

Таким образом, в современных условиях для группы городских школьников показатели СГО ОО в школьном возрасте не являются предопределяющими в формировании МФО и ХЗ, которые традиционно связывают с УиРО. Доля вклада в формирование здоровья школьников выше у факторов образа жизни (превышение гигиенически рекомендованной длительности приготовления домашнего задания и пребывания в информационном пространстве, отсутствие физической активности вне школы, недостаточная длительность ночного сна и пребывания на свежем воздухе). Программы профилактических мероприятий в первую очередь должны быть направлены на эту группу факторов.

Проведенный анализ показателей состояния здоровья обучающихся и выявленные закономерности формирования причинно-следственных связей в системе «здоровье – среда обитания» дают возможность управления рисками развития школьно-обусловленной патологии и реализации комплекса мероприятий по профилактике МФО и ХЗ у современных школьников в рамках единой профилактической среды ОО [9].

В основе формирования единого профилактического пространства образовательной среды лежит оказание квалифицированной медицинской помощи обучающимся, которая должна основываться на оценке здоровья детей с учетом их поведения в окружающей среде, распространенности у них основных факторов риска развития наиболее распространенных хронических неинфекционных и школьно-обусловленных заболеваний [3, 7].

В региональной модели единого профилактического пространства общеобразовательной организации выделены три этапа реализации (диагностика здоровья и факторов риска, создание единой профилактической среды, мониторинг и оценка эффективности).

Блок диагностики включает в себя совместную работу врача-педиатра и врача по гигиене детей и подростков отделения оказания медицинской помощи обу-



чающимся (ООМПО), деятельность которых по оказанию медицинской помощи несовершеннолетним в образовательных организациях, обеспечению их санитарно-эпидемиологического благополучия определяется приказом Минздрава России «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи несовершеннолетним, в том числе в период обучения и воспитания в образовательных организациях» № 822н от 05.11.2013 г.

Диагностика состояния здоровья учащихся должна быть приурочена к началу учебного года и основываться на показателях заболеваемости и физического развития (оценка физического и полового созревания, силовых возможностей), а также на комплексной оценке состояния здоровья на индивидуальном и групповом уровнях (группы здоровья). Индивидуальная оценка течения патологических процессов у детей и подростков позволит определить группу детей, нуждающихся в первую очередь в проведении лечебных и коррекционных мероприятий, групповая – дает возможность определить приоритетные направления в профилактической работе в школе. При необходимости дети должны быть направлены к врачам-специалистам в медицинские организации.

Диагностика распространенности факторов риска здоровью школьников входит в обязанности врача по гигиене детей и подростков ООМПО, должна проводиться регулярно – 2 раза в год (в сентябре и мае) и включать оценку уровня СГО в конкретной ОО и мониторинг медико-социальных факторов риска (нездоровое питание, низкая двигательная активность, дефицит ночного сна, чрезмерное пребывание в информационном пространстве, превышение гигиенически рекомендованного времени на внешкольную учебную деятельность).

Результатом совместной работы педиатра и врача по гигиене детей и подростков на этапе диагностики является формирование группы риска в связи с выявленными факторами СГО ОО, медико-биологическими и медико-социальными факторами риска. Таким образом, анализ собранных данных позволит уже в начале учебного года иметь конкретный план совместной медицинской деятельности в данной ОО.

Следующим этапом является формирование единого профилактического пространства, участниками которого являются сотрудники организации оказания медицинской помощи обучающимся (педиатр, врач по гигиене детей и подростков), педагоги-психологи, учителя, администрация общеобразовательной организации, родители, контрольно-надзорные органы. Создание единого профилактического пространства должно базироваться на трех уровнях: на этапе получения дошкольного образования, в условиях ОО и при внеурочной деятельности детей и подростков (летние оздоровительные лагеря, дополнительное образование – физкультурно-спортивные школы, секции, музыкально-художественные школы).

Формирование единого профилактического пространства в условиях конкретной ОО включает создание оптимальных условий пребывания в школе, обеспечение благоприятного психологического климата, совершенствование медицинского обеспечения учащихся, обеспечение здоровья участников педагогического процесса – педагогов, обучение детей и подростков навыкам и умениям здорового образа жизни (ЗОЖ).

Так как в настоящее время для городских школьников приоритетными факторами риска развития школьно-обусловленных заболеваний определены факторы образа жизни, важнейшим направлением профилактической работы в школе является формирование у школьников правильного представления о влиянии на здоровье вредных привычек, нерационального питания, режима труда и отдыха, исполь-

зования современных технических средств обучения и гаджетов, организации двигательного режима, прогулок на свежем воздухе, занятий спортом и т.п. Главной целью является выработка ценностной ориентации на здоровье и соответствующие этому стереотипы поведения.

Формирование ЗОЖ и профилактика школьно-обусловленных заболеваний среди детей и подростков предполагает взаимодействие всех участников единого профилактического пространства: обучающиеся, их семьи, педагоги, медицинские и административные работники [4]. Для трех последних групп актуальным является развитие и совершенствование их компетенций в сфере формирования ЗОЖ детей и способов профилактики заболеваний. Необходимо также систематическое гигиеническое просвещение и воспитание родителей, вовлечение их в совместную с детьми и педагогами деятельность по формированию ЗОЖ у школьников. Привлечение самих учащихся к профилактике различных нарушений состояния здоровья и пропаганде ЗОЖ весьма актуально и является одной из приоритетных задач школы.

На третьем этапе проводится оценка и мониторинг эффективности единой профилактической среды в рамках ОО. Оценка эффективности, проводимой среди обучающихся профилактической, коррекционной, лечебной и реабилитационной работы, основана на оценке динамики показателей состояния здоровья школьников, влияния факторов риска, а также совершенствования медицинского обеспечения детей и подростков. Реализация единого профилактического пространства ОО позволит в течение нескольких лет добиться снижения уровня школьно-обусловленных заболеваний на 20–40 % (на разных уровнях обучения), а также уменьшение заболеваемости ОРВИ и гриппом и неинфекционными заболеваниями.

Реализация алгоритма оценки риска формирования школьно-обусловленной патологии, выявление и обоснование приоритетных факторов риска позволили нам разработать и внедрить систему профилактических и оздоровительных мероприятий в ОО крупного промышленного города. В настоящее время предлагаемая региональная модель единого профилактического пространства реализуется на базе МАОУ «Школа № 187 с углубленным изучением отдельных предметов» и ГБОУ «Лицей-интернат ЦОД (Центр одаренных детей)» в г. Нижний Новгород.

### Список литературы

1. Баранов А.А. Состояние здоровья детей в Российской Федерации // Педиатрия. – 2012. – № 91 (3). – С. 9–14.
2. Динамика заболеваемости московских школьников в процессе получения основного общего образования / Л.М. Сухарева, Л.С. Намазова-Баранова, И.К. Рапопорт, И.В. Звезда // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2013. – № 3. – С. 18–26.
3. Кучма В.Р. Медицинское обеспечение детей в образовательных учреждениях – основа профилактики заболеваний и охраны здоровья детей и подростков в современных условиях // Российский педиатрический журнал. – 2012. – № 3. – С. 42–46.
4. Кучма В.Р. Межсекторальное взаимодействие при формировании здорового образа жизни детей и подростков // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2014. – № 3. – С. 4–10.
5. Кучма В.Р., Шубочкина Е.И. Прогнозирование, каузация и технологии управления рисками здоровью обучающихся // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2016. – № 1. – С. 4–13.

6. Методы изучения и оценки физического развития детей и подростков / Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев, Н.А. Матвеева [и др.]; под ред. д.м.н., проф. Е.С. Богомоловой. – Н. Новгород: Изд-во НижГМА, 2015. – 92 с.
7. Организация профилактической работы в образовательных учреждениях: проблемы и пути решения / В.Р. Кучма, С.Б. Соколова, И.К. Рапопорт, А.Ю. Макарова // Гигиена и санитария. – 2015. – № 1. – С. 5–8.
8. Оценка критериев санитарно-гигиенического благополучия общеобразовательных учреждений / Е.С. Богомолова, Н.В. Котова, Т.В. Бадеева [и др.]; под ред. д.м.н. проф. Е.С. Богомоловой. – Н. Новгород: Изд-во НижГМА, 2015. – 112 с.
9. Приоритетные направления развития гигиены детей и подростков как биомедицинской науки на 2015–2020 годы / под ред. чл.-корр. РАМН, проф. В.Р. Кучмы. – М.: НЦЗД Минздрава России, 2015. – 35 с.
10. Полунина Н.В. Состояние здоровья детей в современной России и пути его улучшения // Вестник Росздрава. – 2013. – № 5. – С. 17–24.
11. Руководство по диагностике и профилактике школьно обусловленных заболеваний, оздоровлению детей в образовательных учреждениях / под ред. чл.-корр. РАМН, проф. В.Р. Кучмы и д.м.н. П.И. Храмцова. – М.: НЦЗД, 2012. – 181 с.
12. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
13. СанПиН 2.4.2.2821–10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях. – М., 2010.
14. Сухарева Л.М. Актуальные проблемы гигиены и охраны здоровья детей и подростков в развитии научной платформы «Профилактическая среда» // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – № 3. – С. 10–12.
15. Функциональные резервы организма детей и подростков. Методы исследования и оценки / Н.Г. Чекалова, Ю.Р. Силкин, Н.А. Матвеева [и др.]. – Нижний Новгород: изд-во НижГМА, 2010. – 164 с.

## Авторский указатель

Bjornevik K. ....	617, 623	Вдовина Н.А. ....	673
Bostrom I. ....	617, 623	Вейхман Г.А. ....	278
Landtblom A.-M. ....	617, 623	Вековщина С.А. ....	138
Myhr K.-M. ....	617, 623	Викторова Т.Н. ....	199
Pugliatti M. ....	617, 623	Винокуров М.В. ....	12, 15
Riise T. ....	617, 623	Винокурова М.В. ....	12, 15
Wolfson Ch. ....	617, 623	Власова Е.М. ....	461, 478, 516, 530
Аброськина Н.В. ....	67	Водянова М.А. ....	235
Алексеев В.Б. ....	31	Воецкий И.А. ....	150
Алексеева А.В. ....	297	Волгарева А.Д. ....	570
Аликина И.Н. ....	585, 588	Волкова М.В. ....	592
Амвросьева Т.В. ....	130	Вотин Г.В. ....	83, 88
Анашкина Н.Е. ....	113	Галлямова С.А. ....	570
Андришунас А.М. ....	381	Галузо Н.Г. ....	449
Аристов В.А. ....	72	Гвоздева Л.Л. ....	547, 704
Афанасьев А.С. ....	255	Гирина В.В. ....	130
Ахматдинов Р.Р. ....	194	Глебова Л.А. ....	107
Ашина М.В. ....	714	Глухих М.В. ....	685
Бадеева Т.В. ....	714	Гогодзе Н.В. ....	113
Байдина А.С. ....	516	Горяев Д.В. ....	225, 562
Балашов С.Ю. ....	225	Горячева Л.В. ....	241
Барг А.О. ....	305	Грек Д.С. ....	130
Бархатова Л.А. ....	160	Гречко Г.Ш. ....	95
Басов М.О. ....	76	Громова И.П. ....	241
Басова О.М. ....	76	Гусельников М.А. ....	630, 668
Бачина А.В. ....	107	Гусельникова Е.М. ....	343
Бекетов А.Л. ....	95	Давлетнуров Н.Х. ....	120
Белицкая В.Э. ....	461	Данилов А.Н. ....	521
Березняк И.В. ....	565	Дарижапов Б.Б. ....	83, 88
Бестужева Е.В. ....	26	Дворянов В.В. ....	26
Библин А.М. ....	194	Долгина Н.А. ....	311
Блинова Т.В. ....	488, 647	Долгих О.В. ....	317, 511, 585, 588, 606, 630, 658, 668, 673, 701
Богомолова Е.С. ....	714	Дроздова Е.В. ....	130
Боев В.М. ....	160, 164	Дурягина О.Н. ....	470
Боев М.В. ....	160	Евсеева И.С. ....	235
Бондарев В.А. ....	455	Евстифеева Е.А. ....	177
Бондарева Л.Г. ....	366	Елисеев Ю.Ю. ....	182, 521
Бондарук А.М. ....	311	Елисеева С.Ю. ....	689
Браиловский В.В. ....	107	Ерофеев Ю.В. ....	401
Брылина Н.А. ....	95	Ефремов В.М. ....	95
Бузинов Р.В. ....	470	Жданова-Заплесвичко И.Г. ....	53
Бурая В.В. ....	130	Жеребцов А.С. ....	120
Бухаринов А.А. ....	262	Зайцева Н.В. ....	7, 138, 423
Бухтияров И.В. ....	255	Залутский Д.В. ....	199
Бянкин А.С. ....	83, 88	Зеленина Л.В. ....	164
Валеева Э.Р. ....	394, 407	Зеленкин С.Е. ....	251
Валеуллина Н.Н. ....	95	Землянова М.А. ....	225, 595, 640
Валина С.Л. ....	371, 429	Зенина М.Т. ....	599
Вандышева А.Ю. ....	694	Зибарев Е.В. ....	255
Васильев В.В. ....	441	Зиятдинова А.И. ....	394
Васильев Е.В. ....	441	Зорина А.С. ....	603
Васильева Т.Н. ....	100, 647		

Зорина И.Г. ....	386	Лобкис М.А. ....	401
Зубарева О.В. ....	67	Лужецкий К.П. ....	694
Зубцовская Н.А. ....	401	Луцевич И.Н. ....	182
Зуев А.В. ....	100, 647	Луценко Л.А. ....	547, 704
Зяблицкая А.Н. ....	31	Львова Е.И. ....	508
Иваненко А.В. ....	26	Мазунина А.А. ....	317, 630
Иванов Д.А. ....	150	Май И.В. ....	36
Иванова О.В. ....	199	Макарова В.В. ....	386
Иванова Ю.В. ....	488	Макарова В.Г. ....	701
Ивлева Г.П. ....	401	Макарова Т.М. ....	343
Ильницкая А.В. ....	565	Маклакова О.А. ....	423
Иммель О.В. ....	255	Мальцева О.А. ....	274, 334, 634, 662
Исмагилова Г.А. ....	394, 407	Мамыкина Н.И. ....	429
Истомин А.В. ....	578	Масайлова Л.А. ....	326
Казакова О.А. ....	606	Механтьев И.И. ....	326
Камалтдинов М.Р. ....	322	Мифтахова А.М. ....	435
Карнажицкая Т.Д. ....	251, 278	Моисеева Е.В. ....	187
Карпенко И.Л. ....	164	Моторов В.Р. ....	169
Карпук Л.И. ....	134	Мурашова Л.А. ....	177
Кашапов Н.Г. ....	15	Мусаев Ш.Ж. ....	182
Клейн С.В. ....	138, 209	Мухачева Е.А. ....	585
Князев Д.К. ....	67	Нахичеванская Н.В. ....	328
Ковальчук С.В. ....	714	Недошитова А.В. ....	592
Ковшов А.А. ....	228	Некрасова М.М. ....	100, 647
Кожанова О.И. ....	245	Непловых А.А. ....	343
Козлова И.И. ....	15	Никифорова Е.В. ....	95
Колесов С.А. ....	488	Никифорова Н.В. ....	36
Колотова Т.С. ....	95	Никоношина Н.А. ....	511
Кольдибекова Ю.В. ....	610	Новикова И.И. ....	401
Коновалов В.Ю. ....	343	Новикова Ю.А. ....	228
Коноплева Ю.В. ....	154	Носов А.Е. ....	461, 478, 516
Косова А.А. ....	413	Нурисламова Т.В. ....	31, 274, 334, 662
Костарев В.Г. ....	478, 493, 530	Обеснюк В.Ф. ....	41
Костин Ф.Н. ....	147	Озерова А.Е. ....	199
Костина М.Н. ....	147	Осипова Е.М. ....	26
Косьянов М.А. ....	150	Ошева Л.В. ....	435
Котова А.А. ....	413	Панкратова Ю.А. ....	205
Котова Н.В. ....	714	Пережогин А.Н. ....	53
Кошурников Д.Н. ....	209, 262	Перекусихин М.В. ....	441
Кривцов А.В. ....	317, 606, 630	Перепелкин С.В. ....	164
Крутская К.В. ....	154	Пермина Г.Я. ....	120
Крылова И.В. ....	187	Пескова Е.В. ....	654
Крючкова Е.Н. ....	417, 547	Петросян А.А. ....	521
Кряжев Д.А. ....	160	Пивоварова Е.А. ....	199
Кряжева Е.А. ....	160	Писарева А.Н. ....	714
Кудусова Л.Х. ....	164	Плотникова Е.Г. ....	343
Кузнецов А.С. ....	26	Полевая Е.А. ....	525
Кузьменко М.А. ....	401	Поляков А.Д. ....	328
Курганов В.Е. ....	199	Пономарев А.Л. ....	262
Курьеров Н.Н. ....	498	Пономарева Т.А. ....	516, 530
Лагутина А.В. ....	498	Попова Н.А. ....	334, 662
Ланин Д.В. ....	606	Порошина М.М. ....	516, 533
Ласточкина Г.В. ....	326	Потапкина Е.П. ....	413
Лебедева-Несевря Н.А. ....	305, 689	Потапова И.А. ....	187, 285
Лихошва О.Н. ....	363	Почтарева Е.С. ....	498

Прокопенко Л.В. ....	498	Умнягина И.А. ....	488
Пустобаева М.С. ....	603	Унгурияну Т.Н. ....	470
Пустовалова О.В. ....	610	Устинова О.Ю. ....	371, 381, 423, 429, 435, 461, 478, 530, 599, 694, 701
Ракитский В.Н. ....	241, 366, 565	Ушаков С.А. ....	455
Распопова Ю.И. ....	538	Ушакова О.В. ....	235
Рахманов Р.С. ....	714	Федореев Р.В. ....	562
Репин Л.В. ....	194	Федоренко Е.В. ....	269, 311, 363
Романова Т.Г. ....	199	Федорин О.О. ....	177
Румянцева А.Н. ....	346	Федоров В.Н. ....	228
Сааркопель Л.М. ....	578	Федорова Н.Е. ....	241, 366, 565
Саввина Н.В. ....	346	Федотова И.В. ....	100, 647
Савельев С.И. ....	328	Федянин А. П. ....	449
Савина К.А. ....	205	Федянина Н.С. ....	449
Сбоев А.С. ....	138	Филиппченкова С.И. ....	177
Седусова Э.В. ....	209, 262	Фокин В.А. ....	711
Семенова В.Н. ....	449	Фомина С.Ф. ....	215, 352
Семушина И.В. ....	455	Форостяная М.В. ....	245
Сергеева С.В. ....	245	Хан А.В. ....	245
Синицкая Т.А. ....	241	Цинкер М.Ю. ....	59
Скворцов С.А. ....	26	Челакова Ю.А. ....	588, 668, 673
Сперанская В.Г. ....	269	Черникова Е.Ф. ....	285, 647
Спирин В.Ф. ....	205	Четверкина К.В. ....	59
Спурьяш А.Ч. ....	134	Чигвинцев В.М. ....	676
Старкова К.Г. ....	658	Чинько Т.В. ....	334
Старчинова М.О. ....	603	Чумак Е.И. ....	654
Стенно Е.В. ....	278	Чухланцев А.А. ....	150
Степанков М.С. ....	640	Шайдуллин Ф.Н. ....	150
Степанов Е.Г. ....	120	Шайхлисламова Э.Р. ....	570
Степанова Н.В. ....	150, 215, 352	Шапошникова М.В. ....	714
Страхова Л.А. ....	488, 647	Шарухо Г.В. ....	538
Суворов Д.В. ....	274	Шепарев А.А. ....	346
Судакова Е.В. ....	26	Шляпников Д.М. ....	493
Сухарева И.В. ....	360	Штина И.Е. ....	371, 429, 435, 599
Сухова А.В. ....	417, 547, 704	Шукелайт А.Б. ....	326
Сычик С.И. ....	269, 311, 363	Шур П.З. ....	251, 274
Терентьев Г.И. ....	662	Щербаков А.А. ....	461, 574
Тиунова М.И. ....	556	Щучинов Л.В. ....	31
Тихонова И.В. ....	225, 562	Эйсфельд Д.А. ....	371, 429, 435, 511, 599
Тихонова Н.А. ....	228	Эккарт А.О. ....	413
Ткачев Д.Г. ....	15	Яцына И.В. ....	417, 578
Трошин В.В. ....	488		
Уланова Т.С. ....	251, 278, 334, 662		

## Содержание

### **Раздел I. Правовые, научно-методические и организационные аспекты анализа риска здоровью населения Российской Федерации**

*Н.В. Зайцева*

Эффективность и резервы достижения стратегических приоритетов в снижении неинфекционных заболеваний, связанных с факторами окружающей среды .....7

*М.В. Винокуров, М.В. Винокурова*

Оптимизация градостроительных решений с использованием сводных расчетов загрязнения атмосферы и методология оценки риска на территории муниципальных образований .....12

*М.В. Винокуров, М.В. Винокурова, Д.Г. Ткачев, Н.Г. Кашапов, И.И. Козлова*

Обоснование устойчивого развития территорий Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского округов с использованием методологии оценки риска здоровью населения (на примере Ямальского, Тазовского и Сургутского районов).....15

*В.В. Дворянов, А.В. Иваненко, Е.В. Судакова, Е.М. Осипова,*

*Е.В. Бестужева, А.С. Кузнецов, С.А. Скворцов*

Проблемы создания банка данных санитарно-гигиенической паспортизации канцерогенно-опасных организаций и его использования для оценки профессионального риска здоровью работников от канцерогенно-опасных факторов .....26

*А.Н. Зяблицкая, Л.В. Щучинов, В.Б. Алексеев, Т.В. Нурисламова*

Экологическое сопровождение на территории Республики Алтай пусков РН «Протон» с космодрома «Байконур» .....31

*Н.В. Никифорова, И.В. Май*

Формирование профилей риска продукции для оптимизации контрольно-надзорных мероприятий на примере строительных и отделочных материалов .....36

*В.Ф. Обеснюк*

Краткий обзор применения Байесовского подхода к оценке рисков по таблицам сопряженности 2×2.....41

*А.Н. Пережогин, И.Г. Жданова-Заплесвичко*

К вопросу совершенствования нормативно-правового регулирования обеспечения качества атмосферного воздуха в соответствии с действующими гигиеническими нормативами предприятиями, которым установлены временно согласованные выбросы вредных (загрязняющих) веществ.....53

*М.Ю. Цинкер, К.В. Четверкина*

Анализ структуры медико-демографических потерь в Российской Федерации, обусловленных негативным воздействием факторов среды обитания.....59

## Раздел II. Гигиенические исследования, социально-гигиенический мониторинг: опыт реализации, новые подходы

*Н.В. Аброськина, О.В. Зубарева, Д.К. Князев*

Опыт использования результатов социально-гигиенического мониторинга в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия при проведении массовых мероприятий с международным участием в Волгограде ..... 67

*В.А. Аристов*

К задаче эколого-гигиенической оценки перехода автомобильного транспорта на топливо стандартов «Евро-5», «Евро-6» в крупном промышленном центре..... 72

*М.О. Басов, О.М. Басова*

Оценка риска здоровью населения при обосновании санитарно-защитной зоны производственно-технического комплекса по обращению с отходами ООО «НПО “Экология”» ..... 76

*А.С. Бянкин, Б.Б. Дарижапов, Г.В. Вотин*

Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного пероральным поступлением бора с питьевой водой, на примере планировочного района Луговое МО ГО «Город Южно-Сахалинск» ..... 83

*А.С. Бянкин, Б.Б. Дарижапов, Г.В. Вотин*

Оценка риска здоровью населения от воздействия вредных примесей, содержащихся в атмосферном воздухе города Южно-Сахалинска, на основании базы данных РИФ СГМ за 2014–2018 гг. .... 88

*Н.Н. Валеуллина, В.М. Ефремов, А.Л. Бекетов, Н.А. Брылина,*

*Е.В. Никифорова, Г.Ш. Гречко, Т.С. Колотова*

Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, определяемых в атмосферном воздухе города Челябинска за 2015–2017 гг. .... 95

*Т.Н. Васильева, И.В. Федотова, М.М. Некрасова, А.В. Зуев*

Оценка основных индикаторов образа жизни студентов-медиков старших курсов ..... 100

*Л.А. Глебова, А.В. Бачина, В.В. Браиловский*

Эпидемиологический анализ заболеваемости детей в возрасте 0–14 лет в Кемеровской области (2007–2017 гг.) ..... 107

*Н.В. Гогодзе, Н.Е. Анашкина*

Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга в целях профилактики алиментарно-зависимых болезней (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югра) ..... 113

*Н.Х. Давлетнуров, Е.Г. Степанов, Г.Я. Пермина, А.С. Жеребцов*

Влияние экологических факторов на динамику заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в Республике Башкортостан по данным социально-гигиенического мониторинга ..... 120



<i>Е.В. Дроздова, Т.В. Амвросьева, В.В. Бурая, В.В. Гирина, Д.С. Грек</i> Перспективы применения в Республике Беларусь количественной оценки микробиологических рисков, ассоциированных с питьевой водой .....	130
<i>Л.И. Карпук, А.Ч. Спургияш</i> Негативное влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения в Республике Беларусь .....	134
<i>С.В. Клейн, Н.В. Зайцева, А.С. Сбоев, С.А. Вековишина</i> Гигиенический анализ потенциальных рисков причинения вреда здоровью при осуществлении деятельности по централизованному водоснабжению населения.....	138
<i>М.Н. Костина, Ф.Н. Костин</i> Эпидемиологическая опасность наличия насекомых в помещении .....	147
<i>М.А. Косьянов, Ф.Н. Шайдуллин, И.А. Воецкий, А.А. Чухланцев, Н.В. Степанова, Д.А. Иванов</i> Оценка риска для здоровья населения от воздействия автотранспортного шума в городе Санкт-Петербурге за 2016–2018 гг. ....	150
<i>К.В. Крутская, Ю.В. Коноплева</i> Анализ санитарного состояния почвы территории Арктической зоны на примере города Архангельска за 2009–2018 гг.....	154
<i>Е.А. Кряжева, В.М. Боев, Л.А. Бархатова, Д.А. Кряжев, М.В. Боев</i> Комплексная гигиеническая оценка факторов окружающей среды моногорода – территории с высоким уровнем антропогенной нагрузки .....	160
<i>Л.Х. Кудусова, В.М. Боев, С.В. Перепелкин, Л.В. Зеленина, И.Л. Карпенко</i> Сравнительная оценка уровней электромагнитных полей радиочастотного диапазона на территории крупного промышленного города .....	164
<i>В.Р. Моторов</i> Оценка потенциального канцерогенного риска, связанного с ингаляционным воздействием, для населения и работников предприятий машиностроения города Улан-Удэ .....	169
<i>Л.А. Мурашова, Е.А. Евстифеева, С.И. Филиппченкова, О.О. Федорин</i> Сравнительный анализ особенностей качества жизни студентов тверских вузов .....	177
<i>Ш.Ж. Мусаев, Ю.Ю. Елисеев, И.Н. Луцевич</i> Оценка эпидемиологического риска для здоровья сельского населения Саратовского Заволжья воды различных водноисточников, используемой без очистки для питьевых целей .....	182
<i>И.А. Потапова, Е.В. Моисеева, И.В. Крылова</i> Химико-аналитические аспекты организации мониторинга воздуха на содержание токсичных присадок к топливу .....	187

<i>Л.В. Репин, Р.Р. Ахматдинов, А.М. Библин</i> Особенности восприятия радиационных рисков специалистами в области обеспечения радиационной безопасности .....	194
<i>Т.Г. Романова, Т.Н. Викторова, О.В. Иванова, Д.В. Залутский, В.Е. Курганов, Е.А. Пивоварова, А.Е. Озерова</i> Санитарно-эпидемиологическая оценка качества атмосферного воздуха Республики Хакасия.....	199
<i>К.А. Савина, Ю.А. Панкратова, В.Ф. Спирин</i> Оценка неканцерогенного риска для здоровья сельского населения Саратовской области, обусловленного повышенным содержанием марганца и железа в питьевой воде.....	205
<i>Э.В. Седусова, С.В. Клейн, Д.Н. Кошурников</i> Влияние шумового фактора на санитарно-эпидемиологическую обстановку города Перми по данным анализа жалоб населения .....	209
<i>Н.В. Степанова, С.Ф. Фомина</i> Оценка загрязнения почв на территории города Казани: подход на основе вероятностной оценки риска здоровью детского населения .....	215
<i>И.В. Тихонова, Д.В. Горяев, М.А. Землянова, С.Ю. Балашов</i> Выбор приоритетных загрязнителей и точек контроля атмосферного воздуха, подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю, в промышленном городе с производством металлургического глинозема .....	225
<i>Н.А. Тихонова, Ю.А. Новикова, А.А. Ковшов, В.Н. Федоров</i> Оценка действующей системы гигиенических исследований объектов среды обитания на территории Арктической зоны Российской Федерации.....	228
<i>О.В. Ушакова, М.А. Водянова, И.С. Евсеева</i> Оценка риска экологически зависимых заболеваний органов дыхания, вызванных применением противогололедных материалов в городе Москве.....	235
<i>Н.Е. Федорова, В.Н. Ракитский, Т.А. Сеницкая, И.П. Громова, Л.В. Горячева</i> Экспериментальные исследования по изучению влияния производного арилоксикарбоновой кислоты на миграционно-водный показатель вредности .....	241
<i>А.В. Хан, О.И. Кожанова, С.В. Сергеева, М.В. Форостяная</i> Мониторинговые исследования вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, и их влияние на здоровье населения Саратовской области.....	245

### **Раздел III. Гигиеническое нормирование с учетом критериев риска здоровью области безопасности среды обитания и потребительской продукции**

<i>С.Е. Зеленкин, П.З. Шур, Т.С. Уланова, Т.Д. Карнажицкая</i> Результаты исследования по определению отправных точек для установления максимального допустимого уровня короткоцепочечных фталатов, поступающих с молоком, упакованным в полимерную и полимерсодержащую тару .....	251
---	-----

<i>Е.В. Зибарев, И.В. Бухтияров, О.В. Иммель, А.С. Афанасьев</i> Критерии установления приаэродромных территорий с учетом российского и международного опыта оценки влияния авиационного шума на здоровье населения .....	255
<i>Д.Н. Кошурников, А.Л. Пономарев, Э.В. Седусова, А.А. Бухаринов</i> Доза шума как мера воздействия шумового фактора.....	262
<i>В.Г. Сперанская, Е.В. Федоренко, С.И. Сычик</i> Основные подходы к установлению допустимых уровней воздействия остаточных количеств ветеринарных препаратов в составе пищевой продукции .....	269
<i>Д.В. Суворов, П.З. Шур, Т.В. Нурисламова, О.А. Мальцева</i> Методические подходы к выбору приоритетных для нормирования химических контаминантов (на примере N-нитрозоаминов в мясных консервах для детского питания для детей раннего возраста).....	274
<i>Т.С. Уланова, Т.Д. Карнажицкая, Е.В. Стенно, Г.А. Вейхман</i> Новые методические документы, рекомендуемые для контроля качества пищевой продукции и внедрения в работу лабораторных подразделений Роспотребнадзора.....	278
<i>Е.Ф. Черникова, И.А. Потапова</i> Обоснование критериев гигиенического нормирования школьной световой среды как метода профилактики детской близорукости.....	285
<b>Раздел IV. Анализ рисков здоровью в сфере питания</b>	
<i>А.В. Алексеева</i> Оценка влияния индексов питания на здоровье населения на основании выборочных данных анкетного опроса .....	297
<i>А.О. Барг, Н.А. Лебедева-Несевря</i> Информационные потребности населения России в сфере здорового питания .....	305
<i>Н.А. Долгина, Е.В. Федоренко, С.И. Сычик, А.М. Бондарук</i> Оценка алиментарной экспозиции полиароматическими углеводородами населения Республики Беларусь с применением детерминистического подхода .....	311
<i>О.В. Долгих, А.В. Кривцов, А.А. Мазунина</i> Особенности контаминации продуктов детского питания генетически-модифицированными организмами .....	317
<i>М.Р. Камалтдинов</i> Определение статистических зависимостей между потреблением основных продуктов питания и ожидаемой продолжительностью жизни .....	322
<i>Л.А. Масайлова, И.И. Механтьев, Г.В. Ласточкина, А.Б. Шукелайть</i> Ключевые аспекты оценки здоровья населения, ассоциированные со структурой фактического питания, в современных условиях .....	326

<i>Н.В. Нахичеванская, С.И. Савельев, А.Д. Поляков</i> Гигиеническая оценка пищевого статуса в развитии алиментарно-зависимой заболеваемости Липецкой области.....	328
<i>Т.В. Нурисламова, Т.С. Уланова, Н.А. Попова, О.А. Мальцева, Т.В. Чинько</i> Современные методические приемы, используемые при определении высокотоксичных азотсодержащих органических соединений в пищевых продуктах, для обеспечения химической безопасности населения.....	334
<i>Т.М. Макарова, В.Ю. Коновалов, А.А. Неплохов, Е.М. Гусельникова, Е.Г. Плотникова</i> Оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на здоровье населения Оренбургской области.....	343
<i>А.Н. Румянцева, А.А. Шепарев, Н.В. Саввина</i> Вопросы питания детского населения школьного возраста на примере Республики Саха (Якутия).....	346
<i>Н.В. Степанова, С.Ф. Фомина</i> Подходы к оценке и управлению рисками здоровью населения, обусловленными поступлением химических контаминантов с рационом питания.....	352
<i>И.В. Сухарева</i> Некоторые результаты изучения факторов развития алиментарно-зависимых патологий у населения Тульской области.....	360
<i>Е.В. Федоренко, О.Н. Лихошва, С.И. Сычик</i> Классификация пищевой продукции на основе вирусного риска.....	363
<i>Н.Е. Федорова, В.Н. Ракитский, Л.Г. Бондарева</i> Моделирование процессов воздействия трития на организм человека, проживающего в пойме реки Енисей, при поступлении пищи и воды.....	366
<i>И.Е. Штина, С.Л. Валина, Д.А. Эйфельд, О.Ю. Устинова</i> Фактическая оценка рационов организованного питания учащихся начального звена средней общеобразовательной школы.....	371
<b>Раздел V. Оценка и минимизация рисков здоровью детей и подростков</b>	
<i>А.М. Андришунас, О.Ю. Устинова</i> Негативное влияние интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса на состояние здоровья учащихся начальных классов.....	381
<i>В.В. Макарова, И.Г. Зорина</i> Санитарно-эпидемиологическое благополучие образовательных организаций как важный аспект формирования благоприятной психологической внутрискольной среды.....	386
<i>Э.Р. Валеева, Г.А. Исмаилова, А.И. Зиятдинова</i> Оценка уровней риска неканцерогенных эффектов у подростков в условиях воздействия загрязненного атмосферного воздуха.....	394

<i>Н.А. Зубцовская, И.И. Новикова, Ю.В. Ерофеев, М.А. Лобкис, М.А. Кузьменко, Г.П. Ивлева</i> Гигиеническая оценка параметров освещенности учебных кабинетов, ориентированных на северные и южные стороны горизонта, и прогнозирование рисков нарушений здоровья школьников .....	401
<i>Г.А. Исмагилова, Э.Р. Валеева</i> Гигиеническая оценка риска здоровью подростков, обусловленному поступлением химических веществ с почвой .....	407
<i>А.А. Котова, Е.П. Потапкина, А.О. Эккерт, А.А. Косова</i> Оценка информированности и приверженности школьников вопросам профилактики заболеваний органов дыхания в ряде муниципальных образований Свердловской области .....	413
<i>Е.Н. Крючкова, И.В. Яцына, А.В. Сухова</i> Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье детского населения .....	417
<i>О.А. Маклакова, Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова</i> Особенности формирования сочетанной патологии у детей в условиях аэрогенного воздействия техногенных химических факторов .....	423
<i>Н.И. Мамыкина, И.Е. Штина, С.Л. Валина, О.Ю. Устинова, Д.А. Эйфельд</i> Оценка эффективности применения медико-профилактической технологии оздоровления детей и подростков с функциональными расстройствами билиарного тракта в условиях загородного летнего оздоровительного лагеря .....	429
<i>Л.В. Ошева, И.Е. Штина, А.М. Мифтахова, Д.А. Эйфельд, О.Ю. Устинова</i> Гендерные особенности эндокринного статуса у школьников препубертатного периода, обучающихся в профильном образовательном учреждении .....	435
<i>М.В. Перекусихин, В.В. Васильев, Е.В. Васильев</i> Проблемы санитарно-эпидемиологического благополучия общеобразовательных организаций и популяционное здоровье подрастающего поколения .....	441
<i>В.Н. Семенова, Н.Г. Галузо, Н.С. Федянина, А.П. Федянин</i> К вопросу оценки эффективности оздоровления детей и подростков .....	449
<i>С.А. Ушаков, В.А. Бондарев, И.В. Семушина</i> Оценка эффективности оздоровления в организациях отдыха и оздоровления детей .....	455
<b>Раздел VI. Анализ рисков для здоровья работающего населения</b>	
<i>В.Э. Белицкая, О.Ю. Устинова, А.А. Щербаков, Е.М. Власова, А.Е. Носов</i> Оценка условий труда, вентиляционной способности легких и морфометрических характеристик сердца и магистральных артерий у работников, занятых на добыче хромовых руд в шахтном режиме .....	461
<i>Р.В. Бузинов, Т.Н. Унгурияну, О.Н. Дурягина</i> Риск здоровью работников целлюлозно-бумажного комбината при воздействии химических веществ производственной среды .....	470

<i>Е.М. Власова, О.Ю. Устинова, В.Г. Костарев, А.Е. Носов</i> Клинико-физиологические особенности развития цереброваскулярных нарушений у работающих в условиях воздействия производственной вибрации и физических перегрузок .....	478
<i>С.А. Колесов, И.А. Умнягина, Т.В. Блинова, Л.А. Страхова, В.В. Трошин, Ю.В. Иванова</i> Антиоксидантная система у работающих в условиях воздействия химических и физических факторов производственной среды.....	488
<i>В.Г. Костарев, Д.М. Шляпников</i> О состоянии условий труда и надзоре за промышленными предприятиями в Пермском крае .....	493
<i>Н.Н. Курьеров, Л.В. Прокопенко, А.В. Лагутина, Е.С. Почтарева</i> Групповой избыточный риск потерь слуха от шума. Определение и оценка.....	498
<i>Е.И. Львова</i> Анализ психоэмоционального статуса у работников алмазной отрасли Якутии .....	508
<i>Н.А. Никоношина, О.В. Долгих, Д.А. Эйфельд</i> Генетические особенности артериальной гипертензии, ассоциированной с курением, у работников титано-магниевого производства .....	511
<i>А.Е. Носов, Е.М. Власова, А.С. Байдина, Т.А. Пономарева, М.М. Порошина</i> Особенности экспертизы профпригодности при изолированной офисной артериальной гипертензии .....	516
<i>А.А. Петросян, А.Н. Данилов, Ю.Ю. Елисеев</i> Риск формирования ожирения у сельских и городских врачей с учетом влияния условий труда и среды проживания.....	521
<i>Е.А. Полевая</i> Анализ функционального состояния системы кровообращения у высокостажированных работников, занятых на подземных горных работах.....	525
<i>Т.А. Пономарева, Е.М. Власова, О.Ю. Устинова, В.Г. Костарев</i> Оценка функционального состояния эндотелия у плавильщиков титано-магневых сплавов .....	530
<i>М.М. Порошина</i> Способы сохранения функциональных резервов у работающих во вредных (опасных) условиях труда.....	533
<i>Ю.И. Распопова, Г.В. Шарухо</i> Анализ здоровья работников нефтеперерабатывающего предприятия (на примере акционерного общества «Антипинский нефтеперерабатывающий завод»).....	538
<i>А.В. Сухова, Л.А. Луценко, Л.Л. Гвоздева, Е.Н. Крючкова</i> Научно-методические аспекты оценки, прогнозирования и управления рисками для здоровья работающего населения .....	547

<i>М.И. Тиунова</i> Анализ состояния репродуктивного здоровья у работниц титано-магниевого производства .....	556
<i>Р.В. Федорев, Д.В. Горяев, И.В. Тихонова</i> О системе управления условиями труда и профессиональными рисками работающего населения .....	562
<i>Н.Е. Федорова, В.Н. Ракитский, И.В. Березняк, А.В. Ильницкая</i> Оценка и управление риском при различных технологиях применения пестицидов .....	565
<i>Э.Р. Шайхлисламова, С.А. Галлямова, А.Д. Волгарева</i> Вызванный кожно-симпатический потенциал у работников, занятых добычей полезных ископаемых .....	570
<i>А.А. Щербаков</i> Определение особенностей патологии сердечно-сосудистой системы у работников горнодобывающего производства, использующих оборудование с высокой степенью износа.....	574
<i>И.В. Яцына, А.В. Истомин, Л.М. Сааркоппель</i> Проблема минимизации профессионального риска дерматологической патологии у работающих во вредных производствах .....	578
<b>Раздел VII. Современные методы диагностики заболеваний, ассоциированных с воздействием факторов риска среды обитания и образа жизни</b>	
<i>И.Н. Аликина, О.В. Долгих, Е.А. Мухачева</i> Аллергологический статус детей, ассоциированный с воздействием химических факторов среды обитания .....	585
<i>И.Н. Аликина, О.В. Долгих, Ю.А. Челакова</i> Особенности маркерных показателей клеточной гибели у работников предприятия по добыче и переработке хромовых руд .....	588
<i>М.В. Волкова, А.В. Недоштова</i> Определение ниобия и тантала в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой .....	592
<i>М.А. Землянова</i> Биомаркеры экспозиции и негативных эффектов для задач гигиенических оценок и экспертиз .....	595
<i>М.Т. Зенина, И.Е. Штина, О.Ю. Устинова, Д.А. Эйсфельд</i> Особенности аутоиммунного тиреоидита у детей, проживающих в условиях воздействия химических факторов окружающей среды .....	599

<i>А.С. Зорина, М.О. Старчикова, М.С. Пустобаева</i> Исследования содержания формальдегида в крови детского населения, проживающего в различных условиях антропогенного воздействия.....	603
<i>О.А. Казакова, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Д.В. Ланин</i> Воздействие средовых факторов на показатели Т-клеточного иммунитета женщин с репродуктивными нарушениями и полиморфным генетическим профилем.....	606
<i>Ю.В. Кольдибекова, О.В. Пустовалова</i> Изменения биохимических показателей нейротоксических эффектов у детей при повышенном содержании алюминия и марганца в биосредах.....	610
<i>А.-М. Landtblom, I. Bostrom, T. Riise, K. Bjornevik, К.-М. Myhr, M. Pugliatti, C. Wolfson</i> Environmental factors in ms, focusing exposure to oorganic solvents.....	617
<i>Anne-Marie Landtblom, Inger Bostrom, Trond Riise, Kjetil Bjornevik, Kjell-Morten Myhr, Maura Pugliatti, Christina Wolfson</i> Внешние факторы риска рассеянного склероза и воздействие органических растворителей как один из них .....	623
<i>А.А. Мазунина, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, М.А. Гусельников</i> Сравнительная оценка полиморфизма генов населения юга Сибири на примере Иркутской области и Красноярского края .....	630
<i>О.А. Мальцева</i> Опасность нитратов и N-нитрозодиметиламина в питьевой воде .....	634
<i>М.А. Землянова, М.С. Степанков</i> Исследование и сравнительная оценка материальной и функциональной кумуляции нанодисперсного оксида магния при многократном пероральном поступлении .....	640
<i>М.М. Некрасова, И.В. Федотова, Т.В. Блинова, Л.А. Страхова, Т.Н. Васильева, А.В. Зувев, Е.Ф. Черникова</i> Исследование взаимосвязи между биохимическими маркерами и показателями вариабельности сердечного ритма при проведении медицинских осмотров .....	647
<i>Е.В. Пескова, Е.И. Чумак</i> Оценка цитогенетических нарушений у населения в зоне влияния предприятия по производству алюминия .....	654
<i>К.Г. Старкова, О.В. Долгих</i> Генетические маркеры и индикаторные показатели гомеостаза у детей стронциевой геохимической провинции .....	658
<i>Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Г.И. Терентьев, Н.А. Попова, О.А. Мальцева</i> Совершенствование методических приемов мониторинга высокотоксичных азотсодержащих органических соединений в биологических средах населения, проживающего в условиях комплексного техногенного воздействия промышленно развитых регионов .....	662



<i>Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, М.А. Гусельников</i> Индикаторные показатели иммунной регуляции у детей школьного возраста, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции алюминием .....	668
<i>Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, Н.А. Вдовина</i> Особенности иммунологического статуса детского населения в условиях негативного воздействия шумового фактора .....	673
<i>В.М. Чигвинцев</i> Учет воздействия факторов среды обитания при противовирусном иммунном ответе организма человека.....	676
<b>Раздел VIII. Медико-профилактические технологии профилактики и коррекции заболеваний, ассоциированных с факторами среды обитания, образовательного процесса и образа жизни</b>	
<i>М.В. Глухих</i> Дифференциация показателя ожидаемой продолжительности жизни и уровней потребления алкоголя в регионах России .....	685
<i>Н.А. Лебедева-Несевря, С.Ю. Елисеева</i> Роль индивидуального социального капитала в решении вопросов, связанных с физическим здоровьем.....	689
<i>К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, А.Ю. Вандышева</i> Медико-профилактические технологии коррекции нарушений жирового обмена у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным уровнем хлороформа .....	694
<i>В.Г. Макарова, О.Ю. Устинова, О.В. Долгих</i> Длительность и напряженность гуморального иммунитета к вирусу кори у населения.....	701
<i>А.В. Сухова, Л.Л. Гвоздева, Л.А. Луценко</i> О совершенствовании критериев оценки пылевой нагрузки для защиты здоровья работников пылевых профессий .....	704
<i>В.А. Фокин</i> Опыт оценки профессионального риска здоровью работников от воздействия шума, превышающего ПДУ.....	711
<i>М.В. Шапошникова, Е.С. Богомолова, Т.В. Бадеева, Р.С. Рахманов, Н.В. Котова, А.Н. Писарева, М.В. Ашина, С.Н. Ковальчук</i> Управление рисками формирования школьно-обусловленной патологии в рамках единой профилактической среды общеобразовательной организации .....	714
Авторский указатель .....	724

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АНАЛИЗА РИСКА  
ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ САНИТАРНО-  
ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ  
НАСЕЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

Материалы  
IX Всероссийской научно-практической  
конференции с международным участием

(Пермь, 15–16 мая 2019 г.)

*Под редакцией профессора А.Ю. Поповой,  
академика РАН Н.В. Зайцевой*

Корректор *М.Н. Афанасьева*

---

Подписано в печать 06.05.2019. Формат 70×100/16.  
Усл. печ. л. 59,5. Тираж 200. Заказ № 70/2019.

---

Издательство  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета.  
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.  
Тел. (342) 219-80-33.

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии «Книжный формат».  
Адрес: 614000, г. Пермь, ул. Пушкина, 85.