

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  
Отделение медицинских наук Российской академии наук  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Пермский государственный  
медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО  
БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ  
НА УРОВНЕ СУБЪЕКТА ФЕДЕРАЦИИ**

Материалы  
межрегиональной научно-практической интернет-конференции

(Пермь, 11–15 сентября 2017 г.)

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

Пермь 2017

УДК 614.4  
А437

**А437** **Актуальные** вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на уровне субъекта Федерации: материалы межрегиональной научно-практической интернет-конференции / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – 337 с.

ISBN 978-5-398-01878-3

Материалы межрегиональной научно-практической интернет-конференции «Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на уровне субъекта Федерации» обобщают результаты фундаментальных и прикладных исследований в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения регионов Российской Федерации на современном этапе социально-экономического развития страны.

Особый раздел конференции посвящен методическим и практическим вопросам перехода контрольно-надзорной деятельности службы на риск-ориентированную модель. Отражены результаты оценки эффективности функционирования службы, при этом в качестве критериев использованы показатели здоровья населения. Представлены правовые и научно-методические аспекты анализа рисков для здоровья населения при воздействии различных факторов внешней, производственной среды.

Значительный объем материалов посвящен вопросам оценки и минимизации рисков для здоровья, связанных с потребительской продукцией, обращаемой на потребительском рынке страны.

Рассматриваются общие и частные вопросы медицины труда, в том числе состояния репродуктивного здоровья работников. Представлены актуальные разработки в сфере предиктивной медицины, диагностики, коррекции и профилактики нарушений здоровья, связанных с воздействием факторов среды обитания. Актуализированы вопросы управления риском здоровью детей и подростков.

Ряд материалов отражает методы и способы наукоемкой поддержки гигиенических исследований, расследований, экспертиз, а также целого ряда задач регионального и муниципального уровней в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Издание предназначено для специалистов органов и организаций системы Роспотребнадзора, научно-исследовательских учреждений, высших учебных заведений медицинского, медико-профилактического, биологического профиля, 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*, *Д.Н. Кошурников*, *М.М. Цинкер*

ISBN 978-5-398-01878-3

© ФБУН «Федеральный научный центр  
медико-профилактических технологий  
управления рисками здоровью  
населения», 2017





Раздел I

---

**Риск-ориентированная  
контрольно-надзорная  
деятельность. Предотвращение  
причинения вреда здоровью**



## Опыт методической поддержки и практической реализации риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора (2014–2017 гг.)

А.Ю. Попова<sup>1</sup>, Н.В. Зайцева<sup>2</sup>, И.В. Май<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,  
г. Москва, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,  
г. Пермь, Россия

Изложены основные этапы перехода Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека на риск-ориентированную модель контрольно-надзорной деятельности. Описаны основные методические подходы к классификации деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека при несоблюдении обязательных санитарно-эпидемиологических требований. Показано, что при оценке риска учтена вероятная частота нарушений законодательных требований, ассоциированные с этими нарушениями показатели потенциального вреда здоровью человека и численность населения под воздействием деятельности. Для задач риск-ориентированной модели сформирован федеральный реестр объектов надзора, пополняемый данными из всех 85 регионов страны. Результаты категорирования более 630 тысяч объектов надзора, данные о которых внесены в федеральный реестр, свидетельствуют, что доля объектов чрезвычайно высокого и высокого риска причинения вреда составляет в общей массе порядка 7,5 %. Почти 40 % объектов не формируют существенных рисков для граждан и могут быть исключены из планового надзора, что не исключает внеплановых проверок их деятельности по установленным законом основаниям. Система классификации является динамической, позволяет понижать или повышать категорию объекта надзора в зависимости от результатов и истории проверок. Определены пути развития риск-ориентированной модели надзора.

**Ключевые слова:** санитарно-эпидемиологический надзор, риск-ориентированная модель.

Текущая социально-экономическая ситуация в стране характеризуется всемерной поддержкой бизнеса со стороны правительства с ориентацией деятельности хозяйствующих субъектов на расширение импортозамещения, повышение конкурентоспособности, снижение всех видов издержек [2, 7, 12]. К последним бизнес зачастую относит затраты на сопровождение проверок [6], проводимых надзорными органами с целью контроля соблюдения законодательно установленных требований и норм. При этом параллельно государство ставит задачи сохранения здоровья нации, обеспечения экологической безопасности, минимизации потерь культурного наследия и иных охраняемых государством ценностей [1, 3, 9, 13].

Проблема достижения баланса интересов общества, государства и бизнеса потребовала от федеральных органов исполнительной власти разработки и внедрения принципиально новых подходов к организации контрольно-надзорной деятель-

ности, основанных на методологии оценки рисков и дифференциации объектов надзора. Подобные подходы уже опробованы в государственном управлении и доказали свою эффективность [6, 11, 14].

Поставленная еще в 2010–2011 гг. задача перехода на новую модель надзора [5] была законодательно закреплена статьей 8.1. «Применение риск-ориентированного подхода при организации государственного контроля (надзора)», введенной 13.07.2015 г. в Федеральный закон № 294 от 26.12.2008 г. «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля (надзора)».

Закон установил, что выбор интенсивности (формы, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по контролю и профилактике нарушения обязательных требований определяется отношением деятельности юридического лица (ЮЛ), индивидуального предпринимателя (ИП) и/или используемых ими производственных объектов к определенной категории риска либо определенному классу (категории) опасности.

Документ однозначно указывает, что отнесение объекта надзора к определенному классу опасности должно базироваться на оценке тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований, а к определенной категории риска – еще и с учетом оценки вероятности несоблюдения соответствующих обязательных требований. Таким образом, опасности и риски напрямую увязываются со степенью законопослушания объекта. Отсутствие опасности и риска для охраняемых ценностей в условиях полного соблюдения установленных законодательных требований закрепляется законом как основополагающий принцип риск-ориентированного надзора.

Переход на новые методы организации контрольно-надзорной деятельности потребовал от каждого надзорного ведомства:

- разработки критериев отнесения подконтрольных лиц и объектов к конкретному классу опасности (категории риска), которые должны быть связаны исключительно с уровнем риска причинения вреда;
- наличия исчерпывающего реестра подконтрольных субъектов (объектов);
- использования автоматизированных информационных систем для оценки рисков;
- дифференциацию процедуры и возможных результатов государственного контроля;
- постепенного внедрения системы управления рисками.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека одной из первых включилась в переход на риск-ориентированную модель. Роспотребнадзор вошел в число федеральных органов власти, отрабатывающих основные организационные и методические шаги по переходу на новую модель деятельности. 15 мая 2015 г. руководителем службы – главным государственным санитарным врачом Российской Федерации – утверждается ведомственный план по «пилотному» внедрению риск-ориентированного подхода при осуществлении контрольно-надзорной деятельности. Издаются ряд приказов и инструктивных писем, среди которых Приказ № 927 от 21.09.2015 г. «О Федеральном реестре юридических лиц и индивидуальны предпринимателей», № 1008 от 30.09.2015 г. «О внедрении методических рекомендаций “Классификация хозяйствующих субъ-



ектов и видов деятельности по потенциальному риску причинения вреда здоровью для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий”», Письмо № 01/14810-15-27 от 01.12.2015 г. «О порядке формирования и актуализации Федерального реестра» и т.п.

Методические подходы и вероятные последствия их внедрения неоднократно обсуждаются на площадке Федеральной службы с представителями общественных организаций «Опора России», «Деловая Россия», «Российский союз промышленников и предпринимателей», со специалистами Высшей школы экономики и т.п.

Каждый шаг внедрения новой модели явился следствием совместных усилий центрального аппарата службы, управлений Роспотребнадзора в субъектах Федерации и ведомственных научных организаций.

Первой и крайне непростой задачей являлась разработка критериев дифференциации объектов надзора. Сложность решения проблемы определялась, прежде всего, разнообразием видов деятельности, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору, необходимостью в крайне сжатые сроки выявить, проанализировать и параметризовать причинно-следственные связи между нарушениями обязательных требований в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и показателями состояния здоровья населения; найти объективные критерии оценки тяжести последствий несоблюдения обязательных требований. При этом задавались условия единообразия подходов ко всем видам деятельности, отсутствия дополнительной информационной нагрузки на хозяйствующие субъекты, максимального использования государственной и ведомственной статистики.

Выбор между категоризацией по критериям опасности или риска был сделан в пользу критериев риска по нескольким причинам.

Категория «опасности» как основа классификации объектов для последующей дифференциации контроля требует описания свойств объекта, способных нанести вред охраняемым ценностям (здоровью человека), и дать количественную оценку этой опасности. При этом частота (вероятность) реализации опасных свойств при классификации уже не имеет значения. Сам подход вполне корректен и реализуем в отношении объектов промышленности, транспорта, связи, где опасности очевидны и могут быть количественно охарактеризованы (к примеру, через учет массы или доли отходов, выбросов, сбросов веществ чрезвычайно и/или высокоопасных для человека). Однако этот подход требует признания того, что иная поднадзорная санэпиднадзору деятельность, например, в сфере здравоохранения, образования, культуры и пр., может являться опасной для здоровья человека даже в условиях полного соблюдения обязательных требований. Последнее представлялось мало корректным, а в некотором смысле асоциальным. Кроме того, классификация объектов по уровню опасности мало ориентирует ЮЛ или ИП на сокращение частоты нарушений обязательных требований к хозяйствованию и слабо подходит для внедрения динамической системы классификации, поскольку опасность рассматривается как неотъемлемое свойство самого объекта.

Классификацию деятельности по критериям риска причинения вреда, рассматривали как наиболее адекватный задаче и перспективный методический подход, реализацию которого строили на следующих принципах:

– риск причинения вреда здоровью формируется в условиях вероятного нарушения хозяйствующими субъектами обязательных санитарно-эпидемиологических требований, установленных законодательством Российской Федерации;

– потенциальный риск причинения вреда здоровью представляет собой сочетание вероятности несоблюдения обязательных требований санитарного законодательства, связанных с этим несоблюдением нарушений здоровья человека, тяжести этих нарушений здоровья и численности населения, находящегося под воздействием;

– оценка вероятности несоблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями обязательных требований выполняется по данным органов Роспотребнадзора о результатах ранее проведенных проверок на объектах с разными видами деятельности;

– для каждого вида деятельности идентифицируются потенциальные факторы опасности, на основании анализа отечественных и международных релевантных источников информации и баз данных устанавливаются потенциально возможные виды нарушений здоровья (виды заболеваний и/или причин смерти), адекватные факторам опасности;

– определение показателя потенциального вреда здоровью при нарушении статей санитарного законодательства выполняется на основе системного, в том числе экспертного, анализа причинно-следственных связей между частотой нарушений статей законодательства в разрезе конкретных статей Федерального закона № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии» и распространенностью нарушений здоровья в виде смертности и первичной заболеваемости населения с учетом тяжести нарушений здоровья. Тяжесть нарушений здоровья оценивается в соответствии с рекомендациями ВОЗ [15] в диапазоне от 0 до 1, где 0 – полное здоровье, 1 – смерть.

Несомненно, наиболее точным был бы анализ связей частоты нарушений законодательных требований со случаями причинения вреда здоровью, зарегистрированными в условиях таких нарушений. Однако данных для такого анализа на сегодня крайне недостаточно. Это актуализирует задачу разработки и внедрения методик установления вреда здоровью при нарушении санитарных требований, а также обобщения лучших отечественных практик в этой области. В этой связи заслуживает изучения опыт Свердловской области, где ежегодно по данным ведомственной статистики регистрируется случаев причинения вреда здоровью при нарушении законодательных требований в разы больше, чем во всех других регионах страны.

Вместе с тем многолетние данные социально-гигиенического мониторинга, данные медицинской статистики (форма № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», форма № 1 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», форма С51 «Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти»; форма № 29-09 «Сведения о вспышках инфекционных заболеваний») по субъектам Российской Федерации позволили методом регрессионного анализа оценить наличие (отсутствие) и параметры связей между частотой нарушений санитарного законодательства и показателями состояния здоровья людей в регионах.

Несомненно, выполняя подобный анализ, разработчики в полной мере отдавали себе отчет о многофакторности показателей здоровья населения. Однако гипотезу о том, что нарушения законодательных требований в области санитарно-эпидемиологического благополучия неотвратимо сказываются на медико-демографических показателях, принимали за аксиому. Иные предположения противоречили бы самой цели установленных обязательных требований и контроля за их со-

блюдением: достичь предупреждением и пресечением нарушений закона снижения заболеваемости и смертности населения.

В результате обработки многолетних данных практически по всем субъектам Российской Федерации получено более 100 достоверных математических моделей связи частоты нарушений обязательных требований закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» с частотой нарушений здоровья.

Например, частота нарушений объектами по сбору и очистки воды требований ст. 19 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству питьевой воды, к питьевому и хозяйственно-бытовому водоснабжению» имела в целом по регионам страны достоверную связь с вероятностью формирования болезней кожи и подкожной клетчатки у детей и взрослых: коэффициенты регрессии и коэффициенты тяжести заболеваний соответственно 0,274; 0,324 и 0,124 и 0,309. Увеличение частоты нарушений данной статьи достоверно было связано с повышением частоты болезней органов пищеварения у детей и взрослых (коэффициенты регрессии и коэффициенты тяжести заболеваний соответственно 0,59; 0,138 и 0,153 и 0,162) и болезней печени у всего населения (коэффициент регрессии 0,04; коэффициент тяжести заболеваний 0,274). Повышение частоты нарушений требований к содержанию зданий и сооружений объектов здравоохранения имело достоверные связи с ростом заболеваний кожи, инфекционных заболеваний ( $r = 0,08-0,127$ ; тяжесть поражений от 0,11 до 0,26).

Масштабность воздействия объектов надзора рассматривали как уникальную величину, характерную для деятельности определенного ЮЛ. Очевидно, что чем большее число лиц, подвержено воздействию в условиях нарушения закона, и чем длительнее вероятный контакт с фактором риска, тем больший потенциальный вред может быть нанесен.

Риск может быть рассчитан для любого вида деятельности, отдельного производственного объекта и классифицирован в соответствии с утвержденными Постановлением правительства критериями [10].

При этом, если у юридического лица однотипная деятельность осуществляется на разных объектах (торговые сети, сети общественного питания, компании сотовой связи с многочисленными передающими и принимающими базовыми станциями и пр.), то выполняется расчет и оценка потенциального риска причинения вреда здоровью для каждого вида деятельности, а каждый производственный объект имеет категорию риска по риску причинения вреда здоровью, присвоенную данному виду деятельности. Это позволяет не исключать из планового контроля ЮЛ и ИП, осуществляющих деятельность на множестве мелких объектов, которые тем не менее в сумме могут охватывать товарами, услугами значительное число населения (типичным примером является сеть привокзальных киосков, подведомственных РЖД).

В целом предлагаемый методический подход полностью отвечает требованиям действующего законодательства и соответствует сути и порядку оценки риска.

Следует отметить, что, анализируя методические подходов разных ведомств к категорированию объектов надзора, специалисты Высшей школы экономики в рамках ежегодного анализа контрольно-надзорной деятельности отметили, что «...система оценки риска, используемая для целей санитарно-эпидемиологического надзора, является единственной методикой оценки, в рамках которой применяется качественный математический аппарат, позволяющий определить количественное значение риска...» [14, с. 58].

Потребность внедрения методики классификации объектов для задач планирования повлекло интенсификацию работы региональных управлений Роспотребнадзора с электронными реестрами юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, чья деятельность подлежит санитарно-эпидемиологическому надзору.

На базе ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» сформирован федеральный реестр, наполняемый данными из субъектов Федерации.

В 2014 г. заполнение и ведение реестра начали 9 пилотных регионов и на середину года в него были занесены сведения о 80 тысячах ЮЛ и ИП и 250 тысячах производственных объектах разных видов деятельности. На середину 2017 г. в реестр хозяйствующих субъектов, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору, внесено более 630 тысяч ЮЛ и ИП, которые ведут деятельность на почти 760 тысячах объектах. Представлены все 85 регионов Российской Федерации.

В практику службы вошло проведение кустовых и региональных консультационных вебинаров. Это позволяет минимизировать ошибки при заполнении реестров, обеспечить обмен опытом между управлениями, помочь тем регионам, которые менее, чем другие, подготовлены к работе со сложными базами данных и программными продуктами [8].

По утвержденным алгоритмам разрабатывается унифицированное программное обеспечение, которое должно обеспечить регионам автоматизацию процедур оценки риска с предварительной проверкой исходных данных на корректность и полноту, а центральному аппарату службы комплексный анализ результатов планирования и реализации контрольно-надзорной деятельности.

Апробация методических подходов к середине 2017 г. показала, что из всего перечня внесенных в реестр ЮЛ и ИП в регионах от 1,0 до 2,5 % хозяйствующих субъектов осуществляют деятельность, которая может быть классифицирована как формирующая чрезвычайно высокие риски для здоровья человека.

К объектам с таким уровнем риска были отнесены ЮЛ и ИП, осуществляющие питьевое водоснабжение крупных населенных пунктов (почти 10 % всех объектов водоснабжения), промышленные предприятия 1, 2-го классов по санитарной классификации, расположенные на территории или вблизи поселений (более 3,2 % объектов надзора или 3 % промышленных объектов), крупные предприятия по производству пищевых продуктов, ряд разветвленных сетевых магазинов по продаже продуктов питания, крупные лечебно-профилактические учреждения с многопрофильными стационарными и поликлиническими отделениями и т.п. Объекты данной категории должны подлежать ежегодным плановым проверкам.

От 4 до 8 % объектов было квалифицировано как объекты высокого риска. В этой категории – значительная доля объектов водоснабжения и водоотведения, удаления отходов, промышленности, транспорта, крупные учреждения здравоохранения и образования. Частота проверок – раз в два года.

Анализ показал, что от 20 до 40 % всех зарегистрированных в регионах хозяйствующих субъектов осуществляют деятельность, которая может быть отнесена в шестой категории по риску причинения вреда здоровью. Это объекты, которые могут быть исключены из системы плановых надзорных мероприятий, что может создать резерв для переноса усилий и средств контрольно-надзорных мер на объекты чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска. В категории

низкого риска – объекты мелкорозничной торговли, мелкие объекты общественного питания, предоставления персональных услуг, некрупные производственные объекты, ЮЛ и ИП, осуществляющие деятельность в сфере образования для взрослых и т.п.

При этом следует отметить, что система категорирования по риску причинения вреда не является статичной. Высокая степень ответственности конкретных ЮЛ или ИП может обеспечить изменение категории. Нормативно закреплено, что объекты государственного надзора, подлежащие отнесению к категориям высокого, значительного, среднего и умеренного рисков, подлежат отнесению к категориям значительного, среднего, умеренного и низкого рисков соответственно при отсутствии при последней проверке предписаний об устранении нарушений обязательных требований санитарно-эпидемиологического законодательства Российской Федерации.

Возможно и «ужесточение» категории при наличии вступивших в законную силу в течение последних 3 лет двух постановлений и более по делу об административном правонарушении с назначением административного наказания, за исключением административного наказания в виде предупреждения.

Таким образом, методические подходы предполагают всемерное стимулирование хозяйствующих объектов к повышению степени социальной ответственности и соблюдению обязательных требований санитарного законодательства.

Объекты шестой категории, равно как и прочие, подпадают при установленных основаниях под внеплановые проверки, что позволяет осуществлять достаточный контроль и в отношении данных объектов.

Несомненно, риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности находится в стадии становления. Ее развитие требует совершенствования методических подходов, принятия новых организационных мер, включая обучение и повышение квалификации кадров, глубокий анализ и оценку результатов применения.

В силу того, что в основу оценки вреда положены обобщенные данные по видам деятельности, представляется целесообразным сбор и анализ информации по существенно более детализированным и конкретным видам деятельности. К примеру, в силу данных ведомственной статистики единая частота нарушений и, соответственно, тяжесть последствий установлена для группы промышленных объектов «обрабатывающие производства». Вместе с тем в эту группу отнесены предприятия химии и нефтехимии и предприятия легкой промышленности. Для повышения объективности классификации необходим сбор и обработка результатов контрольно-надзорных мероприятий для объектов по более «узкому» набору ОКВЭД, может быть даже для конкретного вида экономической деятельности.

Вероятно, разной может частота нарушений на объектах, осуществляющих одинаковые виды деятельности, но с применением разных технологий. В частности, РСПП предлагает установление типовых показателей предприятий каждой отрасли пищевой промышленности: мясной, молочной, мукомольной, хлебобулочной, фрукто- и овощеперерабатывающей и т.д. Для этого необходимо вести учет нарушений, допущенных каждым поднадзорным субъектом на каждом проверяемом объекте. Реализация новых подходов, несомненно, позволит в течение 3–5 лет собрать достаточно данных для внесения уточнений в расчеты категорий риска таких объектов.

Развитие системы предполагает и движение еще в нескольких направлениях:  
 – разработку и постоянное совершенствование системы чек-листов как основы прозрачной, минимально затратной и наиболее информативной проверки соблюдения обязательных требований;

– разработку и апробацию системы индикаторов нарушений обязательных требований – показателей, которые сами не являются нарушениями законодательства, но являются их предтечей, предвестниками;

– развитие системы управления рисками, т.е. повышение востребованности результатов контрольно-надзорной деятельности самим бизнесом, органами муниципальной и государственной власти. Для решения этой задачи крайне уже прошла серия открытых семинаров по правоприменительной практике, которая показала высокую заинтересованность бизнеса во взаимодействии со службой;

– усиление превентивного, предупредительного характера надзорной деятельности, в том числе через расширение практики использования негосударственных форм контроля – санитарно-эпидемиологического аудита, сертификации и т.п.

Развитие риск-ориентированной модели надзора в конечном итоге должно обеспечить общее понимание того, что для органов государственного контроля (надзора) уже недостаточным будет выполнение обязательных требований на момент проверки, они должны иметь гарантии того, что хозяйствующие субъекты видят и оценивают риски, которые формируются в результате их деятельности, готовы предпринимать меры для их минимизации и/или возместить гражданам потенциальные убытки, если такие риски будут реализованы.

### Список литературы

1. Велиева Д.С. Экологическая безопасность в контексте стратегии устойчивого развития российской федерации // Власть. – 2010. – № 11. – С. 36–38.

2. Журавлева Г.П. Новая тенденция социально-экономического развития и ее проявление в стратегии развития экономики современной России // Вестник Международного института экономики и права. – 2014. – № 1 (14). – С. 38–44.

3. Захаренков В.В., Бабенко А.И. Человеческий капитал и стратегия здравоохранения // Сибирский научный медицинский журнал. – 2014. – Т. 34, № 1. – С. 72–77.

4. Контрольно-надзорная деятельность в Российской Федерации в 2015 г.: Аналитический доклад [Электронный ресурс] / С.М. Плаксин, А.Г. Зуев, Кнутов [и др]. – М.: ВШЭ, 2016. – URL: <http://www.goskontrol-rspp.ru> (дата обращения: 10.06.2017).

5. Концепция повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления на 2014–2018 годы: проект [Электронный ресурс]. – URL: [ar.gov.ru/.../450\\_konceptsiya\\_revised\\_as\\_of\\_8\\_26\\_2013\\_\(2\).doc-d](http://ar.gov.ru/.../450_konceptsiya_revised_as_of_8_26_2013_(2).doc-d) (дата обращения: 10.06.2017).

6. Модернизация системы контрольно-надзорных полномочий в Российской Федерации: аналит. доклад / колл. авт. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. – 89 с.

7. Никоноров С.М. От стратегии социально-экономического развития к стратегии устойчивого развития регионов России // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2016. – № 4. – С. 28–35.

8. 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.

9. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (вместе с «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»): Распоряжение Правительства РФ № 1662-р от 17.11.2008 г. (ред. от 10.02.2017 г.) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82134/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/) (дата обращения: 12.06.2017).

10. О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации (вместе с «Правилами отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности»): Постановление Правительства РФ № 806 от 17.08.2016 г. (ред. от 22.07.2017 г.) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_203819/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203819/) (дата обращения: 10.06.2017).

11. Федоренко Е.В. Правовые основы применения методологии анализа риска при обеспечении безопасности пищевой продукции в евразийском экономическом союзе и Республике Беларусь // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3. – С. 13–18.

12. Ходасевич С.Г., Панченко О.А. Государственное регулирование и поддержка развития инновационных предприятий в малом бизнесе (на примере России) // Научное обозрение. Серия 1: Экономика и право. – 2012. – № 2. – С. 37–48.

13. Шеповальников А.Н., Мохов Д.Е. О системной стратегии обеспечения здоровья и сбережения нации // Россия и современный мир. – 2014. – № 3 (84). – С. 188–197.

14. Hampton P. Reducing administrative burdens: effective inspection and enforcement [Электронный ресурс]. – URL: [www.hm-treasury.gov.uk/hampton](http://www.hm-treasury.gov.uk/hampton) (дата обращения: 12.06.2017).

15. WHO. Global burden of disease 2004 update: disability weights for diseases and conditions [Электронный ресурс]. – 2004. – № 9. – URL: [http://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/GBD2004\\_DisabilityWeights.pdf](http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD2004_DisabilityWeights.pdf) (дата обращения: 19.05.2017).

## **Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан на основе расчета предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания**

**Е.Г. Степанов<sup>1</sup>, Н.Х. Давлетнуров<sup>1</sup>,  
Д.А. Кирьянов<sup>2</sup>, М.Ю. Цинкер<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан, г. Уфа, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

Представлены результаты расчета фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и оценка эффективности деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан.

**Ключевые слова:** эффективность контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

Представлены результаты расчета фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и оценка эффективности деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан (на базе общенациональных закономерностей).

Расчеты произведены на основе и в развитие методических разработок, выполненных на основе «Методологии расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидности населения», утвержденной Приказом Минэкономразвития, Минздравсоцразвития, Минфина и Росстата № 192/323н/45н/113 от 10 апреля 2012 г.; методических рекомендаций «Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания», утвержденных Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным государственным санитарным врачом РФ 23 октября 2014 г.

Расчет экономических потерь, ассоциированных с факторами среды обитания, выполнен в отношении показателей смертности и заболеваемости различных возрастных и социальных групп населения региона.



Экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, рассчитываются как:

– потери, связанные с недопроизводством валового внутреннего продукта (далее – ВВП) из-за выбытия человека из трудовой деятельности по указанным причинам (далее – экономические потери);

– потери, связанные с недопроизводством валового регионального продукта (далее – ВРП) из-за выбытия человека из трудовой деятельности по указанным причинам.

Экономические потери рассчитываются в целом по региону Российской Федерации: в разрезе возрастных групп, классов болезней в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра, принятой 43-й Всемирной ассамблеей здравоохранения, причин временной нетрудоспособности и причин смертности.

При расчете недопроизведенных ВВП и ВРП считается, что выбывший из трудовой деятельности человек, относящийся к определенной группе, работал бы так же, как среднестатистический представитель данной группы, продолжающий осуществлять трудовую деятельность.

Экономические потери от смертности и заболеваемости населения рассчитываются по данным статистики за отчетный год.

Результатами расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости являются абсолютные значения экономических потерь отчетного и предыдущего года и прогноз на следующий за отчетным год в рублях.

Расчет экономических потерь от смертности и заболеваемости населения региона, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, осуществляется на основе данных официального статистического учета и результатов социально-гигиенического мониторинга, включая результаты математического моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания и показателями смертности и заболеваемости населения.

Расчет экономических потерь от смертности и заболеваемости населения региона, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, выполняется на основе данных официального статистического учета, данных отраслевого статистического наблюдения, результатов социально-гигиенического мониторинга, включая результаты математического моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания и показателями результатов осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора соответствующего уровня.

Расчет экономической эффективности контрольно-надзорной деятельности региональных органов и организаций Роспотребнадзора выполняется с учетом затрат на ее осуществление и в отношении предотвращенных экономических потерь отдельно ВВП и ВРП на основе данных государственного статистического учета (в том числе данных формы № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»).

Полученные данные могут быть уточнены на базе специальных углубленных региональных исследований.

**Материалы и методы.** Методика расчета экономической эффективности контрольно-надзорных мероприятий, проводимых органами и организациями Роспотребнадзора, основана на сопоставлении затрат на осуществление контрольно-надзорной функции и предотвращение экономического ущерба за счет снижения заболеваемости и смертности населения в конкретном регионе.

Расчет экономического ущерба, связанного со смертностью и заболеваемостью населения, определяется как объем недопроизведенной продукции (ВВП или ВРП) за счет выбытия части экономически активного населения из производственного процесса. При этом потери, связанные со смертностью, определяются из расчета 0,5 года экономической активности на каждый случай, а потери, связанные с заболеваемостью, определяются исходя из средней длительности одного случая временной нетрудоспособности, равной 14 дням.

Расчет случаев заболеваемости и смертности населения, ассоциированных с факторами среды обитания, и случаев, предотвращенных действиями Роспотребнадзора, выполняется на основе моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания, здоровья населения и параметрами деятельности Роспотребнадзора.

Общий алгоритм расчета случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с факторами среды обитания и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, выполняется по результатам моделирования зависимостей в тройственной системе «*здоровье населения – среда обитания – деятельность Роспотребнадзора*». Моделирование зависимостей выполняется на основе данных государственного статистического наблюдения, ведомственной статистики и социально-гигиенического мониторинга в разрезе субъектов Российской Федерации за три предшествующих года.

С использованием полученных моделей выполняется:

- расчет изменения показателей качества среды обитания, обусловленного деятельностью органов и организаций Роспотребнадзора для конкретного региона;
- расчет числа случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с качеством среды обитания;
- расчет числа случаев нарушений здоровья, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

На основании результатов моделирования и расчета числа случаев нарушений здоровья, ассоциированных с качеством среды обитания и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, определяются соответствующие экономические показатели:

- экономический ущерб, связанный с нарушениями здоровья, ассоциированными с качеством среды обитания в регионе;
- предотвращенный экономический ущерб, связанный с нарушением здоровья населения, за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

Расчет эффективности выполнения контрольно-надзорной функции выполняется как соотношение затрат на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и предотвращенного экономического ущерба.

**Результаты.** Для выполнения расчета экономических ущербов по Республике Башкортостан использовались следующие данные:

- валовый региональный продукт по Республике Башкортостан за 2015 г.: 0,79 млн руб. на одного занятого в экономике;
- валовый внутренний продукт РФ за 2015 г.: 1,12 млн руб. на одного занятого в экономике.

Величина валового регионального продукта по Республике Башкортостан в 2015 г. была предварительно оценена на основе данных ВРП за 2014 г. с учетом поправки на уровень инфляции в 2014 г., который составил 11,36 %.

Затраты органов и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан на выполнение контрольно-надзорной функции по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия определялись как доля общего объема финансовых средств, выделяемых на выполнение функций по контролю (надзору), что составило 109,87 млн рублей (форма № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», раздел 3, строка 61). Доля общих финансовых средств, выделяемых на выполнение функций по контролю (надзору) для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, определяется согласно проценту проверок, осуществленных органами и организациями Роспотребнадзора в рамках обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (форма № 1-12 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора»). С учетом этого для расчетов был принят объем финансирования – 82,2 млн рублей.

На основании математических моделей зависимостей между показателями деятельности Роспотребнадзора, качества среды обитания и здоровья населения выполнены расчеты, характеризующие результативность и эффективность деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан. Результаты расчетов представлены следующим образом:

- в табл. 1 приведены результаты расчета долей показателей нарушений качества объектов среды обитания, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

- в табл. 2 приведено число смертей, ассоциированных с качеством среды обитания;

- табл. 3 содержит результаты расчета экономического ущерба, связанного с числом случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания;

- в табл. 4 приведено число смертей, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

- табл. 5 содержит результаты расчета предотвращенного экономического ущерба за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, связанного со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания;

- в табл. 6 приведено число заболеваний, ассоциированных с качеством среды обитания;

- табл. 7 содержит результаты расчета экономического ущерба, связанного с числом случаев заболеваний, в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания;

- в табл. 8 приведено число заболеваний, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

- табл. 9 содержит результаты расчета предотвращенного экономического ущерба за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, связанного со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания;

- в табл. 10 приведены предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и их эффективность.

Т а б л и ц а 1

Доля показателей, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, предотвращенная в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан

Показатель качества объектов среды обитания	Источник информации	Единицы измерения	Доля показателя		
			текущая		прогноз
			2014 г.	2015 г.	2016 г.
1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 13	%	3,5	2,6	3,7
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 9	%	40,5	46,0	43,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 07, графа 4 и 15	%	0,8	1,1	1,0
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 08, графа 4 и 15	%	0,8	0,9	0,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию алифатических предельных углеводородов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 25, графа 4 и 15	%	1,9	2,4	2,4
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по алюминию	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	4,4	4,5	4,1
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 09, графа 4 и 15	%	1,0	1,2	1,3
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по аммиаку и аммоний иону	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	1,7	1,6	1,6

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 21, графа 4 и 15	%	0,4	0,4	0,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию бенз(а)пирена	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 13, графа 4 и 15	%	12,6	14,5	14,6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенных веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 02, графа 4 и 15	%	2,4	3,1	2,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию всего в воздухе	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 01, графа 4 и 15	%	3,0	3,7	3,8
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксibenзола и его производных	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 10, графа 4 и 15	%	1,0	1,5	1,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 04 графа 4 и 15	%	0,7	1,1	1,2
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	16,6	18,9	17,8
Доля исследованных проб почв в селеитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по кадмию	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 16	%	0,1	0,1	0,1
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по кадмию	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,2	0,2

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию сероокиси	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 24, графа 4 и 15	%	0,3	0,3	0,3
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по марганцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	5,5	6,2	5,9
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 18	%	1,0	0,4	0,4
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по никелю	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,6	0,6	1,5
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по нитритам (по NO <sub>2</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,4	0,3	0,4
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по паразитологическим показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 20	%	0,4	1,1	0,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию прочих веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 41 графа 4 и 15	%	0,7	0,9	0,9
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по радиоактивным веществам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 22	%	0,1	0,1	0,0
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 4	%	12,4	7,8	6,4
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 14	%	0,3	0,3	0,3
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по свинцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,1	0,1

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию свинца	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 30, графа 4 и 15	%	1,1	1,3	1,3
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серы диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 03 графа 4 и 15	%	0,6	0,6	0,7
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по сульфатам (по SO <sub>4</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	1,0	0,8	1,1
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по тяжелым металлам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 10	%	2,5	2,3	1,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию тяжелых металлов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 28, графа 4 и 15	%	0,5	0,7	0,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 05 графа 4 и 15	%	3,1	4,2	4,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), строка 02, графа 4 и 15	%	1,8	2,8	2,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию хлористого водорода	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 19, графа 4 и 15	%	0,7	1,0	1,0

Т а б л и ц а 2

Число случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания в Республике Башкортостан

Возрастная группа	Класс причин смерти	Число абсолютных случаев		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	7	2	4
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	174	278	166
	Новообразования	24	30	112
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни органов дыхания	21	20	8
Всего		226	330	290

Т а б л и ц а 3

Экономический ущерб, связанный с числом случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания в Республике Башкортостан

Возрастная группа	Класс причин смерти	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	0,45	0,13	0,26	0,31	0,09	0,18
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	18,14	28,98	17,31	12,74	20,35	12,15
	Новообразования	2,50	3,13	11,68	1,76	2,20	8,20
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни органов дыхания	8,97	8,54	3,42	6,30	6,00	2,40
Всего		30,06	40,78	32,66	21,11	28,64	22,93

Т а б л и ц а 4

Число случаев смерти в разрезе классов причин, предотвращенных за счет контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан

Возрастная группа	Класс причин смерти	Число абсолютных случаев		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	9	11	10
	Болезни системы кровообращения	1	1	1
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	245	323	306
	Болезни системы кровообращения	39	36	36
	Новообразования	404	476	479
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни органов дыхания	17	14	14
Всего		715	861	846



Таблица 5

Предотвращенный экономический ущерб за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан, связанный со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания

Возрастная группа	Класс причин смерти	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)	2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	0,58	0,70	0,64	0,40	0,49	0,45
	Болезни системы кровообращения	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	25,54	33,68	31,90	17,94	23,65	22,40
	Болезни системы кровообращения	4,07	3,75	3,75	2,86	2,64	2,64
	Новообразования	42,12	49,63	49,94	29,58	34,85	35,07
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни органов дыхания	7,26	5,98	5,98	5,10	4,20	4,20
Всего		79,63	93,80	92,28	55,92	65,87	64,80

Таблица 6

Число случаев заболеваний в разрезе классов болезней, ассоциированных с качеством среды обитания в Республике Башкортостан

Возрастная группа	Класс болезни	Число абсолютных случаев		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	5295	4711	2283
	Болезни мочеполовой системы	9069	8069	3911
	Болезни органов дыхания	8070	33131	3980
	Болезни органов пищеварения	0	0	202
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	14	65	24
	Новообразования	2785	2478	1201
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	3176	2574	1276
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	2521	2043	1013
	Болезни мочеполовой системы	1876	1520	754
	Болезни органов дыхания	57 798	82 731	111 460
	Болезни органов пищеварения	5175	4194	2174
	Болезни системы кровообращения	972	869	507
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	84	0	373
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	169	391	165
Новообразования	472	382	190	
Всего		97 476	143 158	129 513

Таблица 7

Экономический ущерб, связанный с числом случаев заболеваний, в разрезе классов болезней, ассоциированных с качеством среды обитания в Республике Башкортостан

Возрастная группа	Класс болезней	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	137,31	122,17	59,20	96,42	85,78	41,57
	Болезни мочеполовой системы	235,18	209,25	101,42	165,14	146,93	71,22
	Болезни органов дыхания	209,27	859,17	103,21	146,95	603,30	72,47
	Болезни органов пищеварения	0,00	0,00	5,24	0,00	0,00	3,68
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	0,36	1,69	0,62	0,25	1,18	0,44
	Новообразования	72,22	64,26	31,14	50,71	45,12	21,87
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	38,34	31,07	15,40	26,92	21,82	10,82
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	30,43	24,66	12,23	21,37	17,32	8,59
	Болезни мочеполовой системы	22,65	18,35	9,10	15,90	12,88	6,39
	Болезни органов дыхания	697,73	998,72	1 345,53	489,95	701,31	944,84
	Болезни органов пищеварения	62,47	50,63	26,24	43,87	35,55	18,43
	Болезни системы кровообращения	11,73	10,49	6,12	8,24	7,37	4,30
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	1,01	0,00	4,50	0,71	0,00	3,16
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	2,04	4,72	1,99	1,43	3,31	1,40
Новообразования	5,70	4,61	2,29	4,00	3,24	1,61	
Всего		1 526,46	2 399,78	1 724,26	1 071,88	1 685,12	1 210,78

Таблица 8

Число случаев заболеваний в разрезе классов болезней, предотвращенных за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан

Возрастная группа	Класс болезни	Число абсолютных случаев		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
1	2	3	4	5
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	15 197	17 230	16 267
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	2079	1596	2093
	Болезни мочеполовой системы	26 030	29 511	27 862
	Болезни органов дыхания	13 807	17 200	17 638
	Болезни органов пищеварения	3159	2906	2880
	Болезни системы кровообращения	3555	2634	3704
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	84	28	31
	Новообразования	8095	9127	8609
Психические расстройства и расстройства поведения	112	0	0	

Окончание табл. 8

1	2	3	4	5
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	8303	9626	9088
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	6590	7640	7213
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	1499	1136	1597
	Болезни мочеполовой системы	5445	6244	5881
	Болезни органов дыхания	27 190	33 149	33 883
	Болезни органов пищеварения	14 996	17 053	16 164
	Болезни системы кровообращения	2716	3075	3017
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	472	704	703
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	512	195	212
	Новообразования	1240	1434	1353
	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	4974	5837	5881
Психические расстройства и расстройства поведения	34	0	0	
Всего		146 089	166 325	164 076

Таблица 9

Предотвращенный экономический ущерб за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан, связанный со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания

Возрастная группа	Класс болезней	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)	2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
1	2	3	4	5	6	7	8
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	394,09	446,81	421,84	276,73	313,75	296,21
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	53,91	41,39	54,28	37,86	29,06	38,11
	Болезни мочеполовой системы	675,02	765,29	722,53	473,99	537,38	507,35
	Болезни органов дыхания	358,05	446,04	457,40	251,42	313,20	321,18
	Болезни органов пищеварения	81,92	75,36	74,69	57,52	52,92	52,44
	Болезни системы кровообращения	92,19	68,31	96,05	64,73	47,96	67,45
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	2,18	0,73	0,80	1,53	0,51	0,56
	Новообразования	209,92	236,68	223,25	147,41	166,20	156,76
	Психические расстройства и расстройства поведения	2,90	0,00	0,00	2,04	0,00	0,00
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	100,23	116,20	109,71	70,38	81,60	77,04

Окончание табл. 9

1	2	3	4	5	6	7	8
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	79,55	92,23	87,07	55,86	64,76	61,14
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	18,10	13,71	19,28	12,71	9,63	13,54
	Болезни мочеполовой системы	65,73	75,38	70,99	46,16	52,93	49,85
	Болезни органов дыхания	328,23	400,17	409,03	230,49	281,00	287,22
	Болезни органов пищеварения	181,03	205,86	195,13	127,12	144,56	137,02
	Болезни системы кровообращения	32,79	37,12	36,42	23,02	26,07	25,57
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	5,70	8,50	8,49	4,00	5,97	5,96
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	6,18	2,35	2,56	4,34	1,65	1,80
	Новообразования	14,97	17,31	16,33	10,51	12,16	11,47
	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	60,05	70,46	70,99	42,16	49,48	49,85
	Психические расстройства и расстройства поведения	0,41	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00
Всего		2 763,16	3 119,91	3 076,85	1 940,28	2 190,79	2 160,55

Таблица 10

Предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и ее эффективность (Республика Башкортостан, 2015 г.)

Показатель	Значение
Затраты на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в 2015 г., млн руб.	82,20
Валовый региональный продукт на одного занятого в 2015 г., млн руб.	0,79
Предотвращенный экономический ущерб исходя из валового регионального продукта в 2015 г., млн руб.	2 256,66
– в том числе потери от смерти	65,87
– в том числе потери от заболеваний	2 190,79
Валовый внутренний продукт РФ на одного занятого в 2015 г., млн руб.	1,12
Предотвращенный экономический ущерб исходя из валового внутреннего продукта РФ в 2015 г., млн руб.	3 213,71
– в том числе потери от смерти	93,80
– в том числе потери от заболеваний	3 119,91
Экономическая эффективность, исходя из предотвращенных потерь ВРП Республики Башкортостан в 2015 г., руб. на 1 руб. затрат	27,45
Экономическая эффективность, исходя из предотвращенных потерь ВВП РФ в 2015 г., руб. на 1 руб. затрат	39,10

## **Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области на основе расчета предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания**

**О.А. Историк<sup>1</sup>, Д.А. Кирьянов<sup>2</sup>, М.Ю. Цинкер<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ленинградской области, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

Представлены результаты расчета фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и оценка эффективности деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области.

**Ключевые слова:** эффективность контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

Представлены результаты расчета фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и оценка эффективности деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области (на базе общефедеральных закономерностей).

Расчеты произведены на основе и в развитие методических разработок, выполненных на основе «Методологии расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидности населения», утвержденной Приказом Минэкономразвития, Минздравсоцразвития, Минфина и Росстата № 192/323н/45н/113 от 10 апреля 2012 г.; методических рекомендаций «Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания», утвержденных Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным государственным санитарным врачом РФ 23 октября 2014 г.

Расчет экономических потерь, ассоциированных с факторами среды обитания, выполнен в отношении показателей смертности и заболеваемости различных возрастных и социальных групп населения региона.

Экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, рассчитываются как:

- потери, связанные с недопроизводством валового внутреннего продукта (далее – ВВП) из-за выбытия человека из трудовой деятельности по указанным причинам (далее – экономические потери);

- потери, связанные с недопроизводством валового регионального продукта (далее – ВРП) из-за выбытия человека из трудовой деятельности по указанным причинам.

Эти два расчета могут использоваться самостоятельно, но их результаты не складываются.

Экономические потери рассчитываются в целом по региону Российской Федерации: в разрезе возрастных групп, классов болезней в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра, принятой 43-й Всемирной ассамблеей здравоохранения, причин временной нетрудоспособности и причин смертности.

При расчете недопроизведенных ВВП или ВРП считается, что выбывший из трудовой деятельности человек, относящийся к определенной группе, работал бы так же, как среднестатистический представитель данной группы, продолжающий осуществлять трудовую деятельность.

Экономические потери от смертности и заболеваемости населения рассчитываются по данным статистики за отчетный год.

Результатами расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости являются абсолютные значения экономических потерь отчетного и предыдущего года и прогноз на следующий за отчетным год в рублях.

Расчет экономических потерь от смертности и заболеваемости населения региона, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, осуществляется на основе данных официального статистического учета и результатов социально-гигиенического мониторинга, включая результаты математического моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания и показателями смертности и заболеваемости населения.

Расчет экономических потерь от смертности и заболеваемости населения региона, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, выполняется на основе данных официального статистического учета деятельности территориального управления Роспотребнадзора по Ленинградской области, данных отраслевого статистического наблюдения, результатов социально-гигиенического мониторинга, включая результаты математического моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания и показателями результатов осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора соответствующего уровня.

Расчет экономической эффективности контрольно-надзорной деятельности региональных органов и организаций Роспотребнадзора выполняется с учетом затрат на ее осуществление и в отношении предотвращенных экономических потерь отдельно ВВП и ВРП на основе данных государственного статистического учета (в том числе данных формы № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»).

Полученные данные могут быть уточнены на базе специальных углубленных региональных исследований.

**Материалы и методы.** Методика расчета экономической эффективности контрольно-надзорных мероприятий, проводимых органами и организациями Роспотребнадзора, основана на сопоставлении затрат на осуществление контрольно-надзорной функции и предотвращение экономического ущерба за счет снижения заболеваемости и смертности населения в конкретном регионе.

Расчет экономического ущерба, связанного со смертностью и заболеваемостью населения, определяется как объем недопроизведенной продукции (ВВП или ВРП) за счет выбытия части экономически активного населения из производственного процесса. При этом потери, связанные со смертностью, определяются из расчета 0,5 года экономической активности на каждый случай, а потери, связанные с заболеваемостью, определяются исходя из средней длительности одного случая временной нетрудоспособности, равной 14 дням.

Расчет случаев заболеваемости и смертности населения, ассоциированных с факторами среды обитания, и случаев, предотвращенных действиями Роспотребнадзора, выполняется на основе моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания, здоровья населения и параметрами деятельности Роспотребнадзора.

Общий алгоритм расчета случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с факторами среды обитания и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, выполняется по результатам моделирования зависимостей в тройственной системе «*здоровье населения – среда обитания – деятельность Роспотребнадзора*». Моделирование зависимостей выполняется на основе данных государственного статистического наблюдения, ведомственной статистики и социально-гигиенического мониторинга в разрезе субъектов Российской Федерации за три предшествующих года.

С использованием полученных моделей выполняется:

- расчет изменения показателей качества среды обитания, обусловленного деятельностью органов и организаций Роспотребнадзора для конкретного региона;
- расчет числа случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с качеством среды обитания;
- расчет числа случаев нарушений здоровья, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

На основании результатов моделирования и расчета числа случаев нарушений здоровья, ассоциированных с качеством среды обитания и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, определяются соответствующие экономические показатели:

- экономический ущерб, связанный с нарушениями здоровья, ассоциированными с качеством среды обитания в регионе;
- предотвращенный экономический ущерб, связанный с нарушением здоровья населения, за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

Расчет эффективности выполнения контрольно-надзорной функции выполняется как соотношение затрат на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и предотвращенного экономического ущерба.

**Результаты.** Для выполнения расчета экономических ущербов по Ленинградской области использовались следующие данные:

– валовый региональный продукт по Ленинградской области за 2015 г.: 1,06 млн руб. на одного занятого в экономике;

– валовый внутренний продукт РФ за 2015 г.: 1,12 млн руб. на одного занятого в экономике.

Величина валового регионального продукта по Ленинградской области в 2015 г. была предварительно оценена на основе данных ВРП за 2014 г. с учетом поправки на уровень инфляции в 2014 г., который составил 11,36 %.

Затраты органов и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области на выполнение контрольно-надзорной функции по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия определялись как доля общего объема финансовых средств, выделяемых на выполнение функций по контролю (надзору), составляющего 69,64 млн рублей (форма № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», раздел 3, строка 61). Доля общих финансовых средств, выделяемых на выполнение функций по контролю (надзору) для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, определяется согласно проценту проверок, осуществленных органами и организациями Роспотребнадзора в рамках обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (форма № 1–12 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора»). С учетом этого для расчетов был принят объем финансирования – 54,66 млн рублей.

На основании математических моделей зависимостей между показателями деятельности Роспотребнадзора, качества среды обитания и здоровья населения выполнены расчеты, характеризующие результативность и эффективность деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области. Результаты расчетов представлены следующим образом:

– в табл. 1 приведены основные показатели качества среды обитания, которые формировали риски потерь здоровья населения в Ленинградской области;

– в табл. 2 приведено число смертей, ассоциированных с качеством среды обитания;

– в табл. 3 приведено число заболеваний, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 4 содержит результаты расчета экономического ущерба, связанного с числом случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 5 содержит результаты расчета экономического ущерба, связанного с числом случаев заболеваний, в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 6 содержит основные параметры контрольно-надзорной деятельности территориального управления;

– в табл. 7 приведены результаты расчета долей показателей нарушений качества объектов среды обитания, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– в табл. 8 приведено число смертей, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– в табл. 9 приведено число заболеваний, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;



– табл. 10 содержит результаты расчета предотвращенного экономического ущерба за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, связанного со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания;

– табл. 11 содержит результаты расчета предотвращенного экономического ущерба за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, связанного со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания;

– в табл. 12 приведены предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и их эффективность.

Таблица 1

Доля показателей, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, которые формировали риски потерь здоровья населения в Ленинградской области

Показатель качества объектов среды обитания	Источник информации	Единицы измерения	Доля показателя		
			2013 г.	2014 г.	2015 г.
1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 13	%	2,7	3,5	4,1
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 9	%	43,4	40,1	42,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 07, графа 4 и 15	%	1,3	0,2	0,6
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по алюминию	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	15,5	14,6	2,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 09, графа 4 и 15	%	0,4	0,5	0,0
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по аммиаку и аммоний иону	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	5,7	4,9	3,3

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенных веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 02, графа 4 и 15	%	0,3	0,1	0,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию всего в воздухе	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 01, графа 4 и 15	%	0,9	0,2	0,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксibenзола и его производных	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 10, графа 4 и 15	%	0,3	0,0	0,0
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 04 графа 4 и 15	%	0,8	0,0	0,0
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	21,3	18,3	18,7
Доля исследованных проб почв в сельтебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по кадмию	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 16	%	0,5	0,0	0,0
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по марганцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	1,1	0,6	4,3
Доля исследованных проб почв в сельтебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 18	%	4,0	3,0	6,8
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по нитритам (по NO <sub>2</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,4	0,0	0,0
Доля исследованных проб почв в сельтебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по паразитологическим показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 20	%	0,4	0,3	0,9

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию прочих веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 41 графа 4 и 15	%	20,6	3,5	3,4
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 14	%	0,5	0,3	0,2
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по свинцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,7	0,0	0,0
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серы диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 03 графа 4 и 15	%	0,1	0,0	0,4
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по тяжелым металлам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 10	%	1,4	0,3	0,9
Доля объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по вибрации	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), графа 8	%	5,4	1,2	0,0
Доля объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по ЭМИ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), графа 16	%	0,8	6,7	0,0

Таблица 2

Число случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания в Ленинградской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Число абсолютных случаев		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	1	1	1
	Новообразования	1	1	1
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	199	34	88
	Новообразования	169	138	148
Взрослое население трудоспособного возраста	Новообразования	50	38	39
Всего		420	212	277

Т а б л и ц а 3

Число случаев заболеваний в разрезе классов болезней, ассоциированных с качеством среды обитания в Ленинградской области

Возрастная группа	Класс болезни	Число абсолютных случаев		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	7476	6930	7381
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	1545	0	0
	Болезни мочеполовой системы	12 804	11 869	12 641
	Болезни органов дыхания	2359	2840	0
	Болезни органов пищеварения	4796	4152	2806
	Болезни системы кровообращения	1386	0	0
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	325	288	633
	Новообразования	3933	3645	3882
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	3118	2630	2863
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	2475	2088	2272
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	446	0	0
	Болезни мочеполовой системы	2505	2125	1777
	Болезни органов дыхания	12257	5107	0
	Болезни органов пищеварения	6991	5859	5740
	Болезни системы кровообращения	872	711	866
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	148	84	13
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	713	498	1152
	Новообразования	463	391	425
Всего		64 612	49 217	42 451

Т а б л и ц а 4

Экономический ущерб, связанный с числом случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания в Ленинградской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	Новообразования	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	20,75	3,54	9,17	19,65	3,36	8,69
	Новообразования	17,62	14,39	15,43	16,68	13,62	14,61
Взрослое население трудоспособного возраста	Новообразования	21,36	16,23	16,66	20,22	15,37	15,77
Всего		59,85	34,29	41,39	56,67	32,47	39,19

Таблица 5

Экономический ущерб, связанный с числом случаев заболеваний,  
в разрезе классов болезней, ассоциированных с качеством среды обитания  
в Ленинградской области

Возрастная группа	Класс болезней	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	193,87	179,71	191,41	183,57	170,16	181,24
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	40,07	0,00	0,00	37,94	0,00	0,00
	Болезни мочеполовой системы	332,04	307,79	327,81	314,40	291,44	310,40
	Болезни органов дыхания	61,17	73,65	0,00	57,92	69,74	0,00
	Болезни органов пищеварения	124,37	107,67	72,77	117,76	101,95	68,90
	Болезни системы кровообращения	35,94	0,00	0,00	34,03	0,00	0,00
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	8,43	7,47	16,42	7,98	7,07	15,54
	Новообразования	101,99	94,52	100,67	96,57	89,50	95,32
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	37,64	31,75	34,56	35,64	30,06	32,73
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	29,88	25,21	27,43	28,29	23,87	25,97
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	5,38	0,00	0,00	5,10	0,00	0,00
	Болезни мочеполовой системы	30,24	25,65	21,45	28,63	24,29	20,31
	Болезни органов дыхания	147,96	61,65	0,00	140,11	58,38	0,00
	Болезни органов пищеварения	84,39	70,73	69,29	79,91	66,97	65,61
	Болезни системы кровообращения	10,53	8,58	10,45	9,97	8,13	9,90
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	1,79	1,01	0,16	1,69	0,96	0,15
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	8,61	6,01	13,91	8,15	5,69	13,17
Новообразования	5,59	4,72	5,13	5,29	4,47	4,86	
Всего		1 259,89	1 006,13	891,45	1 192,97	952,69	844,10

Т а б л и ц а 6

Основные параметры контрольно-надзорной деятельности территориального управления по Ленинградской области в 2015 г.

Название показателя	№ строки (форма 1–15, таблица 1)	Всего проверок
1	2	3
Число проверок, проведенных в рамках Федерального закона № 294-ФЗ – всего (сумма строк 02 и 03)	01	3438
– в том числе: плановые	02	1260
внеплановые – всего (сумма строк 04–09)	03	2178
– в том числе: на основании истечения срока исполнения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями выданных ранее предписаний об устранении выявленных нарушений обязательных требований и (или) требований, установленных муниципальных правовых актов	04	627
на основании информации о фактах возникновения угрозы причинения вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации, безопасности государства, а также угрозы чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	05	98
на основании информации о фактах причинения вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации, безопасности государства, а также возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	06	46
в случае нарушения прав потребителей (в случае обращения граждан, права которых нарушены)	07	605
на основании распоряжения руководителя органа государственного контроля (надзора), изданного в соответствии с поручениями Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации	08	798
на основании распоряжения руководителя органа государственного контроля (надзора), изданного на основании требования прокурора о проведении внеплановой проверки в рамках надзора за исполнением законов по поступившим в органы прокуратуры материалам и обращениям	09	4
из общего числа, внеплановых проверок, проведены в соответствии с Федеральным законом от 31.12.2014 № 532-ФЗ (из строки 03)	10	102
Число проверок, при которых применялись лабораторные и инструментальные методы исследования (из строки 01)	11	2348
– в том числе: плановые (из строки 02)	12	1155
внеплановые (из строки 03)	13	1193
Число проверок, по результатам проведения которых выявлены нарушения обязательных требований: плановые (из строки 02)	14	1186
внеплановые (из строки 03)	15	1578
из них внеплановые проверки, проведены в соответствии с Федеральным законом от 31.12.2014 № 532-ФЗ (из строки 15)	16	87
Число проверок, по результатам проведения которых выданы предписания об устранении выявленных нарушений обязательных требований: плановые (из строки 02)	17	1186
внеплановые (из строки 03)	18	1578

Окончание табл. 6

1	2	3
Число проверок, по результатам которых были приняты меры: возбуждены дела об административных правонарушениях; переданы материалы для обращения в суд; переданы материалы в правоохранительные органы о нарушениях законодательства для решения вопросов о возбуждении уголовных дел; переданы материалы в другие уполномоченные органы для принятия мер, предусмотренных законодательством	19	2764
Число проверок, осуществляемых органами прокуратуры, к проведению которых привлекались территориальные органы Роспотребнадзора	20	290

Таблица 7

Доля показателей, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, предотвращенная в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области

Показатель качества объектов среды обитания	Источник информации	Единицы измерения	Доля показателя		
			текущая		прогноз
			2014 г.	2015 г.	2016 г.
1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиологическим показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 13	%	2,6	2,3	6,7
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 9	%	33,6	31,6	38,8
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 07, графа 4 и 15	%	1,2	1,1	0,8
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 08, графа 4 и 15	%	0,9	0,7	0,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию алифатических предельных углеводородов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 25 графа 4 и 15	%	5,1	4,4	4,2

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по алюминию	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	3,8	3,8	4,3
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 09, графа 4 и 15	%	2,6	2,3	2,2
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по аммиаку и аммоний иону	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	2,3	2,2	2,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 21, графа 4 и 15	%	0,7	0,6	0,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию бенз(а)пирена	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 13, графа 4 и 15	%	23,2	19,7	17,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенных веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 02, графа 4 и 15	%	7,2	6,2	5,1
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию всего в воздухе	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 01, графа 4 и 15	%	7,9	6,9	6,6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксibenзола и его производных	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 10, графа 4 и 15	%	3,4	3,1	3,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 04 графа 4 и 15	%	2,6	2,4	2,6
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	13,7	13,0	15,9



Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по кадмию	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 16	%	0,2	0,1	0,2
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,2	0,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 24, графа 4 и 15	%	0,8	0,7	0,6
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по марганцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	4,5	4,3	5,2
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 18	%	0,1	0,4	0,1
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по никелю	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,4	0,2	1,8
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по нитритам (по NO <sub>2</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,3	0,3	0,8
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по паразитологическим показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 20	%	0,5	0,2	0,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию прочих веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 41 графа 4 и 15	%	2,2	1,9	1,5
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по радиоактивным веществам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 22	%	0,1	0,1	0,1
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 4	%	10,7	7,5	11,5

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 14	%	0,6	0,3	0,5
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по свинцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,2	0,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию свинца	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 30, графа 4 и 15	%	2,1	1,8	1,6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серы диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 03 графа 4 и 15	%	0,8	0,7	0,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серной кислоты	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 12, графа 4 и 15	%	0,9	0,8	0,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию сероуглерода	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 06, графа 4 и 15	%		0,3	0,3
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по сульфатам (по SO <sub>4</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,8	0,7	2,0
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по тяжелым металлам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 10	%	6,0	2,5	6,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию тяжелых металлов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 28, графа 4 и 15	%	1,4	1,2	1,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 05 графа 4 и 15	%	9,9	8,7	8,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), строка 02, графа 4 и 15	%	6,6	5,9	6,6

Таблица 8

Число случаев смерти в разрезе классов причин, предотвращенных за счет контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Число абсолютных случаев		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	8	7	6
	Болезни системы кровообращения	1	1	1
	Новообразования	1	1	1
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	192	177	120
	Болезни системы кровообращения	24	11	22
	Новообразования	503	445	436
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни системы кровообращения	4	2	3
	Новообразования	152	125	122
Всего		885	769	711

Таблица 9

Число случаев заболеваний в разрезе классов болезней, предотвращенных за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области

Возрастная группа	Класс болезни	Число абсолютных случаев		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	5804	5490	6730
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	909	807	1920
	Болезни мочеполовой системы	9941	9403	11 527
	Болезни органов дыхания	15 109	13 080	12 526
	Болезни органов пищеварения	1913	1844	1888
	Болезни системы кровообращения	1217	1055	3083
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	6	35	13
	Новообразования	3094	2916	3584
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	2203	2129	2610
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	1748	1690	2072
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	357	316	923
	Болезни мочеполовой системы	1449	1412	1715
	Болезни органов дыхания	29 458	25 122	25 156
	Болезни органов пищеварения	4314	4176	4977
	Болезни системы кровообращения	803	765	911
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	473	436	489
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	10	64	23
	Новообразования	328	317	388
	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	0	0	2268
Всего		79 136	71 057	82 803

Таблица 10

Предотвращенный экономический ущерб за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области, связанный со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания

Возрастная группа	Класс причин смерти	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)	2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	0,51	0,45	0,38	0,49	0,42	0,36
	Болезни системы кровообращения	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	Новообразования	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	20,02	18,45	12,51	18,95	17,47	11,85
	Болезни системы кровообращения	2,50	1,15	2,29	2,37	1,09	2,17
	Новообразования	52,44	46,39	45,46	49,66	43,93	43,04
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни системы кровообращения	1,71	0,85	1,28	1,62	0,81	1,21
	Новообразования	64,92	53,39	52,11	61,48	50,56	49,34
Всего		142,24	120,82	114,17	134,68	114,40	108,10

Таблица 11

Предотвращенный экономический ущерб за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области, связанный со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания

Возрастная группа	Класс болезней	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)	2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
1	2	3	4	5	6	7	8
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	150,51	142,37	174,52	142,52	134,81	165,25
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	23,57	20,93	49,79	22,32	19,82	47,15
	Болезни мочеполовой системы	257,79	243,84	298,92	244,10	230,89	283,04
	Болезни органов дыхания	391,81	339,20	324,83	371,00	321,18	307,57
	Болезни органов пищеварения	49,61	47,82	48,96	46,97	45,28	46,36
	Болезни системы кровообращения	31,56	27,36	79,95	29,88	25,91	75,70
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	0,16	0,91	0,34	0,15	0,86	0,32
	Новообразования	80,23	75,62	92,94	75,97	71,60	88,00
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	26,59	25,70	31,51	25,18	24,34	29,83
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	21,10	20,40	25,01	19,98	19,32	23,68
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	4,31	3,81	11,14	4,08	3,61	10,55

Окончание табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8
	Болезни мочеполовой системы	17,49	17,05	20,70	16,56	16,14	19,60
	Болезни органов дыхания	355,61	303,27	303,68	336,73	287,17	287,55
	Болезни органов пищеварения	52,08	50,41	60,08	49,31	47,74	56,89
	Болезни системы кровообращения	9,69	9,23	11,00	9,18	8,74	10,41
	Болезни эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ	5,71	5,26	5,90	5,41	4,98	5,59
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	0,12	0,77	0,28	0,11	0,73	0,26
	Новообразования	3,96	3,83	4,68	3,75	3,62	4,44
	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	0,00	0,00	27,38	0,00	0,00	25,93
Всего		1 481,92	1 337,78	1 571,62	1 403,21	1 266,72	1 488,14

Таблица 12

Предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и ее эффективность (Ленинградская область, 2015 г.)

Показатель	Значение
Затраты на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в 2015 г., млн руб.	54,66
Валовый региональный продукт на одного занятого в 2015 г., млн руб.	1,06
Предотвращенный экономический ущерб исходя из валового регионального продукта в 2015 г., млн руб.	1 381,12
– в том числе потери от смерти	114,40
– в том числе потери от заболеваний	1 266,72
Валовый внутренний продукт РФ на одного занятого в 2015 г., млн руб.	1,12
Предотвращенный экономический ущерб исходя из валового внутреннего продукта РФ в 2015 г., млн руб.	1 458,60
– в том числе потери от смерти	120,82
– в том числе потери от заболеваний	1 337,78
Экономическая эффективность, исходя из предотвращенных потерь ВРП Ленинградской области в 2015 г., руб. на 1 руб. затрат	25,27
Экономическая эффективность, исходя из предотвращенных потерь ВВП РФ в 2015 г., руб. на 1 руб. затрат	26,68

## **Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области на основе расчета предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания**

**О.И. Кожанова<sup>1</sup>, С.В. Сергеева<sup>1</sup>, А.В. Хан<sup>1</sup>,  
М.В. Форостяная<sup>1</sup>, А.Н. Данилов<sup>3</sup>, Д.А. Кирьянов<sup>2</sup>,  
М.Ю. Цинкер<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Саратовской области, г. Саратов, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

<sup>3</sup>ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены», г. Саратов, Россия

Представлены результаты расчета фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и оценка эффективности деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области.

**Ключевые слова:** эффективность контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

Представлены результаты расчета фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и оценка эффективности деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области (на базе общенациональных закономерностей).

Расчеты произведены на основе и в развитие методических разработок, выполненных на основе «Методологии расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидности населения», утвержденной Приказом Минэкономразвития, Минздравсоцразвития, Минфина и Росстата № 192/323н/45н/113 от 10 апреля 2012 г.; методических рекомендаций «Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания», утвержденных Феде-

ральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным государственным санитарным врачом РФ 23 октября 2014 г.

Расчет экономических потерь, ассоциированных с факторами среды обитания, выполнен в отношении показателей смертности и заболеваемости различных возрастных и социальных групп населения региона.

Экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, рассчитываются как:

- потери, связанные с недопроизводством валового внутреннего продукта (далее – ВВП) из-за выбытия человека из трудовой деятельности по указанным причинам (далее – экономические потери);

- потери, связанные с недопроизводством валового регионального продукта (далее – ВРП) из-за выбытия человека из трудовой деятельности по указанным причинам.

Эти два расчета могут использоваться самостоятельно, но их результаты не складываются.

Экономические потери рассчитываются в целом по региону Российской Федерации: в разрезе возрастных групп, классов болезней в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра, принятой 43-й Всемирной ассамблеей здравоохранения, причин временной нетрудоспособности и причин смертности.

При расчете недопроизведенных ВВП или ВРП считается, что выбывший из трудовой деятельности человек, относящийся к определенной группе, работал бы так же, как среднестатистический представитель данной группы, продолжающий осуществлять трудовую деятельность.

Экономические потери от смертности и заболеваемости населения рассчитываются по данным статистики за отчетный год.

Результатами расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости являются абсолютные значения экономических потерь отчетного и предыдущего года и прогноз на следующий за отчетным год в рублях.

Расчет экономических потерь от смертности и заболеваемости населения региона, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, осуществляется на основе данных официального статистического учета и результатов социально-гигиенического мониторинга, включая результаты математического моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания и показателями смертности и заболеваемости населения.

Расчет экономических потерь от смертности и заболеваемости населения региона, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, выполняется на основе данных официального статистического учета деятельности территориального управления Роспотребнадзора по Саратовской области, данных отраслевого статистического наблюдения, результатов социально-гигиенического мониторинга, включая результаты математического моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания и показателями результатов осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора соответствующего уровня.

Расчет экономической эффективности контрольно-надзорной деятельности региональных органов и организаций Роспотребнадзора выполняется с учетом за-

трат на ее осуществление и в отношении предотвращенных экономических потерь отдельно ВВП и ВРП на основе данных государственного статистического учета (в том числе данных формы № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»).

Полученные данные могут быть уточнены на базе специальных углубленных региональных исследований.

**Материалы и методы.** Методика расчета экономической эффективности контрольно-надзорных мероприятий, проводимых органами и организациями Роспотребнадзора, основана на сопоставлении затрат на осуществление контрольно-надзорной функции и предотвращение экономического ущерба за счет снижения заболеваемости и смертности населения в конкретном регионе.

Расчет экономического ущерба, связанного со смертностью и заболеваемостью населения, определяется как объем недопроизведенной продукции (ВВП или ВРП) за счет выбытия части экономически активного населения из производственного процесса. При этом потери, связанные со смертностью, определяются из расчета 0,5 года экономической активности на каждый случай, а потери, связанные с заболеваемостью, определяются исходя из средней длительности одного случая временной нетрудоспособности, равной 14 дням.

Расчет случаев заболеваемости и смертности населения, ассоциированных с факторами среды обитания, и случаев, предотвращенных действиями Роспотребнадзора, выполняется на основе моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания, здоровья населения и параметрами деятельности Роспотребнадзора.

Общий алгоритм расчета случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с факторами среды обитания и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, выполняется по результатам моделирования зависимостей в тройственной системе *«здоровье населения – среда обитания – деятельность Роспотребнадзора»*. Моделирование зависимостей выполняется на основе данных государственного статистического наблюдения, ведомственной статистики и социально-гигиенического мониторинга в разрезе субъектов Российской Федерации за три предшествующих года.

С использованием полученных моделей выполняется:

- расчет изменения показателей качества среды обитания, обусловленного деятельностью органов и организаций Роспотребнадзора для конкретного региона;
- расчет числа случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с качеством среды обитания;
- расчет числа случаев нарушений здоровья, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

На основании результатов моделирования и расчета числа случаев нарушений здоровья, ассоциированных с качеством среды обитания и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, определяются соответствующие экономические показатели:

- экономический ущерб, связанный с нарушениями здоровья, ассоциированными с качеством среды обитания в регионе;
- предотвращенный экономический ущерб, связанный с нарушением здоровья населения, за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.



Расчет эффективности выполнения контрольно-надзорной функции выполняется как соотношение затрат на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и предотвращенного экономического ущерба.

**Результаты.** Для выполнения расчета экономических ущербов по Саратовской области использовались следующие данные:

– валовый региональный продукт по Саратовской области за 2015 г.: 0,53 млн руб. на одного занятого в экономике;

– валовый внутренний продукт РФ за 2015 г.: 1,12 млн руб. на одного занятого в экономике.

Величина валового регионального продукта по Саратовской области в 2015 г. была предварительно оценена на основе данных ВРП за 2014 г. с учетом поправки на уровень инфляции в 2014 г., который составил 11,36 %.

Затраты органов и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области на выполнение контрольно-надзорной функции по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия определялись как доля общего объема финансовых средств, выделяемых на выполнение функций по контролю (надзору), составляющего 132,91 млн рублей (форма № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», раздел 3, строка 61). Доля общих финансовых средств, выделяемых на выполнение функций по контролю (надзору) для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, определяется согласно проценту проверок, осуществленных органами и организациями Роспотребнадзора в рамках обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (форма № 1–12 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора»). С учетом этого для расчетов был принят объем финансирования – 111,37 млн рублей.

На основании математических моделей зависимостей между показателями деятельности Роспотребнадзора, качества среды обитания и здоровья населения выполнены расчеты, характеризующие результативность и эффективность деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области. Результаты расчетов представлены следующим образом:

– в табл. 1 приведены основные показатели качества среды обитания, которые формировали риски потерь здоровья населения в Саратовской области;

– в табл. 2 приведено число смертей, ассоциированных с качеством среды обитания;

– в табл. 3 приведено число заболеваний, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 4 содержит результаты расчета экономического ущерба, связанного с числом случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 5 содержит результаты расчета экономического ущерба, связанного с числом случаев заболеваний, в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 6 содержит основные параметры контрольно-надзорной деятельности территориального управления;

– в табл. 7 приведены результаты расчета долей показателей нарушений качества объектов среды обитания, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– в табл. 8 приведено число смертей, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– в табл. 9 приведено число заболеваний, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– табл. 10 содержит результаты расчета предотвращенного экономического ущерба за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, связанного со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания;

– табл. 11 содержит результаты расчета предотвращенного экономического ущерба за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, связанного со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания;

– в табл. 12 приведены предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и их эффективность.

Т а б л и ц а 1

Доля показателей, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, которые формировали риски потерь здоровья населения в Саратовской области

Показатель качества объектов среды обитания	Источник информации	Единицы измерения	Доля показателя		
			текущая		прогноз
			2014 г.	2015 г.	2016 г.
1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 13	%	3,5	3,7	3,5
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 9	%	10,9	10,8	10,8
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 07, графа 4 и 15	%	2,3	6,9	7,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 08, графа 4 и 15	%	0,6	0,5	0,0
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта	%	1,5	0,0	0,0

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 09, графа 4 и 15				
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по аммиаку и аммоний иону	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	1,0	0,9	0,1
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 21, графа 4 и 15	%	0,6	0,0	0,9
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по бору	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	12,4	12,5	12,6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенных веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 02, графа 4 и 15	%	3,6	8,2	6,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию всего в воздухе	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 01, графа 4 и 15	%	2,0	3,9	3,1
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксibenзола и его производных	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 10, графа 4 и 15	%	1,9	0,0	0,0
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 04 графа 4 и 15	%	1,5	6,9	0,8
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	7,4	6,4	7,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 24, графа 4 и 15	%	1,3	0,0	3,8

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по марганцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	3,9	4,5	4,4
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 18	%	1,4	0,5	0,8
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию окислов азота	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка ***, графа 4 и 15	%	3,5		0,0
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по паразитологическим показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 20	%	0,9	0,7	0,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию прочих веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 41 графа 4 и 15	%	1,0	0,0	0,0
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 4	%	5,6	5,1	7,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серы диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 03 графа 4 и 15	%	0,0	0,0	0,4
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по сульфатам (по SO <sub>4</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,1	0,2	0,1
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 05 графа 4 и 15	%	5,0	7,2	7,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), строка 02, графа 4 и 15	%	5,5	2,6	0,9

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по вибрации	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), графа 8	%	12,4	1,7	5,0
Доля объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по ЭМИ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), графа 16	%	6,7	2,9	4,7

Таблица 2

Число случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания в Саратовской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Число абсолютных случаев		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	7	0	0
	Новообразования	1	1	1
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	489	0	0
	Новообразования	50	49	49
Взрослое население трудоспособного возраста	Новообразования	20	19	19
Всего		567	69	69

Таблица 3

Число случаев заболеваний в разрезе классов болезней, ассоциированных с качеством среды обитания в Саратовской области

Возрастная группа	Класс болезни	Число абсолютных случаев		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	2631	2597	2585
	Болезни мочеполовой системы	4506	4448	4427
	Болезни органов дыхания	12505	0	2506
	Болезни органов пищеварения	1182	1030	59
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	124	54	84
	Новообразования	1384	1366	1360
	Болезни кожи и подкожной клетчатки	1252	1124	1142
Детское население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	994	892	907
	Болезни мочеполовой системы	740	664	675
	Болезни органов дыхания	23780	0	4524
	Болезни органов пищеварения	2547	2250	1885
	Болезни системы кровообращения	341	311	451
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	436	0	0
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	408	131	216
	Новообразования	186	167	170
Всего		53016	15034	20991

Т а б л и ц а 4

Экономический ущерб, связанный с числом случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания в Саратовской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	0,45	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00
	Новообразования	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	50,98	0,00	0,00	23,99	0,00	0,00
	Новообразования	5,21	5,11	5,11	2,45	2,40	2,40
Взрослое население трудоспособного возраста	Новообразования	8,54	8,12	8,12	4,02	3,82	3,82
Всего		65,25	13,29	13,29	30,71	6,25	6,25

Т а б л и ц а 5

Экономический ущерб, связанный с числом случаев заболеваний, в разрезе классов болезней, ассоциированных с качеством среды обитания в Саратовской области

Возрастная группа	Класс болезней	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	68,23	67,35	67,04	32,11	31,69	31,55
	Болезни мочеполовой системы	116,85	115,35	114,80	54,99	54,28	54,03
	Болезни органов дыхания	324,28	0,00	64,99	152,61	0,00	30,58
	Болезни органов пищеварения	30,65	26,71	1,53	14,43	12,57	0,72
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	3,22	1,40	2,18	1,51	0,66	1,03
	Новообразования	35,89	35,42	35,27	16,89	16,67	16,60
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	15,11	13,57	13,79	7,11	6,39	6,49
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	12,00	10,77	10,95	5,65	5,07	5,15
	Болезни мочеполовой системы	8,93	8,02	8,15	4,20	3,77	3,83
	Болезни органов дыхания	287,07	0,00	54,61	135,10	0,00	25,70
	Болезни органов пищеварения	30,75	27,16	22,76	14,47	12,78	10,71
	Болезни системы кровообращения	4,12	3,75	5,44	1,94	1,77	2,56
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	5,26	0,00	0,00	2,48	0,00	0,00
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	4,93	1,58	2,61	2,32	0,74	1,23
Новообразования	2,25	2,02	2,05	1,06	0,95	0,97	
Всего		949,53	313,09	406,16	446,87	147,35	191,15

Таблица 6

Основные параметры контрольно-надзорной деятельности территориального управления по Саратовской области в 2015 г.

Название показателя	№ строки (форма 1–15, таблица 1)	Всего проверок
1	2	3
Число проверок, проведенных в рамках Федерального закона № 294-ФЗ – всего (сумма строк 02 и 03)	1	5843
– в том числе: плановые	2	1883
внеплановые – всего (сумма строк 04–09)	3	3960
– в том числе: на основании истечения срока исполнения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями выданных ранее предписаний об устранении выявленных нарушений обязательных требований и (или) требований, установленных муниципальных правовых актов	4	2127
на основании информации о фактах возникновения угрозы причинения вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации, безопасности государства, а также угрозы чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	5	20
на основании информации о фактах причинения вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации, безопасности государства, а также возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	6	0
в случае нарушения прав потребителей (в случае обращения граждан, права которых нарушены)	7	531
на основании распоряжения руководителя органа государственного контроля (надзора), изданного в соответствии с поручениями Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации	8	1269
на основании распоряжения руководителя органа государственного контроля (надзора), изданного на основании требования прокурора о проведении внеплановой проверки в рамках надзора за исполнением законов по поступившим в органы прокуратуры материалам и обращениям	9	13
из общего числа, внеплановых проверок, проведены в соответствии с Федеральным законом № 532-ФЗ от 31.12.2014 г. (из строки 03)	10	368
Число проверок, при которых применялись лабораторные и инструментальные методы исследования (из строки 01)	11	3974
– в том числе: плановые (из строки 02)	12	1883
внеплановые (из строки 03)	13	2091
Число проверок, по результатам проведения которых выявлены нарушения обязательных требований: плановые (из строки 02)	14	1883
внеплановые (из строки 03)	15	2319
из них внеплановые проверки, проведены в соответствии с Федеральным законом № 532-ФЗ от 31.12.2014 г. (из строки 15)	16	168
Число проверок, по результатам проведения которых выданы предписания об устранении выявленных нарушений обязательных требований: плановые (из строки 02)	17	1809
внеплановые (из строки 03)	18	2282

Окончание табл. 6

1	2	3
Число проверок, по результатам которых были приняты меры: возбуждены дела об административных правонарушениях; переданы материалы для обращения в суд; переданы материалы в правоохранительные органы о нарушениях законодательства для решения вопросов о возбуждении уголовных дел; переданы материалы в другие уполномоченные органы для принятия мер, предусмотренных законодательством	19	4202
Число проверок, осуществляемых органами прокуратуры, к проведению которых привлекались территориальные органы Роспотребнадзора	20	0

Таблица 7

Доля показателей, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, предотвращенная в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области

Показатель качества объектов среды обитания	Источник информации	Единицы измерения	Доля показателя		
			текущая		прогноз
			2014 г.	2015 г.	2016 г.
1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 13	%	1,7	2,6	2,8
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 9	%	26,5	27,2	34,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 07, графа 4 и 15	%	0,8	0,8	0,6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 08, графа 4 и 15	%	0,7	0,7	0,6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию алифатических предельных углеводородов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 25 графа 4 и 15	%	2,4	2,4	2,2
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по алюминию	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	4,7	4,1	3,6



Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 09, графа 4 и 15	%	1,2	1,2	1,1
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по аммиаку и аммоний иону	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	2,2	1,9	2,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 21, графа 4 и 15	%	0,4	0,4	0,4
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по барию	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	2,8	2,4	3,1
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию бенз(а)пирена	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 13, графа 4 и 15	%	14,1		
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по бору	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	1,9	1,6	2,1
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенных веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 02, графа 4 и 15	%	2,7	2,6	1,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию всего в воздухе	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 01, графа 4 и 15	%	3,7	3,8	3,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксibenзола и его производных	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 10, графа 4 и 15	%	1,3	1,3	1,3

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 04 графа 4 и 15	%	1,0	1,0	1,0
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	10,8	11,1	14,1
Доля исследованных проб почв в селидебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по кадмию	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 16	%	0,1	0,1	0,1
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по кадмию	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,2	0,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 24, графа 4 и 15	%	0,3	0,3	0,2
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по марганцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	3,6	3,7	4,7
Доля исследованных проб почв в селидебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 18	%	1,0	0,4	0,2
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по никелю	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	1,5	1,8	1,3
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по нитритам (по NO <sub>2</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,3	0,3

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по паразитологическим показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 20	%	0,2	0,2	0,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию прочих веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 41 графа 4 и 15	%	0,8	0,8	0,5
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по радиоактивным веществам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 22	%	0,1	0,0	0,0
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 4	%	7,8	5,5	6,9
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 14	%	0,4	0,3	0,3
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по свинцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,2	0,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию свинца	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 30, графа 4 и 15	%	1,3	1,3	1,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серы диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 03 графа 4 и 15	%	0,8	0,8	0,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серной кислоты	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 12, графа 4 и 15	%	0,8	0,9	1,0

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по сульфатам (по SO <sub>4</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,5	0,8	0,8
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по тяжелым металлам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 10	%	2,8	2,1	3,0
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию тяжелых металлов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 28, графа 4 и 15	%	0,7	0,7	0,6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 05 графа 4 и 15	%	3,7	3,7	3,0
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), строка 02, графа 4 и 15	%	2,4	2,5	2,4
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по хлору	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%		2,2	2,3
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию хлористого водорода	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 19, графа 4 и 15	%	0,9	0,9	0,9
Доля объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по вибрации	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), графа 8	%	0,0	0,3	0,3
Доля объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по ЭМИ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), графа 16	%	0,0	1,0	1,0

Т а б л и ц а 8

Число случаев смерти в разрезе классов причин, предотвращенных за счет контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Число абсолютных случаев		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	5	5	3
	Болезни органов пищеварения	1	1	1
	Болезни системы кровообращения	1	1	1
	Новообразования	2	1	1
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	181	181	125
	Болезни системы кровообращения	27	22	22
	Новообразования	449	127	160
Взрослое население трудоспособного возраста	Новообразования	153	48	60
Всего		819	386	373

Т а б л и ц а 9

Число случаев заболеваний в разрезе классов болезней, предотвращенных за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области

Возрастная группа	Класс болезни	Число абсолютных случаев		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	6356	6491	8244
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	892	1447	1609
	Болезни мочеполовой системы	10 887	11 118	14 120
	Болезни органов дыхания	10 118	10 307	9444
	Болезни органов пищеварения	2565	2185	2750
	Болезни системы кровообращения	1085	1631	1757
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	103	39	20
	Новообразования	3384	3443	4372
	Болезни кожи и подкожной клетчатки	2750	2868	3642
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	2183	2276	2891
Детское население	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	363	896	965
	Болезни мочеполовой системы	1918	1950	2378
	Болезни органов дыхания	20 450	20 725	19 175
	Болезни органов пищеварения	5524	5571	7065
	Болезни системы кровообращения	1037	1118	1363
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	310	309	300
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	251	101	51
	Новообразования	410	427	542
	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	2823	0	0
	Всего		73 409	72 902

Таблица 10

Предотвращенный экономический ущерб за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области, связанный со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания

Возрастная группа	Класс причин смерти	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)	2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	0,32	0,32	0,19	0,15	0,15	0,09
	Болезни органов пищеварения	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03
	Болезни системы кровообращения	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03
	Новообразования	0,13	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	18,87	18,87	13,03	8,88	8,88	6,13
	Болезни системы кровообращения	2,81	2,29	2,29	1,32	1,08	1,08
	Новообразования	46,81	13,24	16,68	22,03	6,23	7,85
Взрослое население трудоспособного возраста	Новообразования	65,35	20,50	25,63	30,76	9,65	12,06
Всего		134,43	55,42	58,02	63,27	26,08	27,31

Таблица 11

Предотвращенный экономический ущерб за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области, связанный со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания

Возрастная группа	Класс болезней	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)	2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
1	2	3	4	5	6	7	8
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	164,83	168,33	213,79	77,57	79,22	100,61
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	23,13	37,52	41,73	10,89	17,66	19,64
	Болезни мочеполовой системы	282,33	288,32	366,17	132,87	135,69	172,32
	Болезни органов дыхания	262,38	267,28	244,91	123,48	125,79	115,26
	Болезни органов пищеварения	66,52	56,66	71,31	31,30	26,67	33,56
	Болезни системы кровообращения	28,14	42,30	45,56	13,24	19,91	21,44
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	2,67	1,01	0,52	1,26	0,48	0,24
	Новообразования	87,76	89,29	113,38	41,30	42,02	53,36

Окончание табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	33,20	34,62	43,97	15,62	16,29	20,69
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	26,35	27,48	34,90	12,40	12,93	16,42
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	4,38	10,82	11,65	2,06	5,09	5,48
	Болезни мочеполовой системы	23,15	23,54	28,71	10,90	11,08	13,51
	Болезни органов дыхания	246,87	250,19	231,48	116,18	117,75	108,94
	Болезни органов пищеварения	66,68	67,25	85,29	31,38	31,65	40,14
	Болезни системы кровообращения	12,52	13,50	16,45	5,89	6,35	7,74
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	3,74	3,73	3,62	1,76	1,76	1,70
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	3,03	1,22	0,62	1,43	0,57	0,29
	Новообразования	4,95	5,15	6,54	2,33	2,43	3,08
Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	34,08	0,00	0,00	16,04	0,00	0,00	
Всего		1 376,71	1 388,20	1 560,58	647,91	653,32	734,44

Таблица 12

Предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и ее эффективность (Саратовская область, 2015 г.)

Показатель	Значение
Затраты на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в 2015 г., млн руб.	111,37
Валовый региональный продукт на одного занятого в 2012 г., млн руб.	0,53
Предотвращенный экономический ущерб исходя из валового регионального продукта в 2015 г., млн руб.	679,40
– в том числе потери от смерти	26,08
– в том числе потери от заболеваний	653,32
Валовый внутренний продукт РФ на одного занятого в 2015 г., млн руб.	1,12
Предотвращенный экономический ущерб исходя из валового внутреннего продукта РФ в 2015 г., млн руб.	1 443,62
– в том числе потери от смерти	55,42
– в том числе потери от заболеваний	1 388,20
Экономическая эффективность, исходя из предотвращенных потерь ВРП Саратовской области в 2015 г., руб. на 1 руб. затрат	6,10
Экономическая эффективность, исходя из предотвращенных потерь ВВП РФ в 2015 г., руб. на 1 руб. затрат	12,96

## **Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Тульской области на основе расчета предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания**

**А.Э. Ломовцев<sup>1</sup>, Д.А. Кирьянов<sup>2</sup>, М.Ю. Цинкер<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области, г. Тула, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

Представлены результаты расчета фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и оценка эффективности деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Тульской области.

**Ключевые слова:** эффективность контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

Представлены результаты расчета фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и оценка эффективности деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Тульской области (на базе общефедеральных закономерностей).

Расчеты произведены на основе и в развитие методических разработок, выполненных на основе «Методологии расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидности населения», утвержденной Приказом Минэкономразвития, Минздравсоцразвития, Минфина и Росстата № 192/323н/45н/113 от 10 апреля 2012 г.; методических рекомендаций «Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания», утвержденных Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным государственным санитарным врачом РФ 23 октября 2014 г.

Расчет экономических потерь, ассоциированных с факторами среды обитания, выполнен в отношении показателей смертности и заболеваемости различных возрастных и социальных групп населения региона.



Экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, рассчитываются как:

– потери, связанные с недопроизводством валового внутреннего продукта (далее – ВВП) из-за выбытия человека из трудовой деятельности по указанным причинам (далее – экономические потери);

– потери, связанные с недопроизводством валового регионального продукта (далее – ВРП) из-за выбытия человека из трудовой деятельности по указанным причинам.

Эти два расчета могут использоваться самостоятельно, но их результаты не складываются.

Экономические потери рассчитываются в целом по региону Российской Федерации: в разрезе возрастных групп, классов болезней в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра, принятой 43-й Всемирной ассамблеей здравоохранения, причин временной нетрудоспособности и причин смертности.

При расчете недопроизведенных ВВП или ВРП считается, что выбывший из трудовой деятельности человек, относящийся к определенной группе, работал бы так же, как среднестатистический представитель данной группы, продолжающий осуществлять трудовую деятельность.

Экономические потери от смертности и заболеваемости населения рассчитываются по данным статистики за отчетный год.

Результатами расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости являются абсолютные значения экономических потерь отчетного и предыдущего года и прогноз на следующий за отчетным год в рублях.

Расчет экономических потерь от смертности и заболеваемости населения региона, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, осуществляется на основе данных официального статистического учета и результатов социально-гигиенического мониторинга, включая результаты математического моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания и показателями смертности и заболеваемости населения.

Расчет экономических потерь от смертности и заболеваемости населения региона, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, выполняется на основе данных официального статистического учета деятельности территориального управления Роспотребнадзора по Тульской области, данных отраслевого статистического наблюдения, результатов социально-гигиенического мониторинга, включая результаты математического моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания и показателями результатов осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора соответствующего уровня.

Расчет экономической эффективности контрольно-надзорной деятельности региональных органов и организаций Роспотребнадзора выполняется с учетом затрат на ее осуществление и в отношении предотвращенных экономических потерь отдельно ВВП и ВРП на основе данных государственного статистического учета (в том числе данных формы № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»).

Полученные данные могут быть уточнены на базе специальных углубленных региональных исследований.

**Материалы и методы.** Методика расчета экономической эффективности контрольно-надзорных мероприятий, проводимых органами и организациями Роспотребнадзора, основана на сопоставлении затрат на осуществление контрольно-надзорной функции и предотвращение экономического ущерба за счет снижения заболеваемости и смертности населения в конкретном регионе.

Расчет экономического ущерба, связанного со смертностью и заболеваемостью населения, определяется как объем недопроизведенной продукции (ВВП или ВРП) за счет выбытия части экономически активного населения из производственного процесса. При этом потери, связанные со смертностью, определяются из расчета 0,5 года экономической активности на каждый случай, а потери, связанные с заболеваемостью, определяются исходя из средней длительности одного случая временной нетрудоспособности, равной 14 дням.

Расчет случаев заболеваемости и смертности населения, ассоциированных с факторами среды обитания, и случаев, предотвращенных действиями Роспотребнадзора, выполняется на основе моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания, здоровья населения и параметрами деятельности Роспотребнадзора.

Общий алгоритм расчета случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с факторами среды обитания и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, выполняется по результатам моделирования зависимостей в тройственной системе «*здоровье населения – среда обитания – деятельность Роспотребнадзора*». Моделирование зависимостей выполняется на основе данных государственного статистического наблюдения, ведомственной статистики и социально-гигиенического мониторинга в разрезе субъектов Российской Федерации за три предшествующих года.

С использованием полученных моделей выполняется:

- расчет изменения показателей качества среды обитания, обусловленного деятельностью органов и организаций Роспотребнадзора для конкретного региона;
- расчет числа случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с качеством среды обитания;
- расчет числа случаев нарушений здоровья, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

На основании результатов моделирования и расчета числа случаев нарушений здоровья, ассоциированных с качеством среды обитания и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, определяются соответствующие экономические показатели:

- экономический ущерб, связанный с нарушениями здоровья, ассоциированными с качеством среды обитания в регионе;
- предотвращенный экономический ущерб, связанный с нарушением здоровья населения, за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

Расчет эффективности выполнения контрольно-надзорной функции выполняется как соотношение затрат на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и предотвращенного экономического ущерба.

**Результаты.** Для выполнения расчета экономических ущербов по Тульской области использовались следующие данные:

- валовый региональный продукт по Тульской области за 2015 г: 0,61 млн руб. на одного занятого в экономике;

– валовый внутренний продукт РФ за 2015 г: 1,12 млн руб. на одного занятого в экономике.

Величина валового регионального продукта по Тульской области в 2015 г. была предварительно оценена на основе данных ВРП за 2014 г. с учетом поправки на уровень инфляции в 2014 г., который составил 11,36 %.

Затраты органов и организаций Роспотребнадзора в Тульской области на выполнение контрольно-надзорной функции по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия определялись как доля общего объема финансовых средств, выделяемых на выполнение функций по контролю (надзору), составляющего 25,34 млн рублей (форма № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», раздел 3, строка 61). Доля общих финансовых средств, выделяемых на выполнение функций по контролю (надзору) для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, определяется согласно проценту проверок, осуществленных органами и организациями Роспотребнадзора в рамках обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (форма № 1-12 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора»). С учетом этого для расчетов был принят объем финансирования – 20,23 млн рублей.

На основании математических моделей зависимостей между показателями деятельности Роспотребнадзора, качества среды обитания и здоровья населения выполнены расчеты, характеризующие результативность и эффективность деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Тульской области. Результаты расчетов представлены следующим образом:

– в табл. 1 приведены основные показатели качества среды обитания, которые формировали риски потерь здоровья населения в Тульской области;

– в табл. 2 приведено число смертей, ассоциированных с качеством среды обитания;

– в табл. 3 приведено число заболеваний, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 4 содержит результаты расчета экономического ущерба, связанного с числом случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 5 содержит результаты расчета экономического ущерба, связанного с числом случаев заболеваний, в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 6 содержит основные параметры контрольно-надзорной деятельности территориального управления;

– в табл. 7 приведены результаты расчета долей показателей нарушений качества объектов среды обитания, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– в табл. 8 приведено число смертей, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– в табл. 9 приведено число заболеваний, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– табл. 10 содержит результаты расчета предотвращенного экономического ущерба за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, связанного со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания;

– табл. 11 содержит результаты расчета предотвращенного экономического ущерба за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, связанного со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания;

– в табл. 12 приведены предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и их эффективность.

Т а б л и ц а 1

Доля показателей, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, которые формировали риски потерь здоровья населения в Тульской области

Показатель качества объектов среды обитания	Источник информации	Единицы измерения	Доля показателя		
			2013 г.	2014 г.	2015 г.
1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 13	%	1,1	0,0	1,0
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по санхим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 9	%	30,9	42,3	40,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 07, графа 4 и 15	%	4,3	2,6	0,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенных веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 02, графа 4 и 15	%	1,0	0,0	2,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию всего в воздухе	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 01, графа 4 и 15	%	1,8	0,4	0,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 04, графа 4 и 15	%	0,3	0,0	0,0
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	10,3	7,2	10,8

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по кадмию	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 16	%	0,3	0,3	1,9
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по марганцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,0	1,3	0,0
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 18	%	2,2	1,6	1,4
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по паразитологическим показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 20	%	1,1	1,1	1,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию прочих веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 41 графа 4 и 15	%	1,3	0,0	0,0
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 4	%	10,0	3,3	1,8
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 14	%	1,9	0,7	1,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серы диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 03, графа 4 и 15	%	0,0	0,0	0,5
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по сульфатам (по SO <sub>4</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	1,6	1,9	0,0
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по тяжелым металлам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 10	%	2,4	1,0	1,8
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 05, графа 4 и 15	%	3,4	0,4	0,0

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), строка 02, графа 4 и 15	%	4,8	0,0	0,0
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию хлористого водорода	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 19, графа 4 и 15	%	27,3	0,0	0,0

Таблица 2

Число случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания в Тульской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Число абсолютных случаев		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	1	0	3
	Болезни системы кровообращения	0	0	1
	Новообразования	1	1	1
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	635	381	99
	Болезни системы кровообращения	0	0	190
	Новообразования	106	139	192
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни органов дыхания	231	0	0
	Болезни системы кровообращения	0	0	28
	Новообразования	28	36	46
Всего		1002	557	560

Таблица 3

Число случаев заболеваний в разрезе классов болезней, ассоциированных с качеством среды обитания в Тульской области

Возрастная группа	Класс болезни	Число абсолютных случаев		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	4676	6331	6063
	Болезни мочеполовой системы	8009	10 844	10 384
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	168	134	111
	Новообразования	2460	3330	3189
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	1905	2350	2299
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	1512	1865	1825
	Болезни мочеполовой системы	1125	1388	1358
	Болезни органов пищеварения	3104	3829	3745
	Болезни системы кровообращения	544	667	723
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	345	219	192
	Новообразования	283	349	342
Всего		24 131	31 306	30 231

Таблица 4

Экономический ущерб, связанный с числом случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания в Тульской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	0,06	0,00	0,19	0,03	0,00	0,10
	Болезни системы кровообращения	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,03
	Новообразования	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	66,20	39,72	10,32	35,73	21,44	5,57
	Болезни системы кровообращения	0,00	0,00	19,81	0,00	0,00	10,69
	Новообразования	11,05	14,49	20,02	5,96	7,82	10,80
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни органов дыхания	98,67	0,00	0,00	53,25	0,00	0,00
	Болезни системы кровообращения	0,00	0,00	11,96	0,00	0,00	6,45
	Новообразования	11,96	15,38	19,65	6,45	8,30	10,60
Всего		188,01	69,66	82,08	101,46	37,59	44,29

Таблица 5

Экономический ущерб, связанный с числом случаев заболеваний, в разрезе классов болезней, ассоциированных с качеством среды обитания в Тульской области

Возрастная группа	Класс болезней	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	121,26	164,18	157,23	65,44	88,60	84,85
	Болезни мочеполовой системы	207,69	281,21	269,28	112,08	151,75	145,32
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	4,36	3,47	2,88	2,35	1,88	1,55
	Новообразования	63,79	86,35	82,70	34,43	46,60	44,63
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	23,00	28,37	27,75	12,41	15,31	14,98
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	18,25	22,51	22,03	9,85	12,15	11,89
	Болезни мочеполовой системы	13,58	16,76	16,39	7,33	9,04	8,85
	Болезни органов пищеварения	37,47	46,22	45,21	20,22	24,94	24,40
	Болезни системы кровообращения	6,57	8,05	8,73	3,54	4,35	4,71
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	4,16	2,64	2,32	2,25	1,43	1,25
	Новообразования	3,42	4,21	4,13	1,84	2,27	2,23
Всего		503,55	663,99	638,65	271,74	358,32	503,55

Т а б л и ц а 6

Основные параметры контрольно-надзорной деятельности территориального управления по Тульской области в 2015 г.

Название показателя	№ строки (форма 1–15, табл. 1)	Всего проверок
1	2	3
Число проверок, проведенных в рамках Федерального закона № 294-ФЗ – всего (сумма строк 02 и 03)	01	3614
– в том числе: плановые	02	1381
внеплановые – всего (сумма строк 04–09)	03	2233
– в том числе: на основании истечения срока исполнения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями выданных ранее предписаний об устранении выявленных нарушений обязательных требований и (или) требований, установленных муниципальных правовых актов	04	966
на основании информации о фактах возникновения угрозы причинения вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации, безопасности государства, а также угрозы чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	05	5
на основании информации о фактах причинения вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации, безопасности государства, а также возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	06	0
в случае нарушения прав потребителей (в случае обращения граждан, права которых нарушены)	07	678
на основании распоряжения руководителя органа государственного контроля (надзора), изданного в соответствии с поручениями президента Российской Федерации, правительства Российской Федерации	08	584
на основании распоряжения руководителя органа государственного контроля (надзора), изданного на основании требования прокурора о проведении внеплановой проверки в рамках надзора за исполнением законов по поступившим в органы прокуратуры материалам и обращениям	09	0
из общего числа внеплановых проверок, проведенных в соответствии с Федеральным законом № 532-ФЗ от 31.12.2014 г. (из строки 03)	10	73
Число проверок, при которых применялись лабораторные и инструментальные методы исследования (из строки 01)	11	1976
– в том числе: плановые (из строки 02)	12	1228
внеплановые (из строки 03)	13	748
Число проверок, по результатам проведения которых выявлены нарушения обязательных требований: плановые (из строки 02)	14	1373
внеплановые (из строки 03)	15	1270
из них внеплановые проверки, проведенных в соответствии с Федеральным законом № 532-ФЗ от 31.12.2014 г. (из строки 15)	16	65
Число проверок, по результатам проведения которых выданы предписания об устранении выявленных нарушений обязательных требований: плановые (из строки 02)	17	1313
внеплановые (из строки 03)	18	941



Окончание табл. 6

1	2	3
Число проверок, по результатам которых были приняты меры: возбуждены дела об административных правонарушениях; переданы материалы для обращения в суд; переданы материалы в правоохранительные органы о нарушении законодательства для решения вопросов о возбуждении уголовных дел; переданы материалы в другие уполномоченные органы для принятия мер, предусмотренных законодательством	19	2643
Число проверок, осуществляемых органами прокуратуры, к проведению которых привлекались территориальные органы Роспотребнадзора	20	203

Таблица 7

Доля показателей, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, предотвращенная в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Тульской области

Показатель качества объектов среды обитания	Источник информации	Единицы измерения	Доля показателя		
			текущая		прогноз
			2014 г.	2015 г.	2016 г.
1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 13	%	5,1	3,9	7,0
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 9	%	40,8	40,7	38,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 07, графа 4 и 15	%	0,4	0,8	0,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 08, графа 4 и 15	%	0,7	0,9	0,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию алифатических предельных углеводородов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 25 графа 4 и 15	%	2,2	2,5	2,2

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 09, графа 4 и 15	%	1,1	1,3	1,1
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 21, графа 4 и 15	%	0,3	0,3	0,3
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенных веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 02, графа 4 и 15	%	1,5	2,4	2,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию всего в воздухе	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 01, графа 4 и 15	%	3,4	3,9	3,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 10, графа 4 и 15	%	2,3	2,4	1,8
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 04 графа 4 и 15	%	1,8	1,9	1,4
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	16,7	16,7	15,9
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по кадмию	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 16	%	0,4	0,3	0,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта	%	0,2	0,3	0,3

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6
воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 24, графа 4 и 15				
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормы по марганцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	5,5	5,5	5,2
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 18	%	0,8	1,7	0,7
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по паразитологическим показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 20	%	0,1	0,0	0,1
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию прочих веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 41 графа 4 и 15	%	0,5	0,7	0,8
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по радиоактивным веществам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 22	%	0,1	0,1	0,1
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по ртути	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 12	%	0,1	0,1	0,0
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 4	%	18,3	18,4	14,0
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 14	%	1,2	0,9	0,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию свинца	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 30, графа 4 и 15	%	0,9	1,1	0,9

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серы диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 03 графа 4 и 15	%	0,4	0,4	0,3
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серной кислоты	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 12, графа 4 и 15	%	0,5	0,4	0,3
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по сульфатам (по SO <sub>4</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	1,5	1,2	2,1
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по тяжелым металлам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 10	%	7,1	5,7	5,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию тяжелых металлов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 28, графа 4 и 15	%	0,6	0,7	0,6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 05 графа 4 и 15	%	4,4	5,2	4,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), строка 02, графа 4 и 15	%	4,4	4,6	3,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию хлористого водорода	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 19, графа 4 и 15	%	1,6	1,7	1,3
Доля объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по ЭМИ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), графа 16	%	0,0	0,0	0,1

Т а б л и ц а 8

Число случаев смерти в разрезе классов причин, предотвращенных за счет контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Тульской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Число абсолютных случаев		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	2	3	3
	Болезни системы кровообращения	1	1	1
	Новообразования	1	1	1
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	65	118	134
	Болезни системы кровообращения	44	32	27
	Новообразования	136	132	125
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни системы кровообращения	7	5	4
	Новообразования	35	33	31
Всего		291	325	326

Т а б л и ц а 9

Число случаев заболеваний в разрезе классов болезней, предотвращенных за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Тульской области

Возрастная группа	Класс болезни	Число абсолютных случаев		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
1	2	3	4	5
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	6099	6046	5766
	Болезни мочеполовой системы	10 447	10 355	9876
	Болезни органов дыхания	6747	7540	6538
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	64	143	60
	Новообразования	3268	3240	3078
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	2264	2292	2186
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	1797	1820	1735
	Болезни мочеполовой системы	1337	1354	1291
	Болезни органов дыхания	13 242	13 389	11 523
	Болезни органов пищеварения	3689	3735	3562
	Болезни системы кровообращения	723	716	683
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	257	274	207
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	105	247	103
Новообразования	337	341	325	
Всего		50 376	51 492	46 933

Таблица 10

Предотвращенный экономический ущерб за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Тульской области, связанный со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания

Возрастная группа	Класс причин смерти	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)	2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	0,13	0,19	0,19	0,07	0,10	0,10
	Болезни системы кровообращения	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03
	Новообразования	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	6,78	12,30	13,97	3,66	6,64	7,54
	Болезни системы кровообращения	4,59	3,34	2,81	2,48	1,80	1,52
	Новообразования	14,18	13,76	13,03	7,65	7,43	7,03
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни системы кровообращения	2,99	2,14	1,71	1,61	1,15	0,92
	Новообразования	14,95	14,10	13,24	8,07	7,61	7,15
Всего		43,74	45,95	45,09	23,60	24,80	24,33

Таблица 11

Предотвращенный экономический ущерб за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Тульской области, связанный со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания

Возрастная группа	Класс болезней	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)	2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
1	2	3	4	5	6	7	8
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	158,16	156,79	149,53	85,35	84,61	80,69
	Болезни мочеполовой системы	270,92	268,53	256,11	146,20	144,91	138,21
	Болезни органов дыхания	174,97	195,53	169,55	94,42	105,52	91,49
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	1,66	3,71	1,56	0,90	2,00	0,84
	Новообразования	84,75	84,02	79,82	45,73	45,34	43,07
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	27,33	27,67	26,39	14,75	14,93	14,24
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	21,69	21,97	20,94	11,71	11,86	11,30

Окончание табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8
	Болезни мочеполовой системы	16,14	16,35	15,58	8,71	8,82	8,41
	Болезни органов дыхания	159,86	161,63	139,10	86,27	87,23	75,07
	Болезни органов пищеварения	44,53	45,09	43,00	24,03	24,33	23,21
	Болезни системы кровообращения	8,73	8,64	8,25	4,71	4,66	4,45
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	3,10	3,31	2,50	1,67	1,79	1,35
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	1,27	2,98	1,24	0,68	1,61	0,67
	Новообразования	4,07	4,12	3,92	2,20	2,22	2,12
Всего		977,17	1 000,33	917,49	527,33	539,83	495,12

Таблица 12

Предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и ее эффективность (Тульская область, 2015 г.)

Показатель	Значение
Затраты на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в 2015 г., млн руб.	20,23
Валовый региональный продукт на одного занятого в 2015 г., млн руб.	0,61
Предотвращенный экономический ущерб исходя из валового регионального продукта в 2015 г., млн руб.	564,63
– в том числе потери от смерти	24,80
– в том числе потери от заболеваний	539,83
Валовый внутренний продукт РФ на одного занятого в 2015 г., млн руб.	1,12
Предотвращенный экономический ущерб исходя из валового внутреннего продукта РФ в 2015 г., млн руб.	1 046,28
– в том числе потери от смерти	45,95
– в том числе потери от заболеваний	1 000,33
Экономическая эффективность, исходя из предотвращенных потерь ВРП Тульской области в 2015 г., руб. на 1 руб. затрат	27,91
Экономическая эффективность, исходя из предотвращенных потерь ВВП РФ в 2015 г., руб. на 1 руб. затрат	51,71

## **Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области на основе расчета предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания**

**В.М. Ефремов<sup>1</sup>, Д.А. Кирьянов<sup>2</sup>, М.Ю. Цинкер<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Челябинской области, г. Челябинск, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

Представлены результаты расчета фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и оценка эффективности деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области.

**Ключевые слова:** эффективность контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

Представлены результаты расчета фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и оценка эффективности деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области (на базе общефедеральных закономерностей).

Расчеты произведены на основе и в развитие методических разработок, выполненных на основе «Методологии расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидности населения», утвержденной Приказом Минэкономразвития, Минздравсоцразвития, Минфина и Росстата № 192/323н/45н/113 от 10 апреля 2012 г.; методических рекомендаций «Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания», утвержденных Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным государственным санитарным врачом РФ 23 октября 2014 г.

Расчет экономических потерь, ассоциированных с факторами среды обитания, выполнен в отношении показателей смертности и заболеваемости различных возрастных и социальных групп населения региона.



Экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, рассчитываются как:

– потери, связанные с недопроизводством валового внутреннего продукта (далее – ВВП) из-за выбытия человека из трудовой деятельности по указанным причинам (далее – экономические потери);

– потери, связанные с недопроизводством валового регионального продукта (далее – ВРП) из-за выбытия человека из трудовой деятельности по указанным причинам.

Экономические потери рассчитываются в целом по региону Российской Федерации: в разрезе возрастных групп, классов болезней в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра, принятой 43-й Всемирной ассамблеей здравоохранения, причин временной нетрудоспособности и причин смертности.

При расчете недопроизведенных ВВП и ВРП считается, что выбывший из трудовой деятельности человек, относящийся к определенной группе, работал бы так же, как среднестатистический представитель данной группы, продолжающий осуществлять трудовую деятельность.

Экономические потери от смертности и заболеваемости населения рассчитываются по данным статистики за отчетный год.

Результатами расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости являются абсолютные значения экономических потерь отчетного и предыдущего года и прогноз на следующий за отчетным год в рублях.

Расчет экономических потерь от смертности и заболеваемости населения региона, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, осуществляется на основе данных официального статистического учета и результатов социально-гигиенического мониторинга, включая результаты математического моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания и показателями смертности и заболеваемости населения.

Расчет экономических потерь от смертности и заболеваемости населения региона, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, выполняется на основе данных официального статистического учета, данных отраслевого статистического наблюдения, результатов социально-гигиенического мониторинга, включая результаты математического моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания и показателями результатов осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора соответствующего уровня.

Расчет экономической эффективности контрольно-надзорной деятельности региональных органов и организаций Роспотребнадзора выполняется с учетом затрат на ее осуществление и в отношении предотвращенных экономических потерь отдельно ВВП и ВРП на основе данных государственного статистического учета (в том числе данных формы № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»).

Полученные данные могут быть уточнены на базе специальных углубленных региональных исследований.

**Материалы и методы.** Методика расчета экономической эффективности контрольно-надзорных мероприятий, проводимых органами и организациями Роспотребнадзора, основана на сопоставлении затрат на осуществление контрольно-

надзорной функции и предотвращение экономического ущерба за счет снижения заболеваемости и смертности населения в конкретном регионе.

Расчет экономического ущерба, связанного со смертностью и заболеваемостью населения, определяется как объем недопроизведенной продукции (ВВП или ВРП) за счет выбытия части экономически активного населения из производственного процесса. При этом потери, связанные со смертностью, определяются из расчета 0,5 года экономической активности на каждый случай, а потери, связанные с заболеваемостью, определяются исходя из средней длительности одного случая временной нетрудоспособности равной 14 дням.

Расчет случаев заболеваемости и смертности населения, ассоциированных с факторами среды обитания, и случаев, предотвращенных действиями Роспотребнадзора, выполняется на основе моделирования зависимостей между показателями качества среды обитания, здоровья населения и параметрами деятельности Роспотребнадзора.

Общий алгоритм расчета случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с факторами среды обитания и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, выполняется по результатам моделирования зависимостей в тройственной системе «*здоровье населения – среда обитания – деятельность Роспотребнадзора*». Моделирование зависимостей выполняется на основе данных государственного статистического наблюдения, ведомственной статистики и социально-гигиенического мониторинга в разрезе субъектов Российской Федерации за три предшествующих года.

С использованием полученных моделей выполняется:

- расчет изменения показателей качества среды обитания, обусловленного деятельностью органов и организаций Роспотребнадзора для конкретного региона;
- расчет числа случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с качеством среды обитания;
- расчет числа случаев нарушений здоровья, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

На основании результатов моделирования и расчета числа случаев нарушений здоровья, ассоциированных с качеством среды обитания и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, определяются соответствующие экономические показатели:

- экономический ущерб, связанный с нарушениями здоровья, ассоциированными с качеством среды обитания в регионе;
- предотвращенный экономический ущерб, связанный с нарушением здоровья населения, за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора.

Расчет эффективности выполнения контрольно-надзорной функции выполняется как соотношение затрат на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и предотвращенного экономического ущерба.

**Результаты.** Для выполнения расчета экономических ущербов по Челябинской области использовались следующие данные:

- валовый региональный продукт по Челябинской области за 2015 г: 0,67 млн руб. на одного занятого в экономике;
- валовый внутренний продукт РФ за 2015 г: 1,12 млн руб. на одного занятого в экономике.

Величина валового регионального продукта по Челябинской области в 2015 г. была предварительно оценена на основе данных ВРП за 2014 г. с учетом поправки на уровень инфляции в 2014 г., который составил 11,36 %.

Затраты органов и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области на выполнение контрольно-надзорной функции по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия определялись как доля общего объема финансовых средств, выделяемых на выполнение функций по контролю (надзору), составляющего 63,88 млн рублей (форма № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», раздел 3, строка 61). Доля общих финансовых средств, выделяемых на выполнение функций по контролю (надзору) для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, определяется согласно проценту проверок, осуществленных органами и организациями Роспотребнадзора в рамках обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (форма № 1–12 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора»). С учетом этого для расчетов был принят объем финансирования – 55,79 млн рублей.

На основании математических моделей зависимостей между показателями деятельности Роспотребнадзора, качества среды обитания и здоровья населения выполнены расчеты, характеризующие результативность и эффективность деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области. Результаты расчетов представлены следующим образом:

– в табл. 1 приведены результаты расчета долей показателей нарушений качества объектов среды обитания, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– в табл. 2 приведено число смертей, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 3 содержит результаты расчета экономического ущерба, связанного с числом случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания;

– в табл. 4 приведено число смертей, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– табл. 5 содержит результаты расчета предотвращенного экономического ущерба за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, связанного со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания;

– в табл. 6 приведено число заболеваний, ассоциированных с качеством среды обитания;

– табл. 7 содержит результаты расчета экономического ущерба, связанного с числом случаев заболеваний, в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания;

– в табл. 8 приведено число заболеваний, предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора;

– табл. 9 содержит результаты расчета предотвращенного экономического ущерба за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, связанного со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания;

– в табл. 10 приведены предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и их эффективность.

Таблица 1

Доля показателей, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, предотвращенная в результате контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области

Показатель качества объектов среды обитания	Источник информации	Единицы измерения	Доля показателя		
			текущая		прогноз
			2014 г.	2015 г.	2016 г.
1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 13	%	0,6	0,8	2,1
Доля исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 1 (1000), строка 04, графа 9	%	29,1	25,1	25,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 07, графа 4 и 15	%	0,3	0,3	0,3
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 08, графа 4 и 15	%	0,6	0,5	0,5
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию алифатических предельных углеводородов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 25 графа 4 и 15	%	1,3	1,4	1,4
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по алюминию	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	5,1	4,3	6,7
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 09, графа 4 и 15	%	0,6	0,7	0,7

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по аммиаку и аммоний иону	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	2,1	2,1	1,8
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 21, графа 4 и 15	%	0,2	0,3	0,3
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию бенз(а)пирена	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 13, графа 4 и 15	%	8,4	9,5	8,9
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по бору	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	1,8	1,8	1,6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенных веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 02, графа 4 и 15	%	1,0	1,0	0,8
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию всего в воздухе	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 01, графа 4 и 15	%	2,0	2,2	2,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 10, графа 4 и 15	%	0,8	0,8	0,9
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 04 графа 4 и 15	%	0,6	0,6	0,7
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	11,9	10,3	10,6

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по кадмию	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 16	%	0,1	0,1	0,1
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,2	0,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 24, графа 4 и 15	%	0,1	0,1	0,1
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по магнию	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,5	2,4
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по марганцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	3,9	3,4	3,5
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 18	%	0,2	0,1	0,0
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по никелю	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,3	0,6	2,7
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по нитритам (по NO <sub>2</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,1	0,1	0,2
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по паразитологическим показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 20	%	0,4	0,3	0,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию прочих веществ	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 41 графа 4 и 15	%	0,3	0,3	0,2
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 4	%	5,3	4,9	3,9

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 14	%	0,3	0,3	0,2
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по свинцу	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,2	0,2
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию свинца	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 30, графа 4 и 15	%	0,7	0,8	0,8
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серы диоксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 03 графа 4 и 15	%	0,5	0,7	0,6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию серной кислоты	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 12, графа 4 и 15	%	0,5	0,7	0,6
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по сульфатам (по SO <sub>4</sub> )	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,2	0,2	0,6
Доля исследованных проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиен. норм. по тяжелым металлам	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 5 (5000), строка 05, графа 10	%	1,7	1,7	1,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию тяжелых металлов	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 28, графа 4 и 15	%	0,3	0,4	0,4
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 4 (4000), строка 05 графа 4 и 15	%	1,9	1,8	1,8

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Доля исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	Форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 11 (11000), строка 02, графа 4 и 15	%	1,6	1,5	1,7
Доля исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по хлору	ФИФ СГМ – раздел «Среда»	%	0,5	0,7	1,8

Таблица 2

Число случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания в Челябинской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Число абсолютных случаев		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	8	6	4
	Новообразования	5	2	5
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	71	121	98
	Новообразования	959	490	1003
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни органов дыхания	0	81	0
	Новообразования	440	198	395
Всего		1483	898	1505

Таблица 3

Экономический ущерб, связанный с числом случаев смерти в разрезе классов причин, ассоциированных с качеством среды обитания в Челябинской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	0,51	0,38	0,26	0,30	0,23	0,15
	Новообразования	0,32	0,13	0,32	0,19	0,08	0,19
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	7,40	12,62	10,22	4,38	7,47	6,05
	Новообразования	99,98	51,09	104,57	59,21	30,25	61,93
Взрослое население трудоспособного возраста	Болезни органов дыхания	0,00	34,60	0,00	0,00	20,49	0,00
	Новообразования	187,94	84,57	168,72	111,30	50,08	99,92
Всего		296,16	183,38	284,08	175,39	108,60	168,23



Таблица 4

Число случаев смерти в разрезе классов причин, предотвращенных за счет контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области

Возрастная группа	Класс причин смерти	Число абсолютных случаев		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	3	3	3
	Болезни органов пищеварения	2	2	1
	Болезни системы кровообращения	1	1	1
	Новообразования	2	2	2
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	79	87	79
	Болезни системы кровообращения	30	28	23
	Новообразования	454	467	455
Взрослое население трудоспособного возраста	Новообразования	163	162	157
Всего		734	752	721

Таблица 5

Предотвращенный экономический ущерб за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области, связанный со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания

Возрастная группа	Класс причин смерти	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)	2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
Детское население (0–17 лет)	Болезни органов дыхания	0,19	0,19	0,19	0,11	0,11	0,11
	Болезни органов пищеварения	0,13	0,13	0,06	0,08	0,08	0,04
	Болезни системы кровообращения	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04
	Новообразования	0,13	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08
Взрослое население пенсионного возраста	Болезни органов дыхания	8,24	9,07	8,24	4,88	5,37	4,88
	Болезни системы кровообращения	3,13	2,92	2,40	1,85	1,73	1,42
	Новообразования	47,33	48,69	47,44	28,03	28,83	28,09
Взрослое население трудоспособного возраста	Новообразования	69,62	69,20	67,06	41,23	40,98	39,71
Всего		128,83	130,39	125,58	76,29	77,22	74,37

Таблица 6

Число случаев заболеваний в разрезе классов болезней, ассоциированных с качеством среды обитания в Челябинской области

Возрастная группа	Класс болезни	Число абсолютных случаев		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	7879	7315	6850
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	171	170	1542
	Болезни мочеполовой системы	13 495	12 529	11 732
	Болезни органов дыхания	69 389	187 754	37 446
	Болезни органов пищеварения	3755	494	342
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	811	1916	1447
	Новообразования	4145	3848	3603
Детское население	Психические расстройства и расстройства поведения	233	277	408
	Болезни кожи и подкожной клетчатки	4239	3670	3543
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	3364	2913	2812
	Болезни мочеполовой системы	2578	2298	2092
	Болезни органов дыхания	274 767	378 780	179 399
	Болезни органов пищеварения	8635	6198	5926
	Болезни системы кровообращения	1264	1446	957
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	13 225	20	3248
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	4534	7726	6661
	Новообразования	629	545	526
	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	6392	1666	6567
Психические расстройства и расстройства поведения	70	77	117	
Всего		419 575	619 642	275 218

Таблица 7

Экономический ущерб, связанный с числом случаев заболеваний, в разрезе классов болезней, ассоциированных с качеством среды обитания в Челябинской области

Возрастная группа	Класс болезней	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	204,32	189,70	177,64	121,00	112,33	105,19
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	4,43	4,41	39,99	2,63	2,61	23,68
	Болезни мочеполовой системы	349,96	324,91	304,24	207,24	192,40	180,17
	Болезни органов дыхания	1 799,42	4 868,91	971,06	1 065,59	2 883,29	575,05
	Болезни органов пищеварения	97,38	12,81	8,87	57,66	7,59	5,25
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	21,03	49,69	37,52	12,45	29,42	22,22

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8
	Новообразования	107,49	99,79	93,43	63,65	59,09	55,33
	Психические расстройства и расстройства поведения	6,04	7,18	10,58	3,58	4,25	6,27
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	51,17	44,30	42,77	30,30	26,24	25,33
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	40,61	35,17	33,95	24,05	20,82	20,10
	Болезни мочеполовой системы	31,12	27,74	25,25	18,43	16,43	14,96
	Болезни органов дыхания	3 316,95	4 572,58	2 165,68	1 964,30	2 707,89	1 282,52
	Болезни органов пищеварения	104,24	74,82	71,54	61,73	44,31	42,36
	Болезни системы кровообращения	15,26	17,46	11,55	9,04	10,34	6,84
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	159,65	0,24	39,21	94,55	0,14	23,22
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	54,73	93,27	80,41	32,41	55,23	47,62
	Новообразования	7,59	6,58	6,35	4,50	3,90	3,76
	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	77,16	20,11	79,28	45,70	11,91	46,95
	Психические расстройства и расстройства поведения	0,85	0,93	1,41	0,50	0,55	0,84
Всего		6 449,41	10 450,58	4 200,73	3 819,31	6 188,76	2 487,65

Таблица 8

Число случаев заболеваний в разрезе классов болезней, предотвращенных за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области

Возрастная группа	Класс болезни	Число абсолютных случаев		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
1	2	3	4	5
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	9514	8197	8452
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	789	855	1549
	Болезни мочеполовой системы	16 295	14 039	14 477
	Болезни органов дыхания	8168	9112	8845
	Болезни органов пищеварения	3301	3254	2878
	Болезни системы кровообращения	559	677	1800
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	18	10	4
	Новообразования	5042	4346	4474
	Психические расстройства и расстройства поведения	42	90	421
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	4773	4240	4372
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	3788	3365	3470
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	349	436	1158

Окончание табл. 8

1	2	3	4	5
	Болезни мочеполовой системы	3322	2935	3259
	Болезни органов дыхания	15863	17 538	16 591
	Болезни органов пищеварения	9235	8371	8417
	Болезни системы кровообращения	1566	1552	1572
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	343	322	400
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	69	44	18
	Новообразования	711	632	651
	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	2651	3073	2904
	Психические расстройства и расстройства поведения	12	26	121
Всего		86 410	83 114	85 833

Таблица 9

Предотвращенный экономический ущерб за счет деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области, связанный со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания

Возрастная группа	Класс болезней	Из расчета на валовый внутренний продукт РФ, млн руб.			Из расчета на валовый региональный продукт, млн руб.		
		2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)	2014 г.	2015 г.	2016 г. (прогноз)
1	2	3	4	5	6	7	8
Взрослое население	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	246,72	212,57	219,18	146,10	125,88	129,80
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	20,46	22,17	40,17	12,12	13,13	23,79
	Болезни мочеполовой системы	422,57	364,06	375,42	250,24	215,59	222,32
	Болезни органов дыхания	211,82	236,30	229,37	125,43	139,93	135,83
	Болезни органов пищеварения	85,60	84,38	74,63	50,69	49,97	44,20
	Болезни системы кровообращения	14,50	17,56	46,68	8,58	10,40	27,64
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	0,47	0,26	0,10	0,28	0,15	0,06
	Новообразования	130,75	112,70	116,02	77,43	66,74	68,71
	Психические расстройства и расстройства поведения	1,09	2,33	10,92	0,64	1,38	6,47
Детское население	Болезни кожи и подкожной клетчатки	57,62	51,18	52,78	34,12	30,31	31,26
	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	45,73	40,62	41,89	27,08	24,06	24,81
	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	4,21	5,26	13,98	2,49	3,12	8,28

Окончание табл. 9

1	2	3	4	5	6	7	8
	Болезни мочеполовой системы	40,10	35,43	39,34	23,75	20,98	23,30
	Болезни органов дыхания	191,50	211,72	200,28	113,40	125,38	118,61
	Болезни органов пищеварения	111,48	101,05	101,61	66,02	59,84	60,17
	Болезни системы кровообращения	18,90	18,74	18,98	11,20	11,10	11,24
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	4,14	3,89	4,83	2,45	2,30	2,86
	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	0,83	0,53	0,22	0,49	0,31	0,13
	Новообразования	8,58	7,63	7,86	5,08	4,52	4,65
	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	32,00	37,10	35,06	18,95	21,97	20,76
	Психические расстройства и расстройства поведения	0,14	0,31	1,46	0,09	0,19	0,87
Всего		1 649,22	1 565,80	1 630,78	976,65	927,25	965,73

Таблица 10

Предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и ее эффективность (Челябинская область, 2015 г.)

Показатель	Значение
Затраты на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в 2015 г., млн руб.	55,79
Валовый региональный продукт на одного занятого в 2015 г., млн руб.	0,67
Предотвращенный экономический ущерб исходя из валового регионального продукта в 2015 г., млн руб.	1 004,47
– в том числе потери от смерти	77,22
– в том числе потери от заболеваний	927,25
Валовый внутренний продукт РФ на одного занятого в 2015 г., млн руб.	1,12
Предотвращенный экономический ущерб исходя из валового внутреннего продукта РФ в 2015 г., млн руб.	1 696,19
– в том числе потери от смерти	130,39
– в том числе потери от заболеваний	1 565,80
Экономическая эффективность, исходя из предотвращенных потерь ВРП Челябинской области в 2015 г., руб. на 1 руб. затрат	18,01
Экономическая эффективность, исходя из предотвращенных потерь ВВП РФ в 2015 г., руб. на 1 руб. затрат	30,40

## **Гигиеническая оценка деятельности объекта торговой сети, расположенного в жилом доме, при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ**

**С.В. Клейн, С.А. Вековшина,  
Д.Н. Кошурников, Э.В. Седусова**

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

Нарушение прав граждан на благоприятную среду обитания происходит в результате деятельности объектов малого и среднего бизнеса, осуществляющих свою деятельность в цокольных и первых этажах жилых домов. В частности, в большинстве случаев данная деятельность сопровождается погрузкой – разгрузкой товаров непосредственно под окнами жилых домов. В настоящем исследовании обосновано отсутствие связи между осуществлением деятельности торговым магазином и нарушением среды обитания жителей жилого дома, в котором расположен магазин. В исследовании были зафиксированы превышения уровней шума от 0,1 до 12,7 дБА (от 1,003 до 1,36 ПДУ), что обусловлено близким расположением городской магистрали. По качеству атмосферного воздуха (преимущественно все измерения находились ниже чувствительности метода) и вибрации отсутствуют превышения гигиенических нормативов.

**Ключевые слова:** санитарно-эпидемиологическая экспертиза, деятельность объекта торговой сети химические и физические источники воздействия, качество атмосферного воздуха, уровни шума и вибрации.

В последние годы проблема негативного воздействия на окружающую природную среду приобретает глобальный характер, о чем свидетельствуют многочисленные российские и зарубежные научные работы и, в подтверждение, доклады ВОЗ. Основная доля негативного воздействия приходится на атмосферный воздух и уровни шума, т.е. факторы, характерные для антропогенных источников воздействия. Особенно остро данная проблема стоит в крупных городах. По результатам многочисленных исследований установлено, что наибольший вклад в общее загрязнение городской среды крупных городов вносит автотранспорт [2, 4].

В данном исследовании представлены результаты санитарно-эпидемиологического обследования территории, прилегающей к жилому дому, в центральной части крупного промышленного города. Рассматриваемая территория используется одним из магазинов крупной продуктовой сети крупного промышленного города, размещенном на первом этаже жилого дома. Следует отметить, что в большинстве случаев данные обследования проводятся по жалобам населения на нарушение прав граждан на благоприятную среду обитания, регламентируемую ФЗ № -52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», по предписанию территориальных органов Роспотребнадзора. Настоящая санитарно-эпидемиологическая экспертиза проводилась с целью установления наличия или отсутствия негативного влияния погрузочно-разгрузочных работ, проводимых магазином на

прилегающей территории к жилому дому, на состояние среды обитания жителей рассматриваемого жилого дома.

На начальном этапе обследования было установлено, что погрузочно-разгрузочные работы осуществлялись с понедельника по субботу с 7 ч 15 мин до 18 ч 00 мин, в воскресенье с 7 ч 15 мин до 16 ч 00 мин. В течение дня разгружалось примерно 50 машин, при этом двигатели машин были заглушены.

Рассматриваемая деятельность по осуществлению погрузочно-разгрузочных работ является источником химического и физического (шума, вибрации) воздействия на атмосферный воздух и среду обитания жителей жилого дома.

Для оценки возможных нарушений здоровья жителей жилого дома санитарно-эпидемиологическое обследование условий проживания проводилось в квартирах жильцов на втором этаже, окна которых расположены со стороны места разгрузки товаров в магазин (дворовая территория) и проезжей части, магистрали (уличная территория).

Для оценки соответствия факторов среды обитания специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» были исследованы пробы атмосферного воздуха и воздуха жилых помещений на содержание углерода оксида, бенз(а)пирена, стирола, азота диоксида, фенола, бензола, толуола, этилбензола, ксилола. Качество воздуха оценивали на соответствие гигиеническому нормативу ПДК<sub>мр</sub>, поскольку осуществление погрузочно-разгрузочных работ носит кратковременный характер, соответственно, воздействие на организм человека также кратковременно.

Пробы атмосферного воздуха были отобраны в месте осуществления погрузочно-разгрузочных работ на расстоянии 2 м от машин на высоте 1,50 м от земли и на расстоянии 2 м от стены жилого дома.

Пробы воздуха в жилом помещении были отобраны в одной точке комнаты квартиры, окна которой расположены над местом погрузки – разгрузки товаров, при окнах в режиме «проветривание» на высоте 1,50 м от пола и на расстоянии 1 м от окна. Окна комнаты расположены на расстоянии порядка 20 метров от места осуществления погрузочно-разгрузочных работ. Для проведения исследований в момент погрузочно-разгрузочных работ машины подъезжали под окно квартиры, где исследовались условия проживания.

Всего отобрано и проведено 9 исследований атмосферного воздуха без разгрузки машин, которые показали отсутствие превышений гигиенических нормативов, а концентрации формировались на уровне ниже чувствительности метода. Кроме того, было проведено 9 исследований атмосферного воздуха при разгрузке машин, которые аналогично показали результаты ниже чувствительности метода. Для верификации полученных результатов по атмосферному воздуху были проведены 9 исследований воздуха помещений при разгрузке машин, один из которых зафиксировал концентрацию 0,95 мг/м<sup>3</sup> по углерода оксиду (ПДК = 5 мг/м<sup>3</sup>). По остальным загрязняющим веществам концентрации находились на уровне ниже чувствительности метода.

Для оценки соответствия факторов среды обитания специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» были измерены уровни звука (без разгрузки и при разгрузке машин) и уровни вибрации в жилом помещении при разгрузке машин при окнах в режиме «проветривание». Результаты измерений звука и вибрации представлены в табл. 1 и 2.

Т а б л и ц а 1

Результаты измерений звука в жилом помещении

Показатель	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц									Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
ПДУ	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
Уровень звука (без разгрузки машин)	55,9	53	42	39,5	<b>42,7</b>	<b>47,5</b>	<b>40,8</b>	<b>30,1</b>	24,8	<b>47,9</b>	51,4
Уровень звука (при разгрузке машин)	55,7	53	42	40	<b>43</b>	<b>47,7</b>	<b>41</b>	30	24,8	<b>48,1</b>	51,6

Т а б л и ц а 2

Результаты измерений вибрации в жилом помещении

Наименование показателя	Оси ортогональной системы координат		
	X	Y	Z
Допустимое значение, м/с <sup>2</sup>	72,0	72,0	72,0
Уровни виброускорения, дБ	61,1	64,0	69,1

В результате инструментальных измерений уровней факторов среды обитания, формирующих условия проживания жителей рассматриваемого жилого дома, при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ продуктовым магазином, размещенным на первом этаже дома, установлено, что:

– качество атмосферного воздуха и воздуха жилых помещений без разгрузки и при разгрузке машин соответствовали требованиям ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» [1];

– уровни звукового давления в октавных полосах с частотами 500; 1000; 2000 и 40 000 Гц и эквивалентный уровень звука при открытых окнах в режиме «проветривание» не соответствуют СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [5]. При этом измеренные уровни шума обусловлены фоновым уровнем шума, создаваемым движением автотранспорта по магистрали, прилегающей к дому. Существенные различия между уровнями звука без разгрузки и при разгрузке машин отсутствуют. Погрузочно-разгрузочные работы создают шум, который значительно ниже, чем фоновый. Вклад погрузочно-разгрузочных работ в общее увеличение уровня звука не превышали 0,5 %;

– скорректированный и эквивалентный уровни виброускорения, измеренные при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ, соответствуют СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» [6].

Результаты санитарно-гигиенических обследований качества среды обитания жителей дома, в котором расположен магазин крупной торговой сети, показали, что:

– осуществление погрузочно-разгрузочных работ не оказывает существенного влияния на условия проживания жителей рассматриваемого жилого дома;



– качество атмосферного воздуха и воздуха жилых помещений без разгрузки и при разгрузке машин соответствует требованиям ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»;

– уровень шума при открытых окнах в режиме «проветривание» в целом не соответствует СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», что обусловлено высоким фоновым уровнем шума, создаваемым движением автотранспорта по магистрали, прилегающей к жилому дому. Однако этот уровень шума формируется вне зависимости от погрузочно-разгрузочных работ. Уровень шума, создаваемый при выполнении погрузочно-разгрузочных работ магазином торговой сети, значительно ниже, чем фоновый, и его вклад в общий шум не превышает 0,5 %.

Для снижения влияния фонового уровня шума на здоровье жителей рассматриваемого при исследовании жилого дома рекомендовали проведение следующих шумозащитных мероприятий в жилых помещениях: замена оконных блоков стеклопакетами, остекление балконов и пр. При закрытых окнах ожидаемая эффективность снижения уровня шума в жилом помещении варьируется от 25 до 30 дБА в зависимости от типа оконного блока, количества стекол и толщины воздушной прослойки. Наиболее распространенный обычный двухкамерный стеклопакет общестроительного назначения (3 стекла и 2 воздушные прослойки) позволяет добиться снижения уровня шума на 25 дБ в соответствии с ГОСТ 24866-99 «Стеклопакеты клееные строительного назначения. Технические условия».

### Список литературы

1. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.04.2017).
2. Калинина М.О. Оценка влияния автотранспорта на атмосферный воздух в городе Екатеринбурге // Уральская горная школа – регионам: сборник докладов международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 570.
3. Методические рекомендации по оценке необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения. – М. Минтранс, 2003.
4. Оценка влияния и риск для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта / Н.В. Степанова, Н.В. Святова, И.Х. Сабирова, А.В. Косов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10–6. – С. 1185–1190.
5. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.04.2017).
6. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.03.2017).
7. СП 51.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. Защита от шума // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 25.03.2017).

## **Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия водоснабжения населения на территории Пермского края**

**В.Г. Костарев, А.М. Кышов, А.Н. Фоменко**

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю,  
г. Пермь, Россия

Снабжение населения кондиционной водой имеет важное социальное и санитарно-гигиеническое значение. Качество и безопасность питьевой воды зависит от санитарно-гигиенической обстановки в районе водозабора и от надежности сооружений по очистке воды. В 2016 г. под контролем Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю находилось 24 створа наблюдений в местах водозаборов из поверхностных водоисточников. По результатам государственного контроля (надзора), проводимого в последние годы в регионе, выделился ряд актуальных проблем в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Для решения проблем необходимы координация и взаимодействие органов исполнительной власти Пермского края с органами местного самоуправления. Анализ санитарно-эпидемиологической обстановки в Пермском крае, представленный в данной статье, определяет приоритетные направления деятельности органов исполнительной власти и органов местного самоуправления Пермского края по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия водоснабжения и сохранению здоровья населения.

**Ключевые слова:** водоснабжение, санитарно-гигиеническая обстановка, категория риска, контрольно-надзорные мероприятия.

Водоснабжение – одна из важнейших отраслей народного хозяйства, призванная повышать уровень жизни людей, благоустройства населенных пунктов, развивать промышленность и сельское хозяйство. Снабжение населения кондиционной водой в достаточном количестве имеет важное социальное и санитарно-гигиеническое значение, защищает людей от эпидемических заболеваний с водным путем передачи.

Качество и безопасность питьевой воды, подаваемой населению, зависит в первую очередь от санитарно-гигиенической обстановки в районе водозабора и надежности сооружений по очистке воды. Несмотря на снижение объемов сбрасываемых в водные объекты неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод в последние годы антропогенная нагрузка на водоемы Пермского края остается достаточно высокой.

Стремительные темпы развития промышленности, сельского хозяйства, транспорта, градостроительства, прокладки магистральных трубопроводов в значительной мере изменили природные и хозяйственные условия в бассейне р. Камы и ее многочисленных притоках, расположенных выше водозаборов, нанесли значительный ущерб окружающей среде, особенно водной, создали экологически опасные условия для жизни населения.

Истории городов и крупных населенных пунктов неразрывно связаны с развитием промышленности и водоснабжения. Обеспеченность водными ресурсами

в Пермском крае почти в два раза выше, чем в среднем по России. Суммарно они равны ресурсам Свердловской, Челябинской, Оренбургской и Курганской областей вместе взятых.

Практическая деятельность органов и учреждений Роспотребнадзора в Пермском крае по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия основана на приоритетах, определенных планом деятельности Роспотребнадзора по реализации указов Президента РФ от 7 мая 2012 г. и поручений Правительства РФ, а также на нормативных правовых актах Российской Федерации, в рамках исполнения которых обеспечено эффективное взаимодействие с органами государственной власти, органами местного самоуправления по вопросам достижения устойчивой санитарно-эпидемиологической обстановки [1–4].

В 2016 г. под контролем Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю находится 24 створа наблюдений в местах водозаборов из поверхностных водоисточников (водоемы 1-й категории).

Из поверхностных водоисточников обеспечивается централизованным хозяйственно-питьевым водоснабжением (ЦХВП) около 60 % населения Пермского края, в том числе краевой столицы и крупных населенных пунктов.

В 2016 г. доля источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, увеличилась и составила 9,9 %, из них: поверхностных – 37,5 %, подземных – 9,3 %, по причине отсутствия зон санитарной охраны. Это произошло в связи с проведенной в 2015 г. инвентаризацией источников.

В рамках контрольно-надзорных мероприятий, социально-гигиенического мониторинга и производственного контроля в течение последних трех лет отобрано и исследовано более 37 тыс. проб питьевой воды. Доля проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям, уменьшилась и составила 3,7 %, в свою очередь по санитарно-химическим показателям показатель несоответствия воды из источников вырос до 21,2 % за счет подземных источников.

Высокий уровень нестандартных проб воды по микробиологическим показателям, отобранных из поверхностных водоисточников, отмечается в Краснокамске (33,3 %), Чернушке (31,25 %).

По санитарно-химическим показателям наиболее высокий удельный вес нестандартных проб в источниках водоснабжения зарегистрирован в Краснокамске (93,7 %), Чернушке (92,8 %), Перми (48,3 %), Чусовском (85,7 %), Нытвенском (80,0 %), Гремячинском (76,0 %) районах.

Высокий удельный вес нестандартных проб воды в источниках г. Перми и Краснокамска обусловлен природными свойствами воды водоемов, а именно высоким уровнем содержания железа в р. Каме и высоким уровнем общей жесткости в р. Чусовой и Сылве.

Источники водоснабжения г. Чернушка (р. Быстрый Танып) характеризуются стабильно высоким уровнем ХПК и БПК.

В 2016 г. из 898 водопроводов централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения доля водопроводов, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, составила 0,5 %. Основной причиной является отсутствие необходимого комплекса очистных сооружений и отсутствие обеззараживающих установок.

Показатель безопасности питьевой воды по микробиологическим показателям, подаваемой населению, в 2016 г. составил 2,5 % и за период 2014–2016 гг.

не превышает среднероссийский уровень. По санитарно-химическим показателям в 2016 г. показатель незначительно уменьшился и составил 9 %. В 2016 г. проб питьевой воды, не соответствующих санитарным требованиям по паразитологическим показателям, не зарегистрировано.

По состоянию на 01.01.2017 г. в Пермском крае функционирует 1432 источника нецентрализованного питьевого водоснабжения (колодцы, каптажи родников). За последние три года доля нецентрализованных источников, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, уменьшилась и составила 9,5 %, в 2014 г. данная доля составляла 12,1 %.

За 2016 г. в сравнении с 2015 г. удельный вес проб питьевой воды нецентрализованных источников, не соответствующих гигиеническим нормативам, существенно не изменился по микробиологическим показателям и уменьшился по санитарно-химическим показателям.

Лабораторный мониторинг качества питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в 2016 г. проводился в соответствии с утвержденными программами на всех 47 административных территориях Пермского края в 148 мониторинговых точках на сооружениях водоподготовки перед подачей в сеть и в разводящей сети. Контроль осуществлялся в ежемесячном режиме по бактериологическим, вирусологическим, паразитологическим, санитарно-химическим и радиологическим показателям. Перечень показателей для каждой точки выбирался дифференцировано в зависимости от приоритетных загрязнителей конкретной территории наблюдения, в среднем на одной точке исследовалось 20 показателей.

По данным ФИФ СГМ за 2014–2016 гг. качество питьевой воды по микробиологическим показателям на сооружениях водоподготовки перед подачей в сеть и в разводящей сети незначительно ухудшилось: удельный вес нестандартных исследований увеличился с 1,4 до 1,6 %, но был ниже среднероссийского уровня.

Актуальными для региона остаются природно-обусловленное повышенное содержание в питьевой воде микроэлементов, в том числе солей жесткости, образование галогенсодержащих соединений в процессе хлорирования, а также загрязнение воды в процессе транспортировки до потребителя (табл. 1, рисунок).

В 2016 г. в рамках мониторинговых наблюдений на общую жесткость исследовано 1584 пробы, из них 6,4 % превышали предельно допустимый уровень. Питьевую воду с общей жесткостью  $\geq 10$  мг/экв/л употребляли более 936 тыс. человек – 35,6 % от всего населения Пермского края. За анализируемый период удельный вес нестандартных исследований питьевой воды систем ЦХПВ по общей жесткости увеличился на 14,6 %.

Высокий уровень общей жесткости в питьевой воде, превышающий среднекраевой в 2 раза и более, отмечен на контрольных точках в г. Перми, Кунгурском, Кишертском, Березовском, Пермском районах.

Доля населения, обеспеченного питьевой водой, отвечающей требованиям санитарного законодательства, выросла за три года с 94,5 до 95,5 %, при этом доля населения, обеспеченного доброкачественной питьевой водой, увеличилась и составила 34,4 %.

Наименьший показатель обеспеченности населения доброкачественной питьевой водой отмечен в Чернушинском (23,0 %), Еловском (22,9 %) Добрянском (22,7 %), Краснокамском (19,8 %) районах.

Таблица 1

Характеристика территорий Пермского края по преобладающим путям поступления приоритетных загрязнителей питьевой воды систем ЦХПВ населения в 2016 г. (с превышением среднегодовой концентрации более чем в 1,1 раза)

Территория	Способ поступления загрязняющего вещества		
	загрязнение/природные свойства источника	обработка воды	транспортировка воды
г. Кунгур		Дихлорметан	
г. Пермь		Алюминий, хлороформ, дихлорметан	
Добрянский р-н	Нитраты		Нитраты
Кишертский р-н	Сульфаты		
Краснокамский р-н	Железо	Хлороформ	Железо
Нытвенский р-н		Хлороформ	
Оханский р-н	Нитраты		Нитраты
Пермский р-н	Марганец	Хлороформ	
Чусовской р-н		Хлороформ	

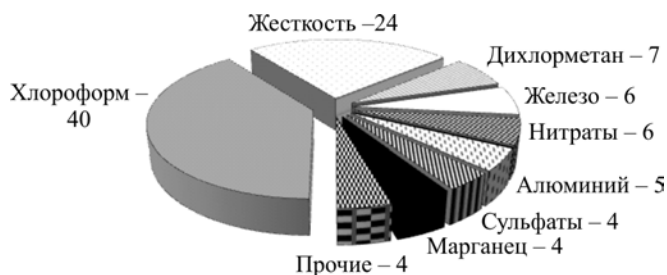


Рис. Структура исследований питьевой воды ЦХПВ, не соответствующих гигиеническим требованиям, по мониторируемым санитарно-химическим показателям, в 2016 г. по данным ФИФ СГМ (перед подачей в водопроводную сеть и в разводящей сети) (%)

Несмотря на стабильную санитарно-эпидемиологическую обстановку в регионе в целом, по результатам государственного контроля (надзора) в последние годы выделились ряд актуальных проблем в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения, решение которых невозможно без координации и взаимодействия органов исполнительной власти Пермского края, органов местного самоуправления:

1. В Пермском крае 9 поверхностных источников (37,5 %) не имеют зон санитарной охраны: Октябрьский район (с. Тюинск, с. Новопетровка), Кунгурский район (п. Центральный, п. Сухая штукатурка, п. Комбинат), Александровский район (п. Луньевка), Губахинский район (п. Широковский), г. Пермь (Большекамский водозабор), г. Краснокамск (Краснокамская фильтровальная станция).

2. Не в полной мере реализованы мероприятия по переводу г. Краснокамска на водоснабжение из Чусовских городских сооружений и закрытию технического водопровода. Не завершены работы по переводу пос. Юго-Камский (7,5 тыс. человек) с поверхностного водозабора на подземный водоисточник. Качество воды поверхностного водоисточника характеризуется высоким содержанием марганца.

3. Не решаются вопросы перевода населенных пунктов Ергач и Шадейка Кунгурского района (4,5 тыс. человек) с водозаборами из поверхностного водисточника, не имеющих полноценного комплекса водоочистных сооружений, на подземный водозабор. Не проводятся работы по введению системы обеззараживания на водозаборе из поверхностного водисточника в пос. Луньевка.

4. В Пермском крае отсутствует региональная целевая программа «Чистая вода».

В реестр юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, подлежащих государственному надзору, включено 1132 источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, в том числе 24 поверхностных. Исходя из количества обслуживаемого населения, объекты водоснабжения подразделяются по категориям риска (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Распределение объектов водоснабжения по категориям риска

Категория риска	Распределение объектов водоснабжения по категориям риска	
	абс.	%
Чрезвычайно высокий	13	0,6
Высокий	167	8,2
Значительный	1065	52,3
Средний	627	30,8
Умеренный	165	8,1
Низкий	0	

По результатам категорирования 13 объектов, осуществляющих деятельность в сфере сбора, очистки и распределения воды, отнесены к классу чрезвычайного риска (Чусовские очистные сооружения, Большекамский водозабор и фильтровальная станция пос. Новые Ляды г. Перми).

Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю в 2016 г. в судебные органы подано 110 исков к органам местного самоуправления и организациям водопроводно-канализационного хозяйства с требованиями о разработке и утверждении проектов зон санитарной охраны источников водоснабжения, в 2015 г. – 15, за первое полугодие 2017 г. – 49. Все иски приняты к рассмотрению, большая часть из них удовлетворена. Остальные находятся в стадии рассмотрения. В результате число рассмотренных и согласованных проектов ЗСО водисточников в 2016 г. в сравнении с 2014 годом выросло в 1,5 раза.

За последние три года контрольно-надзорными мероприятиями охвачено 342 субъекта, осуществляющих деятельность в сфере хозяйственно-питьевого водоснабжения. По результатам проверок в 2014 г. наложено 95 административных штрафов, по решению суда приостановлена деятельность 10 субъектов, в 2015 г. наложено 236 штрафов, по решению суда приостановлена деятельность 8 субъектов, в 2016 г. наложено 124 штрафа, приостановлена деятельность 4 субъектов.

В целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия за период 2014–2016 гг. осуществлен комплекс межведомственных мер:

1) Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю совместно с ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения» с использованием методологии оценки проведены научно-исследовательские работы:

– санитарно-гигиеническая оценка воздействия факторов среды обитания и оценка риска здоровью населения г. Кунгура Пермского района, потребляющего

воду с повышенным содержанием стронция. Информация о результатах научных исследований направлена в адрес администрации г. Кунгура для принятия мер по доведению качества питьевой воды, подаваемой населению из Сухореченского водозабора, до гигиенических нормативов по показателю «стронций»;

– оценка воздействия факторов среды обитания и оценка риска для здоровья населения пос. Юго-Камский, потребляющего питьевую воду с повышенным содержанием марганца. Принято решение о переводе пос. Юго-Камский на подземный источник водоснабжения;

– оценка воздействия факторов среды обитания и оценка риска для здоровья населения Кировского района г. Перми, потребляющего питьевую воду с повышенным содержанием хлорорганических соединений. Результаты работы вынесены на обсуждение в администрации г. Перми с участием оператора Пермского водоканала (ООО «НОВОГОР-Прикамье»). По заказу ООО «НОВОГОР-Прикамье» Пермским национальным исследовательским политехническим университетом проведена работа по установлению причин повышенного содержания хлорорганических соединения в питьевой воде и предложены варианты доведения качества воды до гигиенических нормативов.

Результаты проведенных исследований направлены в адрес органов местного самоуправления для принятия управленческих решений;

2) в соответствии с решением коллегии Роспотребнадзора «О санитарно-эпидемиологическом состоянии водоснабжения в Российской Федерации по итогам реализации Федерального закона № 416-ФЗ от 07.12.2011 г. “О водоснабжении и водоотведении”» 30.03.2016 г. проведено тематическое заседание коллегии Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю с участием Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства, Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края, краевой и природоохранной прокуратуры, глав органов местного самоуправления;

3) аналитические материалы по результатам государственного контроля (надзора) и реализации решения тематической коллегии Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю направлены в адрес губернатора Пермского края с предложениями в целевую программу развития систем водоснабжения.

4) в рамках полномочий, установленных ст. 23 Федерального закона «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ от 07.12.2011 г. в адрес органов местного самоуправления по итогам 2016 г. направлено 31 уведомление о несоответствии качества питьевой воды гигиеническим нормативам для принятия мер (в 2015 г. – 27; в 2014 г. – 29).

**Выводы.** Анализ санитарно-эпидемиологической обстановки в Пермском крае, представленный в данной статье, определяет приоритетные направления деятельности органов исполнительной власти и органов местного самоуправления Пермского края по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия водоснабжения и сохранению здоровья населения, в том числе:

♦ реализация положений Федерального закона № 416-ФЗ от 07.12.2011 г. «О водоснабжении и водоотведении» в части исполнения функций, возложенных на органы исполнительной власти;

♦ реализация программы «Обеспечение качественным жильем и услугами ЖКХ населения Пермского края» на период 2014–2019 гг. в части достижения по-

казателей доли населения, обеспеченного питьевой водой, отвечающей требованиям санитарного законодательства;

- ◆ разработка новой целевой комплексной программы развития водоснабжения и водоотведения Пермского края;

- ◆ реализации муниципальных программ развития систем водоснабжения и водоотведения;

- ◆ корректировка действующих целевых программ в части определения и реализации первоочередных мероприятий, направленных на совершенствование систем водоподготовки и очистки сточных вод от загрязнения;

- ◆ вывод из эксплуатации водозаборных сооружений из открытых водоисточников, не соответствующих требованиям санитарного законодательства, с переводом на водоснабжение из подземных водоисточников;

- ◆ выделение средств на разработку, согласование и утверждение проектов зон санитарной охраны источников водоснабжения;

- ◆ контроль за соблюдением режима земле- и водопользования в пределах всех поясов ЗСО в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения»;

- ◆ развитие систем производственного контроля на объектах водоснабжения и водоотведения;

- ◆ достижение положительной динамики по показателю обеспеченности населения доброкачественной питьевой водой на территориях высокого санитарно-эпидемиологического риска.

### Список литературы

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2016 году: Государственный доклад. – Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2016.

2. Форма государственной статистической отчетности № 18 «Сведения о санитарном состоянии Пермского края за 2016 г.» / Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю. – Пермь, 2016.

3. Форма государственной статистической отчетности № 18 «Сведения о санитарном состоянии Пермского края за 2015 г.» / Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю. – Пермь, 2015.

4. Форма государственной статистической отчетности № 18 «Сведения о санитарном состоянии Пермского края за 2014 г.» / Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю. – Пермь, 2014.



## Раздел II

---

**Фундаментальные, прикладные  
и правовые аспекты анализа риска  
здоровью при обеспечении  
санитарно-эпидемиологического  
благополучия населения и защите  
прав потребителей**



## Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области

Л.М. Сидоренкова

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Смоленской области»,  
г. Смоленск, Россия

Проведена гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения районов Смоленской области. В исследовании использованы результаты социально-гигиенического мониторинга качества питьевой воды из разводящей сети за 2005–2015 гг. Выявлены особенности качества питьевой воды, установлены факторы риска здоровью населения в связи с качеством питьевой воды. На основе применения методологии оценки риска рассчитаны: риск рефлекторно-ольфакторных эффектов, неканцерогенный и канцерогенный риски для здоровья населения области за счет перорального поступления химических веществ с питьевой водой. Доказана необходимость учета ряда показателей качества питьевой воды при обосновании мероприятий по оптимизации систем водоснабжения населения Смоленской области.

**Ключевые слова:** гигиеническая оценка, качество питьевой воды, централизованные системы водоснабжения, риск для здоровья.

Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой остается актуальной гигиенической и социальной проблемой. Превышение содержания в питьевой воде неорганических и органических веществ обуславливает развитие канцерогенных и неканцерогенных эффектов во многих регионах России. Неудовлетворительная ситуация с качеством питьевой воды характерна и для Смоленской области.

Состоянию питьевого водоснабжения населения Смоленской области в предыдущий период были посвящены отдельные публикации. Однако исследований по гигиенической оценке качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения, основанных на методологии оценки риска в регионе, не проводилось. Исходя из вышеизложенного, целесообразно выполнение интегральной оценки качества питьевой воды по показателям химической безвредности, основанной на методологии оценки риска для здоровья населения и в соответствии с методическими рекомендациями «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности» (2012).

**Целью настоящей работы** являлась гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области по показателям химической безвредности. Для достижения поставленной цели нами были решены следующие задачи:

- рассчитаны и оценены риски для здоровья населения отдельных районов Смоленской области при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ, характеризующихся рефлекторно-ольфакторным эффектом воздействия;
- рассчитаны и оценены неканцерогенные риски для здоровья населения отдельных районов Смоленской области при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ с токсикологическим эффектом воздействия;

– рассчитаны и оценены суммарные пожизненные канцерогенные риски для здоровья населения отдельных районов Смоленской области при потреблении питьевой воды централизованных систем водоснабжения;

– рассчитаны и оценены интегральные показатели качества питьевой воды с последующей разработкой гигиенических рекомендаций.

Использованы данные, полученные при проведении социально-гигиенического мониторинга качества питьевой воды из разводящей сети действующих централизованных систем водоснабжения Смоленской области за 2005–2015 гг. За изученный период отобрано 24 263 пробы питьевой воды, выполнено 136 929 исследований качества воды. Исследования качества питьевой воды осуществлялись в аккредитованной аналитической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Смоленской области» (аттестат аккредитации № РОСС.RU 0001.510109 от 06.02.2013 г.) с использованием следующих методов: атомной абсорбции, ионометрии, спектрофотометрии, гравиметрии, титриметрии, потенциометрии, флюориметрии. В пробах питьевой воды определяли следующие показатели: цветность, мутность, запах, привкус, общая жесткость, водородный показатель, хлориды, сульфаты, нитраты, нитриты, ионы аммония, сероводород, общая минерализация, окисляемость перманганатная, алюминий, кадмий, свинец, хром<sup>6+</sup>, мышьяк, молибден, никель, кобальт, стронций, железо, марганец, кальций, бор, натрий, магний, фтор, йод, медь, цинк, селен. Результаты обработки данных интерпретировались в соответствии с действующими санитарно-нормативными документами, а также сопоставлялись с фоновыми значениями показателей.

Расчет интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности проводился для всех районов Смоленской области и г. Смоленска. Для вычисления интегрального показателя качества питьевой воды предварительно осуществляли: оценку риска при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ, характеризующихся рефлекторно-ольфакторным эффектом воздействия; неканцерогенного риска при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ с токсикологическим эффектом воздействия; суммарного канцерогенного риска для здоровья населения.

При оценке риска воздействия химических веществ, характеризующихся рефлекторно-ольфакторным эффектом, были определены приоритетные показатели: запах, привкус, цветность, мутность, водородный показатель, железо, марганец, медь, цинк, хлориды, сульфаты, сероводород, а также обобщенные показатели – окисляемость перманганатная, общая минерализация, общая жесткость.

Для расчета неканцерогенного риска было выбрано 17 показателей, обладающих токсическим эффектом воздействия: нитраты, нитриты, кадмий, мышьяк, хром<sup>6+</sup>, свинец, никель, кобальт, ртуть, селен, стронций, медь, алюминий, бор, железо, ионы аммония, марганец, сульфаты, хлориды, цинк.

Для расчета канцерогенного риска здоровью населения были определены 4 вещества, обладающие канцерогенными эффектами: кадмий, свинец, мышьяк, хром<sup>6+</sup>.

Математическая обработка материалов проводилась с использованием прикладных программ на персональном компьютере. Для статистической обработки использовались параметрические и непараметрические методы, представленные в программе Statistica 6.0. Рассчитывались экстенсивные показатели и их стандартная ошибка.

Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Смоленской области полностью осуществляется из подземных водоносных горизонтов. Централизованными системами водоснабжения пользуется 71,2 % населения области.

Проведенные исследования проб воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области показали, что качество питьевой воды не соответствует гигиеническим требованиям по ряду показателей. В воде регистрируется повышенное природное содержание железа и общей жесткости. Для ряда территорий отмечены повышенные значения цветности, мутности, стабильного стронция и марганца. Именно эти показатели негативно влияли на качество воды централизованных систем водоснабжения за анализируемый период времени. Ухудшение качества питьевой воды в значительной степени связано с ветхостью водопроводных сетей, изношенность которых в среднем по области составляет от 70 до 100 %.

Результаты исследований показали, что население 13 районов области и г. Смоленска вынуждено пользоваться водой со средним значением данного элемента на уровне 1,0–2,3 ПДК. Численность населения, пользующегося питьевой водой, содержащей железо с превышением гигиенических нормативов – 453 120 человек, что составляет 47,1 % населения Смоленской области. Выявлены отдельные районы, где в 70–88 % исследований определялись повышенные концентрации железа (от 1 до 66 ПДК) в питьевой воде централизованных систем водоснабжения (Велижский, Демидовский, Руднянский, Угранский, Темкинский, Смоленский, Краснинский). Повышенная цветность и мутность воды, вероятно, являются следствием присутствия в воде соединений трехвалентного железа, обусловленного природными особенностями подземных источников водоснабжения региона, процессами водоподготовки и транспортировки воды.

Значения общей жесткости воды на протяжении всего анализируемого периода оставались стабильно высокими. Население 14 районов области (Рославльский, Смоленский, Новодугинский, Сычевский, Глинковский, Монастырщинский, Сафоновский, Холм-Жирковский, Краснинский, Хиславичский, Вяземский, Велижский, Угранский, Демидовский) и г. Смоленска вынуждено пользоваться водой со средним значением данного показателя на уровне 1,0–1,8 ПДК. Численность населения области, пользующегося питьевой водой со средним значением общей жесткости, превышающим гигиенический норматив, – 518 715 человек, что составляет 53,8 % населения Смоленской области. В наиболее неблагоприятном Демидовском районе в 38 % исследований определялись повышенные значения общей жесткости (от 10 до 35 мг-экв/л).

В воде централизованных систем водоснабжения Глинковского, Демидовского и Дорогобужского районов области в 72–100 % исследований регистрировались повышенные концентрации стабильного стронция (1,1–8,4 ПДК). В воде централизованных систем водоснабжения Рославльского и Краснинского районов области в 19–21 % исследований регистрировались повышенные концентрации марганца (1,1–5,0 ПДК).

Известно, что повышенные концентрации железа, марганца, стронция при пероральном поступлении с питьевой водой могут оказывать негативное влияние на качество жизни и состояние здоровья населения. Результаты расчета интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и интегрального показателя качества питьевой воды районов Смоленской области и г. Смоленска представлены в таблице.

Результаты расчета интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности

№ п/п	Район	Интегральная оценка питьевой воды по показателям химической безвредности						
		Суммарный риск рефлекторно-ольфакторных эффектов	Отношение риска к приемлемому значению (0,1)	Суммарный неканцерогенный риск	Отношение риска к приемлемому значению (0,05)	Суммарный канцерогенный риск	Отношение риска к приемлемому значению (0,00001)	Интегральный показатель качества питьевой воды
1	Велижский	0,967299	9,672985	0,073777	1,475547	0,00000095	0,094783	11,24
2	Вяземский	0,278844	2,788444	0,048271	0,965417	0,00000121	0,120857	3,87
3	Гагаринский	0,704499	7,044988	0,057375	1,147510	0,00000147	0,147184	8,34
4	Глинковский	0,006774	0,067742	0,038435	0,768700	–	–	0,84
5	Демидовский	0,973562	9,735622	0,119846	2,396922	0,00000259	0,259101	12,39
6	Дорогобужский	0,030072	0,300724	0,063858	1,277160	0,00000686	0,685661	2,26
7	Духовщинский	0,296483	2,964830	0,046016	0,920328	0,00000027	0,026696	3,91
8	Ельнинский	0,051648	0,516477	0,026481	0,529611	–	–	1,05
9	Ершичский	0,006067	0,060673	0,017964	0,359282	0,00000007	0,006849	0,43
10	Кардымовский	0,555672	5,556724	0,057333	1,146653	0,00000056	0,056361	6,76
11	Краснинский	0,999979	9,999794	0,122128	2,442557	0,00000051	0,051120	12,49
12	Монастырщинский	0,176194	1,761936	0,032056	0,641126	–	–	2,40
13	Новодугинский	0,699457	6,994565	0,052663	1,053258	0,00000297	0,297051	8,34
14	Починковский	0,348170	3,481696	0,025913	0,518263	–	–	4,00
15	Рославльский	0,942338	9,423383	0,054088	1,081755	–	–	10,51
16	Руднянский	0,025293	0,252933	0,070689	1,413779	0,00000118	0,118029	1,78
17	Сафоновский	0,998777	9,987773	0,055369	1,107374	0,00000747	0,746693	11,84
18	Смоленский	0,598684	5,986839	0,100564	2,011275	0,00000136	0,135728	8,13
19	Сычевский	0,939614	9,396137	0,062579	1,251589	0,00000163	0,162857	10,81
20	Темкинский	0,019984	0,199841	0,044027	0,880539	0,00000163	0,163358	1,24
21	Угранский	0,798819	7,988195	0,072680	1,453603	0,00000039	0,039480	9,48
22	Хиславичский	0,022120	0,221196	0,027515	0,550303	0,00000199	0,199371	0,97
23	Холм-Жирковский	0,385309	3,853092	0,059499	1,189988	0,00000805	0,805000	5,85
24	Шумячский	0,695266	6,952664	0,028874	0,577490	0,00000004	0,004230	7,53
25	Ярцевский	0,604959	6,049593	0,053715	1,074293	0,00000015	0,014896	7,14
26	г. Смоленск	0,903265	9,032650	0,060032	1,200639	0,00000064	0,064054	10,30

При пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ, характеризующихся рефлекторно-ольфакторным эффектом воздействия, было выявлено несоответствие приемлемому уровню риска для воды централизованных систем водоснабжения 18 районов области (Велижский, Вяземский, Гагаринский, Демидовский, Духовщинский, Кардымовский, Краснинский, Монастырщинский, Новодугинский, Починковский, Рославльский, Сафоновский, Смоленский, Сычевский, Угранский, Холм-Жирковский, Шумячский, Ярцевский) и г. Смоленска. Данное несоответствие связано с повышенной концентрацией железа, высокими показателями цветности, мутности и общей жесткости питьевой воды.

Оценка неканцерогенного риска при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ с токсикологическим эффектом воздействия выявила

несоответствие приемлемому уровню риска для воды централизованных систем водоснабжения 15 районов области (Велижский, Гагаринский, Демидовский, Дорогобужский, Кардымовский, Краснинский, Новодугинский, Рославльский, Руднянский, Сафоновский, Смоленский, Сычевский, Угранский, Холм-Жирковский, Ярцевский) и г. Смоленска. Из них наиболее выраженный уровень риска (отношение риска к приемлемому значению  $> 2,0$ ) отмечен для Смоленского, Демидовского и Краснинского районов. В данном случае риск для здоровья населения при потреблении питьевой воды оценивается как «вызывающий опасение», что определяет возможность роста неспецифической патологии. Приоритетными загрязняющими веществами, оказывающими определяющее влияние на уровень риска, являлись железо, стронций, марганец.

При оценке канцерогенного риска принималась во внимание его общепринятая классификация по четырем диапазонам риска, изложенная в «Руководстве по оценке риска здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». В результате оценки суммарного пожизненного канцерогенного риска для здоровья населения было установлено, что для всех районов Смоленской области и г. Смоленска его уровень не превышал  $10^{-5}$ , т.е. соответствовал второму диапазону риска (индивидуальный риск в течение всей жизни более  $10^{-6}$ , но менее  $10^{-4}$ ). Подобный уровень риска интерпретируется как предельно допустимый, соответствующий верхней границе приемлемого риска. Для Глинковского, Ельнинского, Монастырщинского, Починковского и Рославльского районов расчет канцерогенного риска не проводился, так как значения анализируемых показателей были ниже предела обнаружения метода.

В результате интегральной оценки было установлено, что для большинства районов области (22 района) и г. Смоленска интегральные показатели качества воды превышали допустимое значение (1,0), что связано с превышением величины приемлемого риска для рефлекторно-ольфакторных эффектов и неканцерогенного риска. Превышение значения приемлемого риска хотя бы по одному из его видов требует принятия дополнительных мер как в научном, так и в практическом плане. Проведено ранжирование территорий Смоленской области по значению интегрального показателя качества воды. Выявлены наиболее неблагоприятные по качеству воды централизованных систем водоснабжения районы области: Рославльский, Сычевский, Велижский, Сафоновский, Демидовский, Краснинский, а также г. Смоленск (интегральный показатель в 10 раз больше приемлемого значения).

Полученные результаты определяют необходимость дальнейших исследований качества питьевой воды, связанных с детальным изучением роли химических веществ с токсикологическим эффектом воздействия (определяющих повышенный уровень неканцерогенного риска) на заболеваемость населения региона. Отдельного исследования, с точки зрения методологии оценки рисков, заслуживает изучение качества воды подземных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения Смоленской области.

Таким образом, общее железо, цветность, мутность, общая жесткость, стронций, марганец – основные показатели, по которым в 2005–2015 гг. наблюдались превышения гигиенических нормативов качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области.

В результате гигиенической оценки качества питьевой воды было выявлено, что для централизованных систем водоснабжения 22 районов Смоленской области

и г. Смоленска интегральные показатели превышали допустимое значение, что связано с превышением значений приемлемого риска для рефлекторно-ольфакторных эффектов и неканцерогенного риска.

Полученные результаты исследования послужили основанием разработки ряда практических мероприятий по усовершенствованию технологий водоподготовки и улучшению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области.

## **Межведомственное взаимодействие по обеспечению биологической безопасности на территории Республики Татарстан в период подготовки и проведения Кубка Конфедераций FIFA 2017 г. в г. Казани**

**М.А. Патяшина, М.В. Трофимова,  
Л.Г. Авдоница, Л.Т. Гараева**

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Татарстан,  
г. Казань, Россия

Представлена организация совместной работы УФСБ России по Республике Татарстан, Антитеррористической комиссии Республики Татарстан по обеспечению антитеррористической защищенности организаций, осуществляющих деятельность с использованием возбудителей инфекционных заболеваний, в том числе общих для человека и животных, на примере опыта Управления Роспотребнадзора по Республике Татарстан.

**Ключевые слова:** антитеррористическая защищенность, биологическая безопасность.

Управление Роспотребнадзора по Республике Татарстан (далее – Управление) осуществляет контроль за обеспечением биологической безопасности на территории Республики Татарстан [6, 7]. Качественно новый уровень организации работы в составе межведомственной рабочей группы позволил обеспечить биологическую безопасность в период подготовки и проведения Кубка Конфедераций FIFA 2017 г. в г. Казани [1].

**Материалы и методы.** Проведен анализ работы межведомственной рабочей группы.

**Результаты.** Управлением приняты меры безопасности по повышению антитеррористической защищенности объектов, обеспечению биологической безопасности на территории Республики Татарстан.

В целях предотвращения биотерроризма, повышения антитеррористической защищенности объектов и обеспечения биологической безопасности в пери-



од подготовки Кубка Конфедераций FIFA 2017 г. в г. Казани руководителем региональной рабочей группы по обеспечению безопасности проведения в г. Казани матчей чемпионата мира по футболу 2018 г. – начальником УФСБ России по Республике Татарстан 24.12.2015 г. утвержден Реестр промышленных и инфраструктурных объектов (критически важных, потенциально опасных и опасных производственных объектов), расположенных в районе проведения Чемпионата мира по футболу 2018 г. и Кубка Конфедераций FIFA 2017 г., выведение из строя которых представляет угрозу безопасности в период проведения массовых мероприятий (далее – Реестр).

В декабре 2016 г. по инициативе Управления Главным управлением МЧС России по Республике Татарстан проведена актуализация Реестра, в который вошло 40 лабораторий (16 медицинских организаций, 9 коммунальных объектов, 7 предприятий пищевой промышленности, 3 учреждений ветеринарного профиля, 3 промышленных предприятий, 2 научно-исследовательских и образовательных учреждения).

Хозяйствующими субъектами в ноябре – декабре 2016 г. проведена работа по актуализации документа, подтверждающего безопасность биологически опасного объекта, вторые экземпляры документа направлены в адрес Управления [5].

Управлением в составе межведомственной рабочей группы по обследованию объектов, расположенных в районе проведения Кубка Конфедерации FIFA 2017 г. и Чемпионата мира по футболу FIFA 2018 г. (далее – МРГ), за период с октября 2016 г. по май 2017 г. проведено обследование 29 юридических лиц по вопросу обеспечения биологической безопасности при работе с патогенными биологическими агентами [2, 3].

По итогам обследований руководителю регионального межведомственного оперативного штаба по обеспечению безопасности проведения в г. Казани матчей чемпионата мира по футболу FIFA 2018 г. и Кубка Конфедераций FIFA 2017 г., начальнику УФСБ России по Республике Татарстан, руководителю аппарата Антитеррористической комиссии в Республике Татарстан направлено 18 информации по нарушениям, выявленным в ходе обследования объектов.

В УФСБ России по Республике Татарстан проведено 8 заседаний МРГ с заслушиванием хозяйствующих субъектов, оформлением протоколов и указанием по устранению нарушений требований биологической безопасности.

На итоговом заседании МРГ принято решение о приостановлении проведения работ с биологическими веществами, биологическими и микробиологическими организмами и с возбудителями инфекционных заболеваний в лабораториях 5 хозяйствующих субъектов.

В рамках исполнения Постановления Правительства Российской Федерации № 689 от 09.06.2017 г. «О некоторых мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации № 202 от 9 мая 2017 г. “Об особенностях применения усиленных мер безопасности в период проведения в Российской Федерации чемпионата мира по футболу FIFA 2018 года и Кубка конфедераций FIFA 2017 года”» [4] из 40 юридических лиц, включенных в Реестр:

– 13 хозяйствующих субъектов в адрес Управления и Министерства промышленности и торговли Республики Татарстан направили мотивированные предложения с обоснованием невозможности временного прекращения работ, в связи с проведением работ в составе учреждений сети наблюдения и лабораторного кон-

троля, обеспечения лабораторного контроля за состоянием внешней среды, безопасностью питания, водоснабжения, диагностики инфекционных заболеваний гостей и участников Кубка Конфедераций FIFA 2017 г. Вместе с тем 3 из них временно прекратили работы в лабораториях в дни проведения игр;

– 11 юридических лиц приостановили работы с возбудителями инфекционных заболеваний на весь период проведения Кубка Конфедераций FIFA 2017 г.;

– 16 медицинских организаций не вошли в перечень опасных производств и организаций, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации № 689 от 09.06.2017 г. Однако в связи с выявленными в ходе обследований нарушениями требований биологической безопасности на период проведения Кубка Конфедераций с 12.06 по 12.07.2017 г. решением МРГ ограничена деятельность лабораторий трех медицинских организаций.

Эффективное межведомственное взаимодействие по обеспечению биологической безопасности в период подготовки и проведения Кубка Конфедераций FIFA 2017 г. в г. Казани позволило не допустить выход патогенов во внешнюю среду, возможность использования ПБА в целях биотерроризма.

### Список литературы

1. МР 0100/3556-04-34. Взаимодействие органов управления, учреждений и специализированных формирований при ликвидации последствий террористических актов с применением патогенных биологических агентов и опасных химических веществ [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.lawrussia.ru/texts/legal\\_406/doc406a336x136.htm](http://www.lawrussia.ru/texts/legal_406/doc406a336x136.htm) (дата обращения: 10.06.2017).

2. МУ 3.1.3294-15. Построение системы физической защиты государственных и исследовательских коллекций микроорганизмов I–II групп патогенности [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456023987> (дата обращения: 17.06.2017).

3. МУК 3.1.2964-11. Построение системы физической защиты государственных и исследовательских коллекций микроорганизмов I–II групп патогенности [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200089963> (дата обращения: 17.06.2017).

4. О некоторых мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации № 202 от 9 мая 2017 г. «Об особенностях применения усиленных мер безопасности в период проведения в Российской Федерации чемпионата мира по футболу FIFA 2018 года и Кубка конфедераций FIFA 2017 года»: Постановление Правительства Российской Федерации № 689 от 09.06.2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2017/05/10/prezident-ukaz202-site-dok.html> (дата обращения: 22.06.2017).

5. Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта: приказ МЧС РФ № 506 от 4 ноября 2004 г. // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 11.06.2017).

6. СП 1.3.3118-13. Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70563038/> (дата обращения: 20.06.2017).

7. СП 1.3.2322-08. Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.lytech.ru/articles\\_29.htm](http://www.lytech.ru/articles_29.htm) (дата обращения: 20.06.2017).

## Особенности состояния дыхательной и иммунной системы у населения, проживающего в зоне влияния предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства

О.Ю. Устинова<sup>1,2</sup>, И.Е. Штина<sup>1</sup>, К.П. Лужецкий<sup>1,2</sup>,  
С.Л. Валина<sup>1</sup>, О.А. Маклакова<sup>1,2</sup>, М.А. Землянова<sup>1,2</sup>,  
О.В. Долгих<sup>1</sup>, И.Г. Жданова-Заплесвичко<sup>3</sup>, С.В. Клейн<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

г. Пермь, Россия

<sup>3</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области,

г. Иркутск, Россия

Представлены результаты проведенного обследования здоровья населения, проживающего на территории селитебных зон предприятий алюминиевой и целлюлозно-бумажной промышленности. По результатам исследований выявлено, что содержание в атмосферном воздухе, питьевой воде и почве взвешенных веществ, фтористых соединений, формальдегида, фенола, ароматических углеводородов и металлов превышает действующие гигиенические нормативы до 12 ПДК<sub>сс</sub>. В результате хронического воздействия химических веществ для населения формируется неприемлемый риск развития заболеваний органов дыхания и иммунной систем ( $THI = 12,75-15,75$ ). Показано, что на уровень заболеваемости и состояние здоровья взрослого населения оказывает влияние хроническое присутствие в биосредах алюминия, марганца, никеля, фенола, формальдегида и ароматических углеводородов. У населения, проживающего в зоне влияния предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства, достоверно чаще относительно населения, проживающего на территории относительного санитарно-гигиенического благополучия, регистрировались хронические воспалительные заболевания верхних дыхательных путей, вторичный транзиторный иммунодефицит. Установлено достоверное негативное влияние марганца, никеля, формальдегида, алюминия и фторид-ионов в биосредах на показатели фагоцитарного звена иммунитета.

**Ключевые слова:** здоровье населения, факторы риска, металлургическая промышленность, лесопромышленный комплекс, органы дыхания и иммунной систем.

Одним из ведущих факторов, негативно влияющих на состояние здоровья населения, является техногенное загрязнение объектов окружающей среды [9]. Одной из интенсивно развивающихся отраслей промышленности является металлургическая, в частности производство и переработка алюминия, при этом более половины предприятий этого профиля находятся на территории Восточной Сибири, где кроме того, функционирует более 20 % предприятий лесопромышленного комплекса России [8].

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что на территориях сочетанного размещения предприятий по производству алюминия и целлюлозно-бумажных комбинатов в перечень основных веществ, загрязняющих объекты среды обитания, входят: фенол, ароматические углеводороды, взвешенные вещества, никель и марганец, среднегодовые концентрации которых в атмосферном воздухе могут достигать 20 ПДК<sub>сс</sub>. При хроническом комбинированном воздействии перечисленных химических веществ происходит угнетение иммунной системы и формирование хронической патологии верхних дыхательных путей [1, 10, 11].

**Цель исследования** – изучить особенности состояния дыхательной и иммунной систем, выявить связи неинфекционной заболеваемости взрослого населения с приоритетными факторами риска, формируемыми деятельностью предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного профиля.

**Материалы и методы.** Специалистами территориального ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» выполнена гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы на изучаемых территориях по данным мониторинговых наблюдений (2014–2016 гг.) и натурных исследований. Оценка качества объектов среды обитания проводилась отделом социально-гигиенического мониторинга ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (зав. отделом – канд. мед. наук С.В. Клейн). По методологии оценки риска в соответствии с руководством 2.1.10.1920-04 проведена оценка и выделены приоритетные факторы риска неканцерогенных и канцерогенных эффектов. Выполнен расчет индекса опасности (*НИ*) для дыхательной и иммунной систем с учетом каждого из путей поступления и аддитивного эффекта действия химических веществ при их комбинированном поступлении (отдел биохимических и цитогенетических методов исследования ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; зав. отделом – д-р мед. наук М.А. Землянова). Оценка заболеваемости населения на популяционном уровне выполнена по данным территориального фонда ОМС за период 2012–2015 гг. (отдел социально-гигиенического мониторинга ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; зав. отделом – канд. мед. наук С.В. Клейн).

Для проведения сравнительного анализа состояния здоровья была набрана группа наблюдения, которую составили 90 человек в возрасте 20–45 лет, проживавших в крупном промышленном центре с размещением завода по производству алюминия и целлюлозно-бумажного комбината. Группу сравнения составили 42 жителя поселка городского типа, характеризующегося относительным санитарно-гигиеническим благополучием. Группы были сопоставимы по возрастному и гендерному признакам. Средний возраст групп  $37,2 \pm 2,2$  и  $36,8 \pm 2,4$  г. соответственно,  $p = 0,7$ ). Населению обеих территорий было проведено комплексное клиническое, лабораторное, инструментальное обследование. Вентиляционную функцию внешнего дыхания оценивали по результатам спирографии. Химико-аналитические исследования биосред на содержание загрязняющих веществ (кровь: алюминий, марганец, никель, бензол, формальдегид, фенол; моча: алюминий, фторид-ион) осуществляли в соответствии с действующими методическими указаниями. Кроме этого, для сравнения бытовых и социальных условий было проведено социологическое анкетирование населения. Все проведенные исследования выполнены с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации

(1975 г. с доп. 1983 г.), и в соответствии с Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP). Оценка различий между группами выполнялась с помощью критерия  $U$  Манна–Уитни. Различия считали статистически достоверными при  $p$ -value  $\leq 0,05$ . При обнаружении статистически достоверных различий между переменными для оценки тесноты и направления связи применяли коэффициенты связи для номинальных шкал – Фи-коэффициент для таблиц сопряженности  $2 \times 2$  [12].

**Результаты.** Проведенный анализ объектов среды обитания показал неудовлетворительное качество атмосферного воздуха территории наблюдения по содержанию взвешенных веществ (до 12,5 ПДК<sub>сс</sub>), фтористого водорода (до 1,2 ПДК<sub>сс</sub>), фтористых газообразных соединений (до 12,4 ПДК<sub>сс</sub>), формальдегида (до 6,6 ПДК<sub>сс</sub>), фенола (до 4,8 ПДК<sub>сс</sub>), бензола (до 1,8 ПДК<sub>сс</sub>), кроме этого постоянное присутствие в пределах 1 ПДК<sub>сс</sub> фторидов, марганца, алюминия, никеля, хрома. Установлено присутствие марганца, никеля, хрома, фторидов в пределах 1 ПДК в питьевой воде ЦХПВ. Оценка качества почвы показала несоответствие требованиям гигиенических нормативов: превышение содержания фтора определено в 83,3 % проб (до 4,7 ПДК). Качество атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы на территории сравнения соответствовало гигиеническим нормативам.

При оценке риска развития у населения территории наблюдения выявлено, что величины суммарных индексов опасности соответствуют уровню неприемлемого риска со стороны органов дыхания ( $THI$  – 15,75) и иммунной систем ( $THI$  – 12,75), Приоритетными факторами риска развития неканцерогенных эффектов являлись: для органов дыхания – формальдегид, взвешенные вещества, марганец, фенол; для системы крови и органов кроветворения – никель, бензол. Результаты оценки неканцерогенного риска на территории сравнения свидетельствовали об отсутствии недопустимого риска развития соматической патологии, связанной с изучаемыми факторами. Для взрослого населения, проживающего на селитебных территориях промышленных предприятий, популяционный риск возникновения дополнительных случаев заболевания болезней крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм, может достигать 907 дополнительных случаев.

При химико-аналитическом исследовании установлено превышение содержания в крови пациентов группы наблюдения алюминия, марганца, никеля, бензола, формальдегида и фенола в 1,4–2,4 раза относительно аналогичных показателей группы сравнения ( $p = 0,0001$ – $0,041$ ).

В ходе углубленного клинического обследования у более трети населения выявлены хронические болезни органов дыхания. Обращает на себя внимание то, что в группе наблюдения хронические воспалительные и лимфопролиферативные заболевания верхних дыхательных путей (МКБ: J32.0 и J35.0) выявлялись в 2,0 раза чаще (48,4 и 39,3 %), чем в группе сравнения (25,0 %,  $p = 0,03$ – $0,05$ ). Заболевания крови и иммунной системы (D10–D89) регистрировались у пациентов основной группы в 2,3 раза чаще (50,0 против 22,2 % в группе сравнения;  $p = 0,97$ ). Клинические признаки вторичного транзиторного иммунодефицита имели место у 65 % обследованных группы наблюдения и не диагностировались в группе сравнения ( $p = 0,01$ ).

Выявлена достоверная вероятностная связь развития хронических воспалительных заболеваний верхних дыхательных путей (J32) – с дозой поступающих фтористых соединений, алюминия и никеля ( $R^2 = 0,07$ – $0,20$ ;  $15,03 \leq F \leq 53,72$ ;  $p < 0,05$ ), а также с концентраций в крови алюминия ( $R^2 = 0,18$ ;  $F = 194,34$ ;

$p < 0,05$ ). Доказана прямая связь развития хронических лимфопролиферативных заболеваний органов дыхания – с дозой поступающих фтористых соединений, никеля, хрома и марганца ( $R^2 = 0,05-0,35$ ;  $11,99 \leq F \leq 117,60$ ;  $p < 0,05$ ), а также с концентраций в крови марганца, никеля, хрома ( $R^2 = 0,09-0,61$ ;  $13,02 \leq F \leq 194,34$ ;  $p < 0,05$ ).

Установлена достоверная связь развития вторичного транзитного иммунодефицита с концентраций в крови никеля, бензола и формальдегида ( $R^2 = 0,21-0,37$ ;  $39,72 \leq F \leq 106,88$ ;  $p = 0,02-0,04$ ).

Анализ скоростных и объемных данных спирографии не выявил достоверных различий между группами. Что может быть обусловлено тем, что риск-ассоциированная патология органов дыхания у взрослого населения исследуемой территории связана с преимущественно раздражающим поражением верхних отделов дыхательных путей и развитием неспецифических воспалительных и лимфопролиферативных процессов.

Ультразвуковое исследование селезенки выявило достоверное увеличение в 1,5 раза линейных размеров в группе наблюдение в 18,5 % случаев против 12,5 % в группе сравнения.

В условиях многосредовой экспозиции химических соединений предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного профиля выявлена повышенная частота заболеваний иммунной системы, что подтверждается данными лабораторного контроля. При иммунологическом исследовании верифицируется достоверное изменение иммунологических показателей, характеризующих снижение активности клеточного звена иммунитета. У 15,6 % обследованных группы наблюдения выявлено снижение активности фагоцитарного звена иммунитета по критерию абсолютного фагоцитоза, у 20,0 % – по критерию процента фагоцитоза ( $p < 0,05$ ) и у 40,0 % – по критерию фагоцитарного числа ( $p < 0,05$ ). Причем кратность снижения показателей фагоцитоза по сравнению с группой сравнения составила до 1,3 раза, за исключением повышенного по отношению к норме фагоцитарного индекса ( $p < 0,05$ ). Установлена достоверная связь между сниженными показателями абсолютного и относительного фагоцитоза, фагоцитарного числа и концентрацией марганца, никеля, формальдегида в крови ( $R^2 = 0,28-0,90$  при  $p \leq 0,05$ ), концентрацией алюминия ( $R^2 = 0,32-0,51$  при  $p \leq 0,05$ ) и фторид-ионов в моче ( $R^2 = 0,20-0,59$  при  $p \leq 0,05$ ). Достоверной разницы между концентраций иммуноглобулинов в крови в обеих группах не выявлено.

Результаты проведенного исследования коррелируют с данными литературы о снижении абсолютного содержания и функциональной активности иммунокомпетентных клеток в условиях хронического воздействия химических веществ техногенного происхождения [3, 4].

Таким образом, по результатам проведенного анализа объектов окружающей среды, общей заболеваемости, оценки риска, химического исследования биосред и клинического обследования взрослого населения можно сделать **выводы**:

1. В условиях хронической экспозиции формальдегида, взвешенных веществ, марганца, фенола, поступающих с атмосферным воздухом и питьевой водой ЦХПВ в концентрациях, достигающих 12,5 ПДК, суммарные индексы опасности превышали допустимые значения ( $THI > 1$ ) для органов дыхательной (до 15,75  $THI$ ) и иммунной (до 12,75  $THI$ ) систем. Среднее содержание в крови детей алюминия, марганца, никеля, бензола, формальдегида и фенола в 1,4–2,4 раза превышало показатели группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

2. У населения, проживающего в зоне влияния предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства, в два раза чаще относительно населения, прожи-

вающего на территории относительного санитарно-гигиенического благополучия, регистрировались хронические воспалительные заболевания верхних дыхательных путей в виде хронического риносинусита и тонзиллита (48,4; 39,3 против 25,0 %,  $p < 0,05$ ).

3. У населения, проживающего в зоне влияния химических веществ техногенного происхождения, достоверно чаще диагностировался вторичный транзиторный иммунодефицит (65,0 и 0,0 %,  $p < 0,05$ ). Установлена вероятностная, статистически достоверная причинно-следственная связь повышенного содержания никеля, бензола и формальдегида в крови с формированием вторичного иммунодефицитного состояния ( $R^2 = 0,21-0,37$ ;  $39,72 \leq F \leq 106,88$ ;  $p = 0,02-0,04$ ).

4. У населения, проживающего на селитебных территориях в зоне влияния благоприятной алюминийевой и целлюлозно-бумажного производств, до 1,3 снижены показатели фагоцитарного звена иммунитета (абсолютный фагоцитоз, процент фагоцитоза, фагоцитарное число). Установлено достоверное негативное влияние марганца, никеля, формальдегида, алюминия и фторид-ионов в биосредах на показатели абсолютного и относительного фагоцитоза, фагоцитарное число ( $R^2 = 0,20-0,90$  при  $p \leq 0,05$ ).

### Список литературы

1. Воздействие взвешенных частиц на здоровье. Значение для разработки политики в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. – Женева, ВОЗ: Европейское региональное бюро, 2013. – 15 с.

2. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания / под ред. Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.

3. Забродский П.Ф., Мандыч В.Г. Иммунотоксикология ксенобиотиков: монография. – М.: СВИБХБ, 2007. – 420 с.

4. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Аминова А.И. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания: руководство / под ред. Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.

5. Измерение массовых концентраций химических соединений в биологических средах: сборник методических указаний по методам контроля. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. – С. 19–20.

6. 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. Методика измерений массовых концентраций алюминия в биологических средах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: СТО М25–2016. – Пермь, 2016. – 21 с.

8. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2015 году: Государственный доклад. – Иркутск: Время странствий, 2016. – 316 с.

9. 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.

10. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических элементов. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.

11. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 147 с.

12. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. – М.: Статистика, 1977. – 356 с.

## Анализ влияния загрязнения атмосферного воздуха на показатели обращаемости населения за скорой медицинской помощью

**В.М. Чигвинцев<sup>1,2</sup>, Д.А. Кирьянов<sup>1</sup>, Т.М. Лебедева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера»,  
г. Пермь, Россия

Представлен алгоритм оценки влияния загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья населения. В качестве индикатора состояния здоровья выступает обращаемость населения за скорой медицинской помощью, характеристикой загрязнения являются данные стационарных постов наблюдений ПЦГМС. Алгоритм позволяет сформировать доказательную базу наличия отрицательных эффектов воздействия на здоровье в результате загрязнения атмосферы, параметризовать эти эффекты, оценить степень управляемости показателей здоровья за счет изменения параметров загрязнения.

**Ключевые слова:** скорая помощь, загрязнение атмосферного воздуха, математическое моделирование, оценка зависимостей, анализ временных рядов.

Одним из стабильных факторов, оказывающих неблагоприятное влияние на здоровье населения, является загрязнение атмосферного воздуха. В современных условиях это влияние становится значительно сильнее в силу существенного увеличения вклада автотранспорта в общее загрязнение. Особенно это актуально в крупных промышленных городах с развитой промышленностью и интенсивным автомобильным движением.

Данные стационарных постов наблюдения подтверждают присутствие высоких концентраций в селитебных районах. Кроме того, внимание к возможным последствиям загрязнения атмосферы возросло после проведения ряда исследований, свидетельствующих о наличии зависимости острых реакций населения в ответ на кратковременные и незначительные колебания концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Имеются данные о зависимости острых эффектов (увеличение общей смертности и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, увеличение частоты госпитализации по поводу респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний) [1–3] от уровня концентраций отдельных загрязняющих веществ (пыли, озона, аммиака, угарного и сернистого газов) в атмосфере.

Вместе с тем в настоящее время практически отсутствуют унифицированные алгоритмы и методические подходы к количественной оценке влияния регистрируемых превышений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе гигиенических нормативов на состояние здоровья населения.

Исследование по определению критических параметров отдельных загрязнителей атмосферного воздуха по критериям изменения состояния здоровья (напри-



мер, по обращаемости за экстренной медицинской помощью) позволяет сформировать доказательную базу наличия отрицательных эффектов воздействия на здоровье в результате загрязнения атмосферы, позволяет параметризовать эти эффекты, оценивать степень управляемости показателей здоровья за счет изменения параметров загрязнения.

**Целью данной работы** является анализ влияния загрязнения атмосферного воздуха на показатели обращаемости населения за скорой медицинской помощью.

**Материалы и методы.** Для выполнения работы были получены данные по обращаемости населения за скорой медицинской помощью и загрязнению атмосферного воздуха.

Информация, характеризующая обращаемость населения за скорой медицинской помощью, накапливается в базе данных городской станции скорой помощи. Для проведения аналитических исследований сформированы систематизированные электронные таблицы, содержащие деперсонифицированные сведения по обращаемости населения города Перми за скорой медицинской помощью в течение года (370 054 записи).

Предварительный анализ вызовов показал, что для решения задачи оценки воздействия загрязнений на состояние здоровья населения по критерию обращаемости за скорой медицинской помощью необходимо исключить случаи вызовов, обусловленные психологическими особенностями, – фактор дня недели, сезонной составляющей. Кроме того, необходимо учитывать особенности структуры обращаемости, обусловленные полом и возрастом.

С точки зрения оценки влияния загрязнений на частоту обращаемости населения за скорой медицинской помощью наиболее приемлемыми являются данные Росгидромета с суточным периодом наблюдения. Информация, накапливаемая в службе Росгидромета, характеризуется регулярностью и достаточно широкой программой наблюдений. Сеть постов наблюдений, расположенных в селитебной зоне, охватывают почти весь город и характеризуют комплексную нагрузку. Информация, переданная по запросу из Росгидромета, по загрязнению атмосферного воздуха представлена в одной таблице, содержащей 2087 записей. В ней содержатся среднесуточные концентрации фенола и бензола на 5 контрольных постах в течении года в городе Перми.

Первичный анализ динамики позволяет определить концентрации как «низкие». По бензолу и фенолу все концентрации укладываются в  $0,14 \text{ мг/м}^3$ . По отношению к ПДК в селитебных зонах города среднегодовая концентрация бензола составила  $0,16 \pm 0,01 \text{ ПДК}_{\text{сс}}$ , фенола –  $0,67 \pm 0,06 \text{ ПДК}_{\text{сс}}$ , что соответствует гигиеническим регламентам. Количество проб, превышающих гигиенические нормативы бензола на уровне  $1,1\text{--}1,4 \text{ ПДК}_{\text{сс}}$ , фенола –  $3,3\text{--}4,0 \text{ ПДК}_{\text{сс}}$ , составили соответственно  $0,2$  и  $19,1 \%$ .

Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья населения (выраженное в частоте обращаемости за скорой медицинской помощью) производится на основе сопоставления двух массивов информации – по среднесуточным концентрациям загрязняющих веществ и по вызовам скорой помощи.

Для построения математических моделей, отражающих зависимости, используется ряд гипотез.

*Гипотеза 1.* Частота обращаемости населения за скорой медицинской помощью – является интегральным показателем здоровья и характеризует комплекс внешних воздействий.

*Гипотеза 2.* Уровень обращаемости в любой момент времени можно представить в виде суммы фоновой, систематической, факторной и случайной составляющей.

Фоновая составляющая характеризует уровень обращаемости, не зависящий ни от каких внешних воздействий. Систематическая составляющая определяется как уровень обращаемость, обусловленный неуправляемыми факторами, такими как день недели, время года и др. Систематическая составляющая имеет ярко выраженный периодический характер. Факторная составляющая – часть обращаемости, обусловленная воздействием изучаемых факторов. Случайная составляющая – часть обращаемости, причиной которой являются все другие, не учитываемые факторы и обстоятельства.

*Гипотеза 3.* Ответ на загрязнение со стороны здоровья населения в виде изменения частоты обращений за скорой помощью может быть отложен во времени (наличие временного лага). Учет лага является необходимым условием оценки воздействий.

Кроме того, при исследовании зависимостей необходимо проводить пространственное согласование данных. Крупный региональный центр (такой как город Пермь) имеет значительную территориальную протяженность и наличие так называемых промышленных узлов, различающихся между собой составом загрязнений. Пространственное согласование предполагает выделение зон вокруг постов наблюдений, в которых будет производиться оценка состояния здоровья населения по частоте вызовов скорой помощи.

Метод оценки зависимостей основан на построении и анализе парных регрессионных моделей с учетом временного лага. Для оценки значения лага, выраженного в днях, предварительно проводится корреляционный анализ, сопровождаемый проверкой статистических гипотез относительно коэффициентов корреляции. В качестве лага принимается значение смещения данных относительно друг друга, при котором наблюдается максимальная корреляция.

В качестве примера приведем расчет лага и модели зависимости для данных по фенолу, замеренному на одном из постов наблюдений, и обращаемостью населения за скорой помощью по поводу заболеваний сердечно-сосудистой системы. Распределение концентраций фенола на посту и частоты вызовов скорой помощи в двухкилометровой зоне представлено на рис. 1.

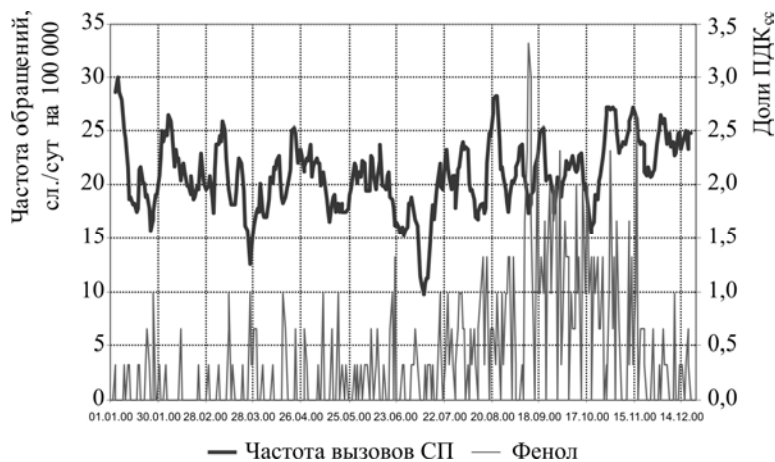


Рис. 1. Распределение концентраций фенола на посту и частоты вызовов скорой помощи в двухкилометровой зоне

Коэффициент корреляции составляет 0,11. При увеличении величины лага коэффициент корреляции изменяется (таблица, рис. 2)

Изменение коэффициента корреляции при увеличении величины лага

Параметр	Лаг							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$r$	0,014	0,031	0,058	0,105	0,112	0,141	0,187	0,150
$n$	294	293	292	291	291	290	289	288
$p$	0,812	0,592	0,324	0,074	0,056	0,016	0,001	0,001

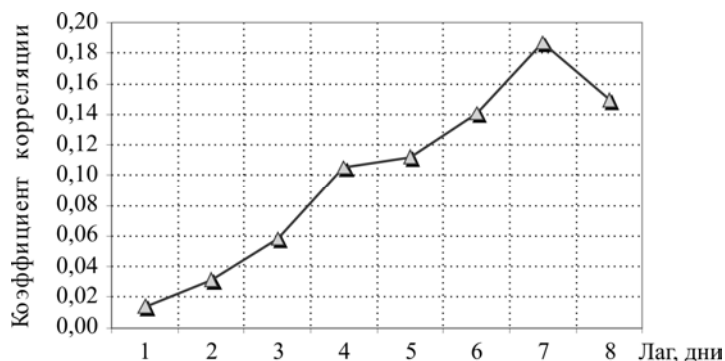


Рис. 2. Изменение коэффициента корреляции при увеличении величины лага

Расчет показывает, что наибольшее влияние загрязнения фенолом атмосферного воздуха на обращаемость населения за скорой помощью по поводу заболеваний сердечно-сосудистой системы наблюдается с лагом в 7 дней.

График зависимости, полученный методом линейной регрессии, приведен на рис. 3.

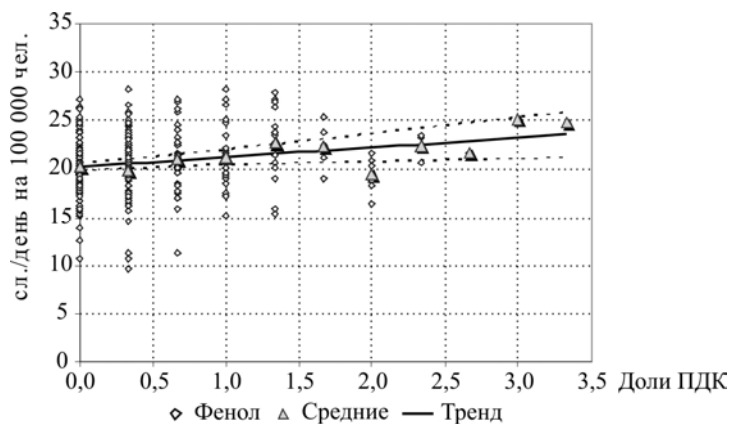


Рис. 3. Зависимость обращаемости населения за скорой помощью от концентрации фенола с лагом 7 дней

Для проверки адекватности моделей натурным данным проводится дисперсионный анализ ( $F = 8,6$ ,  $p = 0,004$ ,  $R^2 = 0,03$ ). Оценка параметров модели и проведение дисперсионного анализа дает основание говорить о наличии влияния загрязнения воздуха на состояние здоровья населения, выраженное в обращаемости за скорой медицинской помощью. Величина коэффициента детерминации ( $R^2$ ) позволяет оценить вклад загрязнения в повышенный уровень обращаемости.

Для приведенного примера вклад фенола в превышение наблюдаемого уровня обращаемости (21 сл./100 000 в день) над фоновым уровнем (18 сл./100 000 в день) составляет 3 %, или 0,09 сл./100 000 в день. За один год в районе поста концентрации фенола обуславливают дополнительно 19 случаев. В среднем по городу дополнительных случаев будет более трехсот.

Анализ частоты обращаемости за скорой медицинской помощью (СМП) населения в связи болезнями сердечно-сосудистой системы (ССС) показал, что среднегодовой уровень обращений в целом по классу болезней колебался от 16,05 до 22,88 случая в год при минимальном уровне, не зависящем от концентрации бензола, – от 14,56 до 21,54 сл./год.

Выявление и оценка влияния концентрации исследуемых химических факторов в атмосферном воздухе на частоту обращаемости населения за СМП в связи с болезнями ССС на примере г. Перми позволило установить зависимость обращаемости дифференцированно (по отдельным нозологиям и полу) от концентрации бензола в связи с:

- вторичной гипертензией у женщин ( $0,12 \leq r \leq 0,17$ ;  $0,004 \leq p \leq 0,044$ );
- ИБС у женщин и мужчин ( $0,12 \leq r \leq 0,17$ ;  $0,004 \leq p \leq 0,034$ );
- нестабильной стенокардией у мужчин ( $0,12 \leq r \leq 0,22$ ;  $0,000 \leq p \leq 0,035$ );
- другими формами стенокардии у мужчин ( $0,13 \leq r \leq 0,27$ ;  $0,000 \leq p \leq 0,035$ ), у женщин ( $r \leq 0,15$ ,  $p \leq 0,008$ );
- другими ЦВБ у женщин и мужчин ( $0,12 \leq r \leq 0,28$ ;  $0,000 \leq p \leq 0,045$ ).

Установлена зависимость обращаемости за СМП населения от концентрации фенола в связи с:

- вторичной гипертензией у женщин ( $r = 0,137$ ;  $0,021 \leq p \leq 0,026$ ), у мужчин ( $0,15 \leq r \leq 0,27$ ;  $0,000 \leq p \leq 0,009$ );
- ИБС у женщин ( $0,46 \leq r \leq 0,50$ ;  $p = 0,000$ ) и мужчин ( $0,27 \leq r \leq 0,31$ ;  $p = 0,000$ );
- другими формами стенокардии у мужчин ( $0,13 \leq r \leq 0,17$ ;  $0,003 \leq p \leq 0,024$ );
- другими ЦВБ у женщин ( $0,12 \leq r \leq 0,14$ ;  $0,016 \leq p \leq 0,047$ ).

При этом установлен временной лаг увеличения частоты обращаемости при повышении концентрации бензола относительно минимального уровня для вторичной гипертензии у женщин – на 2–7-е сутки, ИБС у женщин – на 4–7-е сутки и у мужчин – на 6–7-е сутки, других форм ЦВБ у женщин – на 1–5-е сутки, других форм стенокардии у мужчин – на 3–7-е сутки. Для обращений по поводу различных форм стенокардии, а также других ЦВБ временной лаг отсутствует.

При повышении уровня фенола временной лаг установлен для вторичной гипертензии у мужчин на 4–7-е сутки, у женщин – на 2–6-е сутки. Для других исследуемых патологий лаг не выявлен.

Моделирование влияния концентраций примесей в атмосферном воздухе на частоту обращаемости за СМП в связи с сердечно-сосудистой патологией позволи-

ло получить достоверные ( $p \leq 0,05$ ) и адекватные уравнения регрессии, характеризующие параметры зависимости.

Анализ полученных зависимостей показал, что превышение среднегодовой концентрации бензола ( $0,009 \text{ мг/м}^3$ ) и фенола ( $0,001 \text{ мг/м}^3$ ) обуславливает дополнительные случаи обращаемости населения за СМП в г. Пермь по поводу заболеваний ССС. Суммарный прирост обращаемости при увеличении концентрации бензола составил 1396 случаев в год, фенола – 4851 случай в год. При одновременном повышении концентраций исследуемых факторов в атмосферном воздухе суммарный прирост обращаемости составит 6247 случаев в год.

**Выводы.** В ходе выполнения работы был отработан общий алгоритм анализа влияния загрязнения атмосферного воздуха на обращаемость населения за скорой медицинской помощью. Алгоритм содержит ряд основных этапов, характерных для любого крупного промышленного центра, имеющего разветвленную систему постов наблюдений за качеством воздуха и электронную систему учета вызовов скорой помощи.

В результате было установлено, что состояние здоровья населения, проживающего в крупном промышленном центре, достаточно достоверно и наглядно характеризуется на основе анализа частоты вызовов скорой медицинской помощи.

Современные компьютерные технологии позволяют учитывать все случаи обращений с глубокой степенью параметризации данных. Электронные базы данных позволяют проводить исследования динамики обращаемости с учетом пола, возраста, места вызова и других параметров.

Доступ к информации с постов наблюдений ПЦГМС позволил провести анализ согласованных данных частоты вызовов скорой помощи и химической нагрузки на атмосферный воздух, выявить зависимости их совместного распределения и построить ряд математических моделей.

Построенные модели позволили охарактеризовать долю ответственности за загрязнения атмосферного воздуха в повышенной частоте вызовов скорой помощи, которая составила более 6000 обращений по поводу болезней системы кровообращения в год.

### Список литературы

1. Агаев Ф.Б., Мейбадиев М.Т. Использование показателей обращаемости за скорой медицинской помощью в качестве ранних признаков экологического неблагополучия // Гигиена и санитария. – 2004. – № 2. – С. 75–77.
2. Влияние кратковременных повышений концентраций загрязнений в атмосферном воздухе на смертность населения / Б.А. Кацнельсон [и др.] // Гигиена и санитария. – 2000. – № 1. – С. 15–18.
3. Оценка влияния атмосферных загрязнений и метеорологических условий на показатели обращаемости за скорой медицинской помощью: методические рекомендации. – М.; Новокузнецк, 1991.

## Ненормативное качество питьевой воды как фактор риска здоровью населения

**А.А. Никулин<sup>2</sup>, В.А. Хорошавин<sup>1</sup>, К.Е. Виленчик<sup>1</sup>,  
С.В. Клейн<sup>3</sup>, С.А. Вековшина<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае»,

<sup>2</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю,

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

Представлена сравнительная оценка показателей социально-гигиенического мониторинга качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения Российской Федерации и Пермского края за 2012–2016 гг., а также результаты научных исследований по оценке воздействия загрязнений, содержащихся в питьевой воде, на заболеваемость населения. Исследованиями установлено, что, несмотря на соответствие в целом подаваемой населению питьевой воды гигиеническим требованиям государственных стандартов, существует риск возникновения заболеваний у экспонированного населения. Показано, что для обоснования управленческих решений по снижению неблагоприятного воздействия питьевой воды на здоровье населения необходимо использовать как данные социально-гигиенического мониторинга, так и результаты оценки риска здоровью населения.

**Ключевые слова:** водоснабжение, гигиеническая оценка, качество питьевой воды, здоровье населения, риск для здоровья, санитарно-эпидемиологическое благополучие.

По данным государственного доклада в 2016 г. в целом по Российской Федерации доброкачественной и условно доброкачественной питьевой водой было обеспечено более 90,7 % населения. Это на 2,1 % больше, чем в 2012 г. [1].

В Пермском крае за период 2012–2016 гг. также на 3,7 % увеличилась доля населения, обеспеченного доброкачественной и условно доброкачественной водой питьевой водой, и составила в 2016 г. 92,43 % от общей численности населения края.

В РФ число объектов питьевого водоснабжения, включающих как источники, так и водопроводы, не отвечающих санитарным нормам и правилам, составило в 2016 г. более 15 000 единиц. Это на почти 1000 меньше, чем в 2012 г. Сократилось не только общее количество, но и доля не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям объектов (с 15,8 % в 2012 г. до 15,3 % в 2016 г.). Как и в предыдущие годы, в РФ в 73–76 % случаев причиной несоответствия источников питьевого водоснабжения требованиям санитарного законодательства являлось отсутствие зон санитарной охраны.

В Пермском крае в 2016 г. из-за отсутствия зон санитарной охраны доля источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, увеличилась и составила 9,9 %, из них: поверхностных – 37,5 %, подземных – 9,3 %. Рост обусловлен проведенной в 2015 г. инвентаризацией источников централизованного водоснабжения [2].

Качество питьевой воды из распределительной сети централизованного водоснабжения в РФ продолжает улучшаться. В 2016 г. доля проб воды, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим показате-

лям, снизилась на 2,76 %, по сравнению с 2012 г., и составила 16,66 %. Доля проб воды из распределительной сети РФ, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, уменьшилась на 1,02 % и составила 2,67 %. Соответствует гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям питьевая вода, отобранная из распределительной сети централизованного водоснабжения на территории практически всех субъектов РФ, за исключением Республики Саха (Якутия) (0,86 % проб воды) и Свердловской области (0,53 %).

В Пермском крае в 2016 г. показатель безопасности питьевой воды, подаваемой населению, по микробиологическим показателям составил 2,5 %, что ниже уровня 2012 г. на 1,1 %. Доля проб питьевой водопроводной воды, подаваемой населению Пермского края, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в 2016 г. увеличилась на 1,5 %, по сравнению с 2012 г., и составила 9 %. Пробы питьевой воды, не соответствующие санитарным требованиям по паразитологическим показателям, в Пермском крае в 2016 г. не зарегистрированы.

По данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга в 2016 г. в Российской Федерации приоритетными химическими веществами, содержание которых в пробах питьевой воды превышало гигиенические нормативы, являлись: кремний, литий, железо, бор, хлороформ, марганец, стронций, фтор, хлориды и аммиак.

Актуальными для Пермского края проблемами остаются природно обусловленное повышенное содержание в питьевой воде микроэлементов, в том числе солей жесткости, образование галогенсодержащих соединений в процессе хлорирования, а также загрязнение воды в процессе транспортировки до потребителя.

В 2016 г. в рамках мониторинговых наблюдений на общую жесткость исследовано 1584 пробы, из них 6,4 % превышали предельно допустимый уровень.

Питьевую воду с общей жесткостью  $\geq 10$  мг/экв/л употребляли более 936 000 человек, 35,6 % от всего населения Пермского края. За анализируемый период удельный вес нестандартных исследований питьевой воды систем ЦХПВ по общей жесткости увеличился на 14,6 %.

Высокий уровень общей жесткости в питьевой воде, превышающий среднекраевой в 2 раза и более, отмечен на контрольных точках в Кунгурском, Кишертском районах, г. Перми, Березовском, Пермском районах.

За 2014–2016 гг. отмечено превышение гигиенических нормативов по 14 из 32 исследуемых санитарно-химических показателей, в том числе более 5 ПДК по уровню дихлорметана, железа, алюминия, марганца. К территориям с наиболее низким качеством питьевой воды ЦХПВ по санитарно-химическим показателям относятся Краснокамский, Кунгурский, Березовский районы, г. Пермь, Оханский, Кишертский, Куединский районы, г. Кунгур, Пермский и Нытвенский районы.

В 2016 г. действиями Роспотребнадзора достигнуто сокращение доли проб питьевой воды в распределительной сети РФ с нарушениями санитарно-химических показателей на 10 %, микробиологических показателей – на 8 %. В частности, по отдельным химическим загрязнителям предотвращено до 43 % нарушений гигиенических нормативов по содержанию в питьевых водах.

Улучшение качества и безопасности питьевых вод, подаваемых населению РФ, имело следствием сокращение в 2016 г. дополнительных случаев смерти, ассоциированных с микробным и химическим загрязнением вод, на 5,2 %, а заболеваний – на 9,6 % случаев.

В 2016 г. в целом по Российской Федерации число дополнительных случаев смерти, связанных с загрязнением питьевой воды, вероятно составило порядка 18,9 тыс. случаев.

Около 1,5 млн дополнительных случаев заболеваний также ассоциировано с загрязнением питьевой воды.

Одними из приоритетных продолжают оставаться такие санитарно-химические показатели загрязнения питьевой воды, как превышение гигиенических нормативов по содержанию тетрахлорметана, бромдихлорметана, аммиака и аммоний-иона, железа, мышьяка, нитритов, свинца, хлора, алюминия, марганца. Также в приоритетах – микробиологическое загрязнение питьевых вод.

Нарушения гигиенических нормативов формируют дополнительные случаи заболеваний мочеполовой системы; органов пищеварения; кожи и подкожной клетчатки; костно-мышечной; эндокринной систем, новообразования и другие нарушения здоровья.

Дополнительные случаи смертности населения России, ассоциированной с воздействием загрязненной питьевой воды, возникают в результате развития инфекционных заболеваний, болезней системы кровообращения, болезней органов пищеварения и новообразований.

Для Пермского края проблема обеспечения населения качественной и безопасной для здоровья питьевой водой также является одной из значимых.

Более 60 % населения края, включая население Перми, Краснокамска, Чусового, Чайковского, Кунгура и других территорий, использует в качестве водоисточников поверхностные природные объекты, такие как река Кама, Чусовая, Сытва.

Реки края испытывают значительную техногенную, а также природную нагрузку, обусловленную геохимическим составом подстилающих пород, содержащих повышенные концентрации марганца, стронция, железа, солей жесткости и пр.

Специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» была выполнена оценка риска здоровью населения муниципальных образований Пермского края при воздействии химических веществ, содержащихся в питьевой воде, по данным мониторинговых исследований качества воды систем ЦХПВ за 2011–2014 гг.

Она показала, что канцерогенный риск формируют 15 из 40 определяемых в питьевой воде химических примесей.

Из этих 15 канцерогенно опасных примесей только 5 формируют уровни канцерогенного риска, которые относятся к предельно допустимому риску ( $CR \leq 1 \cdot 10^{-4}$ ) и риску, приемлемому только для профессиональных групп и неприемлемому для населения в целом ( $10^{-4} \leq CR \leq 10^{-3}$ ). Это – дихлорбромметан, кадмий, мышьяк, тетрахлорметан и хлороформ.

Оценка хронического неканцерогенного риска при воздействии химических веществ, определяемых в питьевой воде ЦХПВ Пермского края, показала, что питьевая вода половины муниципальных образований содержит химические вещества в концентрациях более  $1HQ$ . В 25 % муниципалитетов на высокий уровень хронического неканцерогенного риска оказывает влияние мышьяк. На шести территориях – нитраты, на четырех – фториды, на трех – хлор остаточный связанный и на одной – хлороформ. Превышение уровня риска по этим веществам составило от 1,03 до 2,47  $HQ$ .

Результаты собственных исследований ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,



выполненных на отдельных территориях Пермского края, приоритетных по риску возникновения заболеваний, связанных с воздействием загрязненной питьевой воды, показали, что длительное потребление питьевой воды с содержанием стронция в концентрации до 1,2 ПДК формирует у экспонированного детского населения неприемлемый неканцерогенный риск развития патологии костно-мышечной системы на уровне от 1,75 до 2,18 *Н*.

У детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием стронция в концентрации от 7,84 до 8,4 мг/л, содержание металла в крови и моче в 1,5–4,2 раза превышает показатель группы сравнения и референтный уровень.

У детского населения, потребляющего питьевую воду ненадлежащего качества, установлены негативные эффекты, связанные с наличием стронция в крови, характеризующиеся повышенной в 1,5–2,5 раза частотой заболеваний костно-мышечной системы, несоответствием биологического возраста должному, ускоренным темпом биологического созревания.

Установлена вероятностная статистически достоверная причинно-следственная связь развития нарушений осанки (сколиотическая осанка, сутулая спина) и деформации стоп (плоскостопие 1-й ст.) с повышенным содержанием стронция в крови.

Результаты направленных медико-биологических исследований, выполненных специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в 2012–2014 гг., показали, что за последние три года на тех территориях Пермского края, где доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию нитратов, превышала 25 %, а концентрация нитратов составляла до 3,14 ПДК, наблюдался существенный рост (до 62,6 %) патологии эндокринной системы у детей. По данным обращаемости за медицинской помощью распространенность болезней щитовидной железы на этих территориях в 2,0–10,1 раза превышала показатель территорий, обеспеченных питьевой водой, соответствующей требованиям Сан-ПиН 2.1.4.1074-01 и ГН 2.2.5.1315-03.

В условиях пероральной экспозиции нитратами интегральный индекс тиреоидных нарушений в 1,2 раза превышал показатель на территории сравнения. В качестве основных маркерных показателей негативного воздействия нитратов с питьевой водой выступают: снижение  $T_4$  свободного (0,28), изменение ультразвуковой структуры ЩЖ (0,23), наличие АТ к ТПО, в 1,6–7,0 раза превышающие уровни территории сравнения.

Повышенное содержание хлорорганических соединений в питьевой воде обуславливает снижение уровня здоровья детей до 2–3-й группы здоровья (функциональные нарушения и хроническая сочетанная соматическая патология). Потребление детьми питьевой воды с хлороформом, тетрахлорметаном и дихлорбромметаном в концентрациях на уровне от 2,1 до 2,8 ПДК приводит к увеличению заболеваемости болезнями нервной системы, включая уточненные поражения головного мозга; возрастает заболеваемость болезнями органов пищеварения в виде диспепсии и синдрома гепатобилиарной дисфункции.

Результаты мониторинговых исследований и исследований по оценке риска используются в надзорной деятельности Управления Пермского края для принятия управленческих решений по снижению неблагоприятного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения.

Всего за период 2014–2016 гг. по результатам контрольно-надзорных мероприятий с использованием данных социально-гигиенического мониторинга и работ

по оценке риска, выполненных ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», принято 288 управленческих решений, в том числе в 2016 г. – 95, из них:

- на территориях 28 населенных пунктов Пермского края проведены мероприятия по модернизации (реконструкции) систем водоснабжения (перевод на альтернативный источник водоснабжения, строительство новых водопроводов, модернизация систем водоподготовки и др.);
- на территориях 21 населенного пункта разработаны и утверждены проекты организации зон санитарной охраны объектов водоснабжения;
- решением суда удовлетворено 16 исков Управления в защиту неопределенного круга потребителей об обеспечении населения питьевой водой надлежащего качества и др.

### Список литературы

1. 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.

2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2016 году: Государственный доклад. – Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2017. – 266 с.

## Обоснование структуры профиля риска для антибиотикорезистентных микроорганизмов

**В.А. Фокин**

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

Представлен обзор современного положения проблемы антибиотикорезистентности, формируемой в том числе за счет применения антибактериальных препаратов в пищевой промышленности. Предложены основные положения профиля риска резистентности к противомикробным препаратам, сформированные с учетом европейских подходов к оценке микробиологических рисков.

**Ключевые слова:** резистентность к противомикробным препаратам, антимикробные препараты, продукты питания, антибиотикорезистентные микроорганизмы.

В настоящее время в связи с требованиями соглашения о санитарных и фито-санитарных мерах становятся еще более актуальными вопросы проведения гармонизации отечественных и зарубежных нормативов микробиологических загрязнителей

продуктов питания, а также вопросы разработки методологии установления гигиенических нормативов, соответствующие требованиям, принятым ВТО и ЕС [2].

Одним из основных факторов окружающей среды, оказывающих влияние (в том числе негативное, при несоблюдении норм санитарного законодательства) на здоровье населения, являются продукты питания. Для покрытия растущей потребности населения в продуктах питания, в том числе животного происхождения, производителями применяется большое число химических веществ, в частности для улучшения продуктивности в животноводстве используются различные виды антибактериальных препаратов, антибактериальные препараты применяются также для увеличения срока хранения продукции. Применение антибактериальных препаратов в различных областях пищевой промышленности в совокупности с другими факторами приводит к увеличению микроорганизмов, обладающих устойчивостью к противомикробным препаратам, в ряде случаев отмечается развитие полирезистентности [1]. В свою очередь антибиотикорезистентные микроорганизмы вызывают более тяжелые случаи заболеваний и затрудняют лечение [3]. Таким образом, контроль и надзор за антибиотикорезистентными микроорганизмами являются одним из приоритетных направлений в области обеспечения безопасности питания. Для разработки гигиенических нормативов содержания микроорганизмов (в том числе обладающих резистентностью к противомикробным препаратам) в продуктах питания, устанавливаемых на основе оценки риска здоровью населения, необходимым является создание базы информации о микроорганизмах, представляющих потенциальную опасность для здоровья населения, – профиля микробиологического риска.

**Целью работы** является определение основных положений, необходимых для включения в микробиологический профиль.

**Материалы и методы.** С целью определения положений, необходимых для включения в профиль риска резистентности к противомикробным препаратам, проведен анализ зарубежной нормативной базы.

**Результаты.** Основные положения, необходимые для включения в профиль риска резистентности к противомикробным препаратам (РПП), сформулированы с учетом рекомендаций для анализа степени риска резистентности к противомикробным препаратам пищевого происхождения комиссии Кодекс Алиментариус [4–6]. Профиль риска должен включать в себя: определение области риска (выделение продуктов, приоритетных с точки зрения опасности загрязнения микробными агентами, устойчивыми к антимикробным препаратам (АМП)); описание производственных процессов, опасных по признаку формирования РПП; типы и количество АМП, применяемых в ходе производства; создание перечня микробных факторов, обладающих РПП, характерных для пищевого продукта; определение потенциального риска здоровью потребителей, вызванного резистентными микроорганизмами; оценка научных данных о возможных путях формирования РПП; мероприятия, направленные или влекущих за собой снижение количества микробов с РПП; индикаторы риска, которые зависят от задач исследования (доля резистентных микроорганизмов в пищевых продуктах; количество инфекционных заболеваний, вызванных резистентными микроорганизмами, связанных с инфицированными продуктами; выделение доли продуктов, контаминированных резистентными микроорганизмами; выделение доли продуктов с нарушением нормативов содержания АМП; определение патогенности и вирулентности исследуе-

мых микроорганизмов; наличие перекрестной резистентности и/или корезистентности к АМП; частота и тяжесть заболевания, включая увеличение курса лечения; увеличение частоты бактериемии, госпитализации и летальных исходов); анализ основных элементов системы безопасности (анализ системы НАССР на предмет наличия контрольных точек используемых для мониторинга за микробной контаминацией и остаточными количествами АМП; надзор за соблюдением нормативов применения АМП в сырье и продукции; оценка мер по уменьшению контаминации и перекрестной контаминации пищи микроорганизмами, в том числе, обладающими РПП).

**Выводы.** Профиль риска должен быть максимально детализирован для обозначения связи конкретных патогенных микроорганизмов с основными источниками их поступления (например, с определенными видами пищевых продуктов) и с факторами, при которых эти микроорганизмы будут концентрироваться в данных источниках, а также с факторами, приводящими к развитию резистентности в отношении противомикробных препаратов. Для этого необходимо обобщить сведения из адекватных источников о заболеваемости определенной инфекцией и ее последствиях, связать их с частотой потребления пищевых продуктов и существующими способами контроля, а также определить уровень резистентности к АМП, вероятность контаминации продуктов устойчивыми штаммами. Профиль риска представляет описание в сжатой форме текущего состояния знаний, связанных с проблемой безопасности пищевых продуктов, описание текущих мер контроля и управления риском, которые существуют на сегодняшний день. Профиль риска является обзором, который описывает и определяет факторы, возможно влияющие на риск, связанный с опасностью, вызванной контаминацией продуктов питания микроорганизмами, устойчивыми к АМП.

### Список литературы

1. Борьба с устойчивостью к антибиотикам с позиций безопасности пищевых продуктов в Европе // ВОЗ. – 2011. – 106 с.
2. Соглашение о создании информационной системы Евразийского экономического сообщества в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер / принято Решением Межгоссовета ЕврАзЭС (на уровне глав правительств) № 400 от 12 декабря 2008 г. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.tsouz.ru/Docs/IntAgrmnts/Pages/evrazes\\_12122008\\_2.aspx](http://www.tsouz.ru/Docs/IntAgrmnts/Pages/evrazes_12122008_2.aspx) (дата обращения: 30.04.2017).
3. Стратегия и тактика применения антимикробных средств в лечебных учреждениях России: российские национальные рекомендации. – М., 2012. – 96 с.
4. Guidelines for Risk Analysis of Foodborne Antimicrobial Resistance: CAC/GL 77 // WHO. – 2011. – 29 p.
5. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment: CAC/GL-30 [Электронный ресурс] // WHO. – 1999. – URL: <http://www.fao.org/docrep/004/y1579e/y1579e05.htm>.
6. Principles and Guidelines for the Establishment and Application of Microbiological Criteria Related to Foods: CAC/GL 21 // WHO. – 1997. – 6 p.

## Сравнительная оценка риска для здоровья населения типового завода по переработке твердых коммунальных отходов мощностью 700 тыс. тонн в год и полигона твердых бытовых отходов мощностью 350 тыс. м<sup>3</sup>

**Д.В. Суворов**

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

Выполнена сравнительная оценка риска здоровью населения выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ в зоне влияния типового завода по термической переработке твердых коммунальных отходов (ТКО) с мощностью 700 тыс. тонн в год и полигона твердых бытовых отходов (ТБО) мощностью 350 тыс. м<sup>3</sup> в год на здоровье населения. В обоих случаях выявили специфические химические вещества, способные вызывать неблагоприятные изменения в состоянии здоровья человека. При оценке опасности хронического воздействия этих веществ рассматривались канцерогенные и неканцерогенные эффекты. По результатам исследования установлено, что предприятия данного типа формируют приемлемые уровни риска здоровью населения.

**Ключевые слова:** сравнительная оценка риска, типовой завод ТКО, полигон ТБО, канцерогенный риск, неканцерогенный риск.

Проблема заполнения больших городов мусором является одной из главных и приоритетных задач в сфере деятельности экологии и природопользования. В условиях постоянного ухудшения экологической обстановки выдвигается необходимость обеспечить максимально возможную безвредность технологических процессов и безопасную утилизацию отходов [12]. Решением данной проблемы могут выступать как полигоны твердых бытовых отходов (ТБО), так и предприятия по термической переработке твердых коммунальных отходов (ТКО). Однако оба предприятия выбрасывают в атмосферный воздух вещества, относящиеся к первому классу опасности. Для данных предприятий в соответствии с СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» необходимо выполнить оценку риска здоровью населения для обоснования санитарно-защитных зон (СЗЗ) [5].

Мусоросжигательные заводы представляют собой высокомеханизированные предприятия, что позволяет обслуживать их ограниченным персоналом, в основном не имеющим контакта с отходами и занятого управлением технологическим процессом. При сжигании отходов можно получать тепло, электроэнергию, а также лом черных металлов для вторичного использования. Основным преимуществом сжигания отходов считается то, что объем отходов, идущих на захоронение, уменьшается в десять раз [12].

Полигоны ТБО в свою очередь представляют собой специально оборудованные сооружения, предназначенные для размещения и обезвреживания отходов.

На полигонах обеспечивается статическая устойчивость отходов с учетом динамики уплотнения, минерализации, газовыделения, максимальной нагрузки на единицу площади, возможности последующего рационального использования участка после закрытия полигонов и их рекультивации [7, 9].

В результате оценки неканцерогенного риска у исследуемых предприятий установлены вещества, обладающие неканцерогенным эффектом [1–4, 10]. Так, для 22 веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух от типового завода ТКО, установлены референтные концентрации при хроническом ингаляционном воздействии; для 15 веществ из 22 установлены референтные концентрации при остром воздействии. Для 16 веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух от полигона ТБО, установлены референтные концентрации при хроническом ингаляционном воздействии, для 10 веществ из 16 установлены референтные концентрации при остром ингаляционном воздействии [10].

В соответствии с Р 2.1.10.1920-04 неканцерогенные нарушения от выделенных веществ на исследуемых предприятиях возможны со стороны следующих органов и систем: глаза (аммиак, формальдегид, пыль неорганическая), органы дыхания (азота оксид, азота диоксид, аммиак, сера диоксид, углерод (сажа), формальдегид, пыль неорганическая), сердечно-сосудистая система (углерод оксид), иммунная система (бенз(а)пирен, формальдегид), процессы развития (бенз(а)пирен, толуол, углерод оксид, этилбензол), почки (этилбензол). Приоритетными веществами (более 95 % *HRI*) в отношении острого неканцерогенного риска, выделяемыми заводом по переработке ТКО мощностью 700 тыс. тонн в год (табл. 1), являются азота диоксид, бензол, мышьяк, сурьмы триоксид, серы диоксид, азота оксид, аммиак, пыль неорганическая (70–20 %  $\text{SiO}_2$ ); для полигона ТБО мощностью 350 тыс. м<sup>3</sup> приоритетными веществами являются (табл. 2) формальдегид, азота диоксид, аммиак, сероводород, серы диоксид, азота оксид, углерода оксид, этилбензол [1–3, 8, 10].

Таблица 1

Ранжирование химических выбросов от типового завода по переработке ТКО мощностью 700 тыс. тонн в год по острому неканцерогенному действию

Вещество	Индекс сравнительной опасности, <i>HRI</i>	Вклад в суммарный <i>HRI</i> , %	Ранг по <i>HRI</i>
Азота диоксид	5689,96	32,88	1
Бензол	3556,20	20,55	2
Мышьяк, неорг. соединения	1990,00	11,50	3
Сурьмы триоксид	1990,00	11,50	3
Серы диоксид	1778,11	10,27	4
Азота оксид	924,62	5,34	5
Аммиак	355,62	2,05	6
Пыль неорганическая: 70–20 % $\text{SiO}_2$	355,62	2,05	6

Приоритетными веществами (более 95 % *HRI*) по хроническому неканцерогенному действию (табл. 3) являются азота диоксид, ванадия пентоксид, кобальта оксид, марганец и его соединения, меди оксид, мышьяк, никеля оксид, хром шестивалентный, серы диоксид, азота оксид, кадмия оксид, аммиак, бензол, пыль неорганическая (70–20 %  $\text{SiO}_2$ ), хлористый водород.

Таблица 2

Ранжирование химических выбросов от полигона ТБО мощностью 350 тыс. м<sup>3</sup> в год по острому неканцерогенному действию

Вещество	Индекс сравнительной опасности, <i>HRI</i>	Вклад в суммарный <i>HRI</i> , %	Ранг по <i>HRI</i>
Формальдегид	30,79	29,94	1
Азота диоксид (азот (IV) оксид)	26,29	25,56	2
Аммиак	16,62	16,16	3
Дигидросульфид (сероводород)	8,11	7,88	4
Серы диоксид – ангидрид сернистый	7,02	6,82	5
Азот (II) оксид (азота оксид)	4,27	4,15	6
Углерода оксид	3,15	3,06	7
Этилбензол	2,96	2,88	8

Таблица 3

Ранжирование химических выбросов типового завода по переработке ТКО мощностью 700 тыс. тонн в год по хроническому неканцерогенному действию

Вещество	Индекс сравнительной опасности, <i>HRI</i>	Вклад в суммарный <i>HRI</i> , %	Ранг по <i>HRI</i>
Азота диоксид	56899,60	22,16	1
Ванадия пентоксид	19900,00	7,75	2
Кобальта оксид	19900,00	7,75	2
Марганец и его соединения	19900,00	7,75	2
Меди оксид	19900,00	7,75	2
Мышьяк, неорганические соединения	19900,00	7,75	2
Никеля оксид	19900,00	7,75	2
Хром шестивалентный	19900,00	7,75	2
Серы диоксид	17781,10	6,93	3
Азота оксид	9246,20	3,60	4
Кадмия оксид	8900,00	3,47	5
Аммиак	3556,20	1,39	6
Бензол	3556,20	1,39	6
Пыль неорганическая: 70–20 % SiO <sub>2</sub>	3556,20	1,39	6
Хлористый водород	3556,20	1,39	6
Фтористый водород	3556,00	1,39	7
Свинец	1990,00	0,78	8
Сурьмы триоксид	1990,00	0,78	8
Ртуты оксид	1780,00	0,69	9
Галлия карбонат	890,00	0,35	10
Углерода оксид	177,81	0,07	11
Диоксины	0,04	0,00	12

Приоритетными веществами (95 % *HRI*) по хроническому неканцерогенному действию выбросов от полигона ТБО (табл. 4) являются керосин, формальдегид, азота диоксид, аммиак, метан, диметилбензол, сероводород, серы диоксид.

При сравнительной оценке риска выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ от типового завода по термической переработке ТКО с мощностью 700 тыс. тонн в год и полигона ТБО мощностью 350 тыс. м<sup>3</sup> в год установ-

лено, что оба предприятия имеют схожие по веществам выбросы как по острому, так и по хроническому неканцерогенному воздействию. Все выявленные вещества от сравниваемых предприятий соответствуют предельно допустимому уровню риска.

Таблица 4

Ранжирование химических выбросов полигона ТБО мощностью 350 тыс. м<sup>3</sup> по хроническому неканцерогенному действию

Вещества	Индекс сравнительной опасности, <i>HRI</i>	Вклад в суммарный <i>HRI</i> , %	Ранг по <i>HRI</i>
Керосин	632,22	32,81	1
Формальдегид	307,91	15,98	2
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	262,88	13,64	3
Аммиак	166,19	8,62	4
Метан	164,99	8,56	5
Диметилбензол (ксилол)	138,13	7,17	6
Дигидросульфид (сероводород)	81,08	4,21	7
Серы диоксид – ангидрид сернистый	70,18	3,64	8

Также в выбросах типового предприятия по переработке ТКО присутствуют канцерогенные вещества – бензол, диоксины, кадмия оксид (по кадмию), кобальта оксид (по кобальту), мышьяк, никеля оксид (по никелю), свинец, хром оксид шестивалентный. В свою очередь, выбросы от полигона ТБО содержат канцерогены, такие как углерод (сажа), формальдегид, этилбензол и бенз(а)пирен [6, 10, 11].

Также были рассчитаны коэффициенты сравнительной канцерогенной опасности (*HRI<sub>c</sub>*). Для потенциальных канцерогенов выполнено ранжирование (табл. 5, 6).

Наибольший вклад в суммарный индекс канцерогенной опасности, по данным табл. 5, вносят входящие в состав выбросов от типового завода по переработке ТКО мощностью 700 тыс. тонн в год кобальта оксид, мышьяк, хром шестивалентный – по 26,83 %. Ввиду высокой опасности канцерогенов для здоровья, все они включены в последующую оценку риска.

Таблица 5

Ранжирование веществ, обладающих канцерогенным действием, выбрасываемых в атмосферный воздух от типового завода по переработке ТКО мощностью 700 тыс. тонн в год

Наименование вещества	Индекс канцерогенной опасности ( <i>HRI<sub>c</sub></i> )	Вклад в суммарный <i>HRI<sub>c</sub></i> , %	Ранг по <i>HRI<sub>c</sub></i>
Кобальта оксид	19900	26,83	1
Мышьяк, неорганические соединения	19900	26,83	1
Хром шестивалентный	19900	26,83	1
Кадмия оксид	8900	12,00	2
Бензол	3556,2	4,79	3
Никеля оксид	1990	2,68	4
Свинец	19,9	0,03	5
Диоксины	0,356	< 0,01	6



Таблица 6

Ранжирование веществ, обладающих канцерогенным действием, выбрасываемых в атмосферный воздух от полигона ТБО мощностью 350 тыс. м<sup>3</sup> тонн в год

Наименование вещества	Индекс канцерогенной опасности ( $HRI_c$ )	Вклад в суммарный $HRI_c$ , %	Ранг по $HRI_c$
Углерод (сажа)	31,6245	48,36	1
Формальдегид	30,7906	47,09	2
Этилбензол	2,96217	4,53	3
Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	0,01	0,02	4

Согласно табл. 6, наибольший вклад в суммарный индекс канцерогенной опасности вносят входящие в состав выбросов от полигона ТБО мощностью 350 тыс. тонн в год углерод (сажа) – 48,36 % и формальдегид – 47,09 %.

Для канцерогенных веществ, выделенных при деятельности типового завода по переработке ТКО и полигона ТБО, были рассчитаны среднесуточные концентрации в пределах СЗЗ (1000 м), для полигона ТБО дополнительно рассчитан риск для ближайшей жилой зоны. Для типового завода по переработке ТКО также были рассчитаны среднесуточные дозы канцерогенов, поступающих из атмосферного воздуха от типового завода по переработке ТКО, соотношение максимальной и минимальной концентрации загрязняющих веществ (1484 и 500 м соответственно) Суммарный индивидуальный канцерогенный риск на границе расчетной СЗЗ составил от  $2,00 \cdot 10^{-7}$  до  $1,44 \cdot 10^{-6}$ ; на границе жилой зоны – от  $7,55 \cdot 10^{-7}$  до  $1,39 \cdot 10^{-6}$ . Максимальный уровень канцерогенного риска на границе расчетной СЗЗ полигона ТБО IV–V классов опасности мощностью 350 тыс. м<sup>3</sup> в год составил от  $1,44 \cdot 10^{-6}$  до  $1,49 \cdot 10^{-10}$ . На границе жилой зоны максимальный индивидуальный канцерогенный риск составил от  $1,15 \cdot 10^{-6}$  до  $1,41 \cdot 10^{-10}$ .

Выявленные уровни суммарного индивидуального канцерогенного риска от веществ, выбрасываемых от сравниваемых предприятий, как на границе расчетной СЗЗ, так и на границе жилой зоны для полигона ТБО и в точках на расстоянии 1484 и 500 м от типового завода по переработке ТКО составили  $\leq 10^{-6}$ , что соответствует предельно допустимому уровню риска. Согласно системе критериев приемлемости риска руководства Р.2.1.10.1920-04 верхняя граница приемлемости риска равна  $1 \cdot 10^{-6}$ , но не менее  $1 \cdot 10^{-4}$  [10].

Таким образом, полученные результаты оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду в результате деятельности типового завода по термической переработке твердых коммунальных отходов мощностью 700 тыс. тонн в год и полигона ТБО IV–V классов опасности мощностью 350 тыс. м<sup>3</sup> в год, свидетельствуют о том, что предприятия данного типа формируют приемлемые уровни риска здоровью населения.

Однако необходимо помнить, что помимо выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от полигонов ТБО есть опасность микробиологического загрязнения как почвы, так и открытых водоемов, что полностью исключено у мусорожигательных предприятий. Также известно, что из-за образования большого ко-

личества ТБО с каждым годом требуются более новые и совершенные технологии их утилизации. Что касается заводов по термическому обезвреживанию отходов, то на них следует применять трехступенчатую систему очистки отходящих дымовых газов, отвечающую принципам использования «наилучших из доступных технологий» и адаптированную к использованию химических реагентов (аддитивов) российского производства.

### Список литературы

1. Вредные вещества в промышленности / под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной. – Л.: Химия, 1976. – Т. 1. – 592 с.
2. Вредные вещества в промышленности / под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной. – Л.: Химия, 1976. – Т. 2. – 624 с.
3. Вредные вещества в промышленности / под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной. – Л.: Химия, 1977. – Т. 3. – 608 с.
4. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I–IV групп: справочник / под ред. В.А. Филова. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.
5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: ОНД-86. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 93 с.
6. О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде и их влияние на здоровье населения: Информационное письмо № 11/109-111 от 07.08.1997 г. – М.: Минздрав России, 1997.
7. Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов жилого фонда в городах России. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 2012. – 47 с.
8. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под. ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
9. Полигоны твердых бытовых отходов проектирование, эксплуатация и рекультивация: свод правил СП XXX.13330.2016. – М., 2016. – 19 с.
10. Р.2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 147 с.
11. СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902101545> (дата обращения: 25.03.2017).
12. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехерев Д.В. Технология отходов мегаполиса. Технологические процессы в сервисе: учебное пособие. – М., 2006. – 411 с.

## **О некоторых эффектах воздействия крайне высокочастотного электромагнитного поля на патогенные агенты (на примере *Mycobacterium tuberculosis*) и возможности КВЧ-терапии в лечебно-профилактических мероприятиях**

**Б.Л. Ихлов<sup>1</sup>, А.В. Бражкин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП «ОКБ “Маяк”» (ЕДО «Lighthouse»),

<sup>2</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае»,  
г. Пермь, Россия

Приведено обоснование возможности угнетающего действия сверхслабого крайне высокочастотного электромагнитного поля (КВЧ ЭМП) на патогенные агенты (на примере *Mycobacterium tuberculosis*). Оценены предыдущие исследования по воздействию на штамм *E. coli* ATCC 25922 и на *M. avium* 104 (*subsp. hominissuis*) электромагнитного поля различных сверхвысоких частот при низкоинтенсивной плотности потока мощности, теоретические выкладки для определения резонансных частот СВЧ ЭМП, данные о геноме различных патогенных агентов.

Выявлены возможности проникновения сверхслабого субтерагерцового КВЧ ЭМП через кожные покровы к пораженным тканям организма человека; определены частоты субтерагерцового КВЧ ЭМП, которые угнетают наиболее опасные для организма человека патогенные агенты.

**Ключевые слова:** КВЧ, вирусы.

**Цель работы** – показать, что существует возможность проведения эффективных профилактических мероприятий при заболевании туберкулезом, методом нетепловой резонансной СВЧ-терапии.

Чтобы подойти к вопросу о воздействии электромагнитного поля (ЭМП) на *Mycobacterium tuberculosis*, нужно получить методику, проанализировав уже имеющиеся (доступные) результаты воздействия ЭМП на бактерии.

В [8] показано, что сверхвысокочастотное электромагнитное поле (СВЧ ЭМП) вызывает существенное (до 50 %) снижение выживаемости определенного штамма *E. coli*. В [5, 15] были высказаны и доказаны предположения, что молекула ДНК способна поглощать СВЧ ЭМП, приходя в возбужденное состояние. Также выявлено, что СВЧ ЭМП резонансной частоты крутильных колебаний ДНК воспрепятствует репликации ДНК и делению клетки, вследствие чего клетка погибнет.

Теоретически определена резонансная частота для ДНК другого штамма *E. coli*, ATCC 25922 [10]. Установлено, что на расчетной частоте резонансное для ДНК клетки СВЧ ЭМП резко (до 20 %) снижает выживаемость (по отношению к контролю) кишечной палочки данного штамма, с ДНК, содержащей 5 130 767 пар нуклеотидов (рисунок).

Таким образом, было доказано, что предположения, высказанные в [5, 15], справедливы.

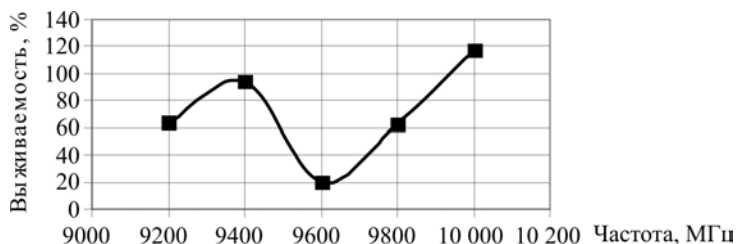


Рис. Усредненный (из трех серий экспериментов) график зависимости выживаемости *E. coli* от частоты

Проведенные исследования показали также, что СВЧ ЭМП может успешно уничтожать патогенные штаммы кишечной палочки. На рисунке видим, что на резонансной частоте 9,6 ГГц – наибольшее снижение выживаемости – до 20 %. Угнетающая частота для штамма *M. avium* 104 (*subsp. hominissuis*), подобного по структуре *Mycobacterium tuberculosis*, – 9,3 ГГц. Цикл клеточного деления – 1 час.

Как показано в [5], при неблагоприятных условиях бактерия «откладывает» репликацию ДНК, а вместе с этим и деление, но не более чем 5–6 раз, после чего бактерия погибает.

В двух сериях экспериментов получено среднее снижение по отношению к контролю выживаемости бактерий в зависимости от времени экспозиции СВЧ-поля:

Экспозиция, ч	1	2	3	4	5	6
Выживаемость, %	–	121	103	28,3	5	0

В дополнительных двух сериях экспериментов получены следующие усредненные данные:

Экспозиция, ч	1	3	5
Выживаемость, %	173,6	100,9	12,5

Из приведенных данных видим, что экспозиция в течение 1 часа приводит к резкому росту числа колоний бактерий (горемзису), примерно вдвое. Через 3 часа СВЧ-поле снижает число колоний до контрольного, через 5 часов – до 5,0–12,5 %, и за 6 клеточных циклов уничтожает *M. Avium* полностью.

Таким образом, резонансная СВЧ уничтожает *E.coli* и *M. Avium*. Происходит это потому, что СВЧ, совпадающая с собственной частотой крутильных колебаний ДНК бактерий, препятствует их репликации.

Однако для вирусов, чей рибонуклеиновый аппарат значительно меньше, собственные частоты крутильных колебаний их ДНК или РНК лежат в субтерагерцовом КВЧ-диапазоне.

#### Материалы и методы:

1. ЭМП миллиметрового диапазона затухает в верхних слоях кожи на толщине 0,2–0,8 мм без разогрева, особенно хорошо – проводящим ростковым слоем (гидратированными белками, молекулами коллагена, клетками соединительной ткани). Затухание происходит не в результате резонансного поглощения, а из-за возникающего скин-эффекта.

Тем не менее лечебное воздействие волн именно миллиметрового диапазона (крайне высокочастотного – КВЧ) нетеплового уровня широко применяется в клинической онкологии. КВЧ-терапия используется для лечения полипов желудка и миомы матки, доброкачественных опухолей яичников, локализованного фиброаденоматоза и фиброаденомы грудной железы, рака желудка, молочной железы, яичников, тела и шейки матки, пищевода, легкого, толстого кишечника, ЛОР-органов и др. [6]. То есть для лечения тех органов, которые лежат под кожным покровом.

Конечно, самостоятельно КВЧ-терапия может применяться лишь для лечения доброкачественных опухолей или в качестве паллиативного воздействия с целью снижения выраженности болевого и токсического синдромов. Во всех остальных случаях КВЧ-терапия обязательно сочетается с оперативным лечением или с химио- и лучевой терапией.

В экспериментальной онкологии также изучается влияние на организм низкоинтенсивного КВЧ-поля. В частности, выявлено, что предварительное облучение животных электромагнитным полем (ЭМП) сантиметрового диапазона (СВЧ) в несколько раз снижало смертность от последующего ионизирующего излучения летальной дозы [7, 14]. В последующем аналогичный эффект был доказан для миллиметрового диапазона ЭМП. Биологические эффекты ЭМП КВЧ зависели от длины волны, используемой мощности и длительности облучения [3, 9, 22]. Показано, что КВЧ-поле, не ускоряя опухолевого роста, оказывает ингибирующее влияние на развитие трансплантируемой саркомы и увеличивает срок жизни экспериментальных животных. Эффект максимального подавления роста опухоли (до 60 %) наблюдается при использовании КВЧ-поля как до, так и после ее трансплантации [4, 11, 16, 23].

Из этого можно сделать промежуточный вывод: *КВЧ активизирует защитные механизмы организма, но не воздействует на саму опухоль.*

В связи с этим для прямого действия используются электроды, проникающие через кожу.

Эффект подавления роста опухоли зависит от вида прививаемой опухоли, места прививки опухоли, места воздействия КВЧ-поля (по отношению к месту имплантации опухоли) и количества лечебных процедур. У животных, которым опухоль прививалась в область точки акупунктуры (ТА)  $GI_4$  (Хэ Гу) [7] на одной лапке, а КВЧ-воздействие проводилось на область ТА  $GI_4$  (Хэ Гу) на противоположной лапке, отмечено значительное торможение опухолевого роста, причем более выраженное при трехкратном воздействии, чем при однократном [23]. В эксперименте на мышах продемонстрировано достоверное снижение скорости развития опухоли на 40–60 % при предварительном облучении у них точек  $E_{36}$  (Цзу Сань Ли) и  $GI_4$  (Хэ Гу) [7]. Изолированное использование стандартного режима КВЧ-воздействия (аппарат «Явь-1»; длина волны – 7,1 и 5,6 мм; плотность потока мощности довольно большая –  $10 \text{ мВт/см}^2$ , длительность процедуры – 30 мин, количество процедур – 7), а также сочетание КВЧ с эндоксаном позволили добиться торможения роста карциномы легкого Льюиса (LLC) у мышей, снизить ее метастатическую активность и увеличить продолжительность жизни экспериментальных животных на 58 %.

Таким образом, воздействия ЭМП непосредственно на опухоль не было, было действие на одну точку акупунктуры, которое воспринималось другой точкой, находящейся в опухоли.

Так или иначе, КВЧ используется в пульмонологии, эндокринологии, при лечении органов кровообращения и т.д., где не может быть речи об электродах. Следовательно, КВЧ все-таки может проникать через кожные покровы и может быть доставлено к пораженному органу. Минздравом СССР были одобрены методики применения КВЧ-терапии в клинической практике и дано положительное заключение на серийное производство и медицинское применение сконструированного в НПО «Исток» аппарата для КВЧ-терапии «Явь-1». В «классической» КВЧ-терапии применяют фиксированную частоту 42,2; 53,5; 60,1 ГГц, соответствующие длины волн – 7,1; 5,6; 4,9 мм; микроволновая резонансная терапия (МРТ, микроволновая пунктура) предполагает индивидуальный плавный подбор частоты от 52 до 78 ГГц.

2. Определим субстанции в пораженных тканях, которые способны поглощать КВЧ.

В [2] показано, что для каждого из оснований ДНК есть линия поглощения в суб-ТГц-диапазоне, которая, как считают авторы [20], есть резонанс водородных связей. В экспериментах с ДНК сельди (Канада) в водном растворе обнаружено 7 линий поглощения в водном растворе и 5 линий в спиртовом растворе, из них совпадают две линии – 0,712 ТГц и 0,665–0,667 ТГц [24]. Частоты 0,368; 0,623 (0,625); 0,662 (0,665) ТГц авторами были идентифицированы как собственные частоты ДНК. Частоты 0,315; 0,415; 0,519 (0,520); 0,711 (0,712) ТГц, близкие к линиям поглощения бактериальной ДНК [19], авторами были отнесены к конформным колебаниям, так как они были получены для другого типа ДНК с разными растворителями. Частоту 0,667 ТГц авторы связали с взаимодействием ДНК с водой, так как эта частота совпала с резонансом бактериальной ДНК, тоже растворенной в воде. Частоты 0,3 ТГц и 0,9 ТГц идентифицированы не были. Авторы также указывают, что резонансы в терагерцовой области связаны с коллективными колебаниями больших групп молекул в ДНК.

Оценивая изложенные выше данные, можно сказать, что сомнительно, чтобы терагерцовые колебания ДНК сельди (не уточнено, какие именно колебания) точно соотносились с колебаниями бактериальной ДНК. Терагерцовые колебания бактериальной ДНК могут быть связаны с такой степенью свободы, как вращение кольцевой ДНК бактерии как целого (возвращающая сила – из-за прикрепления кольца к клеточной мембране). Частота

$$f = \frac{2}{R} \sqrt{G/M},$$

где  $G$  – коэффициент жесткости крепления кольца ДНК к мембране;  $R$  – радиус кольца;  $M$  – масса кольца.

Также вполне возможно, что ЭМП поглощалось другими частицами. Так, спектры содержащихся в клетке катиона  $\text{NH}_4^+$  или анионов  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^{2--}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  – тоже в терагерцовой (и ИК) области [13, 21, 25].

Не исключено, что все частоты, полученные для ДНК водно-биологических объектов (сельдь), соответствуют колебаниям не просто больших групп молекул

в ДНК, а групп нуклеосомных мономеров в субтерагерцовом спектре, как и полагают авторы в [24], только вместо гистонов в ДНК сельди – протамины.

Например, существует единственная общая частота одновременных колебаний всех олигосом с разной массой:

$$\omega = (G / NM)^{1/2},$$

где  $M$  – масса мономера,  $N$  – среднее гармоническое,  $N = (\sum_{i=1}^n 1 / N_i)^{-1}$ ,  $N_i$  – число нуклеосом в олигомере,  $n$  – число олигомеров.

Что касается человека, то плазмиды клеток содержат 300 тыс. пар нуклеотидов, т.е. собственная частота крутильных колебаний – 39,7 ГГц, соответственно, длина волны – 7,55 мм, т.е. частота лежит в КВЧ-области. Митохондриальные ДНК человека содержат 16 565 пар нуклеотидов, частоты их крутильных колебаний – 169 ГГц, соответственно, длина волны – 1,8 мм.

3. Нуклеиновые макромолекулы вирусов отличны от ДНК человека по ряду моментов. Обезьяний вирус SV40 имеет двухцепочечную кольцевую ДНК.

Геном герпесвирусов представлен линейной ДНК, которая в зараженной клетке замыкается в кольцо. Двухцепочечные кольцевые геномы папавирусов реплицируются с сохранением кольцевой структуры.

Геном ретровирусов и вируса гепатита В образован или РНК, или ДНК.

Геном вируса гепатита В состоит из кольцевой частично двухцепочечной ДНК. Паразитирующие в бактериальных клетках *E. coli* фаги M13 и фиX174 имеют кольцевую одноцепочечную ДНК.

Используем полученную в [5, 12, 15] формулу для частоты крутильных колебаний ДНК:

$$\omega = 21,75\sqrt{BP} \text{ Гц},$$

где  $BP$  – число пар нуклеотидов, в случае одноцепочечной спирали – число нуклеотидов.

Оценим характерные длины спиралей ДНК или РНК вирусов. Например, бактериофаг T4 имеет одну двухцепочечную линейную молекулу ДНК, состоящую всего из 160–103 пар нуклеотидов, частоты – 1,72–2,14 ТГц. Данный бактериофаг – за пределами исследования.

Точно так же за пределами действия приборов вирус гепатита В, примерно 3200 нуклеотидов в зависимости от типа. Частота – 544 ГГц, длина волны 0,55 мм, вернее, чуть меньше по частоте, так как спираль лишь частично двухцепочечная.

У семейства вирусов оспы (поксвирусов) две комплементарные цепи линейной ДНК. Этот вирус – самый крупный из известных вирусов, содержит более 240 генов, или 240 000 п.н. Частота – 44,4 ГГц, длина волны – 6,76 мм. Данный вирус – единственный, собственная частота крутильных колебаний ДНК которого попадает в стандартный КВЧ-диапазон.

Вирусы ОРВИ:

– геном аденовируса содержит единичную двухцепочечную молекулу ДНК длиной 34–36 тыс. п.н., частоты 118–114 ГГц, длины волн 2,54–2,62 мм;

– геном *Human respiratory syncytial virus*, HRSV – 15 277 п.н, частота – 176 ГГц, длина волны – 1,7 мм;

– геном риновирусов представлен одноцепочечной линейной нефрагментированной молекулой РНК, всего 10 генов, т.е. порядка 10 000 п.н. Частота – 217,5 ГГц, длина волны – 1,38 мм.

Однако в данном случае вряд ли есть смысл заменять стандартные медикаменты электромагнитным полем, как и в случае герпесвирусов.

Таким образом, у вируса гриппа абсолютное значение общей молекулярной массы вРНК, в зависимости от метода ее определения варьируется у разных авторов от  $4,86 \cdot 10^6$  до  $5,9 \cdot 10^6$  дальтон. Поскольку масса одного нуклеотида составляет приблизительно 345 Да, то длины вРНК – от 7000 до 8500 п.н. Частоты крутильных колебаний – 259,96–243,17 ГГц (1,15–1,23 мм).

Генетический материал ВИЧ представлен двумя копиями положительно-смысловой (+) РНК. Геном ВИЧ-1 имеет длину 9000 нуклеотидов. Частота – 367,64 ГГц (0,82 мм). *Ebola virus* представляет собой одноцепочечную РНК длиной около 19 000 нуклеотидов, частота = 157,8 ГГц = 1,9 мм.

Вирусы Коксаки (*Coxsackievirus*) – несколько серотипов РНК-содержащих энтеровирусов. 29 серотипов вирусов Коксаки относят к трем видам энтеровирусов: *Enterovirus A, B* и *C*, кДНК содержит 7396 нуклеотидов, ее собственная частота крутильных колебаний – 252,9 ГГц, что соответствует длине волны 1,2 мм.

Расчет показывает, что длины РНК или ДНК большинства опасных вирусов отвечают частотам, лежащим в субтерагерцовом (на пределе КВЧ-диапазона), терагерцовом и ИК-диапазонах, а это, казалось бы, не позволяет доставлять излучение непосредственно к зараженной клетке в виду скин-эффекта.

Однако скин-эффект в сильной степени зависит от величины напряженности ЭМП. Как мы помним, плотность потока мощности КВЧ  $10 \text{ мВт/см}^2$  позволяет преодолевать кожный покров. Соответственно, при длине волны в 3,7–8,7 раза меньшей для элиминирования скин-эффекта требуются плотности потока мощности  $1,15\text{--}2,7 \text{ мВт/см}^2$ .

Ряд применяемых противовирусных препаратов либо уничтожает вирус на одной из стадий его развития, либо не уничтожает вирус, но тормозит его развитие на какой-либо из стадий.

Для репликации вирус сначала должен проникнуть в клетку.

В течение 12 часов после инфицирования обратная транскриптаза превращает РНК вируса в ДНК (или наоборот). Этому могут препятствовать препараты АЗТ, ddI, ddC, d4T, ЗТС, невирапин и другие ингибиторы обратной транскриптазы.

ДНК вируса встраивается в ДНК клетки, образуется провирус, далее при помощи интегразы провирус встраивается в геном клетки. Либо в цитоплазме, либо в ядре в стадии провируса вирус реплицируется. На этой стадии белковый комплекс *Dicer* связывает и уничтожает вирус, разрывает вирусную РНК на короткие фрагменты.

После формирования нового вируса внутри его капсида протеаза достраивает вирус, после чего он становится способным инфицировать другую клетку. Такие препараты, как индинавир, саквинавир, ритонавир и другие ингибиторы протеазы, способны затормозить процесс.

**Выводы.** Таким образом, субтерагерцовое КВЧ ЭМП может затормозить процесс на любой стадии и заменить указанные препараты на соответствующих стадиях.



### Список литературы

1. Большая энциклопедия нефти и газа [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ngpedia.ru/id395145p1.html> (дата обращения: 22.02.2017).
2. Воздействие низкоэнергетического импульсного КВЧ- и СВЧ-излучений наносекундной длительности с большой пиковой мощностью на биологические структуры (злокачественные образования) / Н.Д. Девятков, О.В. Бецкий, Р.К. Кабилов [и др.] // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. – № 1. – С. 56–62.
3. Действие радиоволн миллиметрового диапазона на нормальные ткани и злокачественные новообразования / Л.А. Севастьянова, М.Б. Голант, Э.С. Зубенкова [и др.] // Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине / под ред. академика Н.Д. Девяткова. – М.: ИРЭ АН СССР, 1985. – С. 37–49.
4. Девятков Н.Д., Бецкий О.В. Особенности взаимодействия миллиметрового излучения низкой интенсивности с биологическими объектами // Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине / под ред. академика Н.Д. Девяткова. – М.: ИРЭ АН СССР, 1985. – С. 6–20.
5. Ихлов Б.Л., Мельниченко А.В., Ощепков А.Ю. Оценка собственных частот крутильных колебаний ДНК человека // Новая наука: современное состояние и пути развития: материалы международной научно-практической конференции. – Стерлитамак, 2016. – Ч. III. – С. 3–11.
6. Ихлов Б.Л., Мельниченко А.В., Ощепков А.Ю. Резонансное поглощение сверхвысокочастотного электромагнитного поля молекулами ДНК // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=25910> (дата обращения: 20.02.2017).
7. КВЧ-излучение в клинической практике / С.Д. Плетнев, Н.Д. Девятков, М.Б. Голант [и др.] // Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине: международный симпозиум. – М., 1991. – С. 32–42.
8. Козьмин Г.В., Егорова В.И. Устойчивость биоценозов в условиях изменяющихся электромагнитных свойств биосферы // Биомед. технологии и радиоэлектроника. – 2006. – № 3. – С. 61–72.
9. Комбинированное воздействие рентгеновского и сверхвысокочастотного излучения на костный мозг / Л.А. Севастьянова, С.Л. Потапов, В.Г. Адаменко [и др.] // Научные доклады высшей школы. Серия: Биологические науки. – 1969. – Т. 66 (6). – С. 46–48.
10. Метод прерывания митоза опухолевых клеток в конечной стадии интерфазы / Б.Л. Ихлов, А.В. Евсеев, А.В. Мельниченко, А.Ю. Ощепков // Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования в физиологии и медицине: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. – СПб., 2015. – С. 48–55.
11. О влиянии миллиметрового электромагнитного излучения на опухолевый рост в эксперименте / Л.Н. Мкртчян, С.П. Ситько, С.Г. Шукарян [и др.] // Фундаментальные и прикладные аспекты применения миллиметрового электромагнитного излучения в медицине: I Всесоюзный симпозиум с международным участием. – Киев, 1989. – С. 315–317.
12. О влиянии электромагнитного поля высокой частоты на *E. coli* / Б.Л. Ихлов, А.Ю. Ощепков, А.В. Мельниченко, И.Л. Вольхин, В.В. Новикова, Л.А. Чирко-

ва // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=25259> (дата обращения: 22.04.2017).

13. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. – М.: Мир, 2003.

14. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. – М.: Наука, 1968. – 288 с.

15. Радиационная обработка как технологический прием в целях повышения уровня продовольственной безопасности / Т.В. Чиж, Г.В. Козьмин, Л.П. Полякова, Т.В. Мельникова // Вестник РАЕН. – 2011. – № 4. – С. 44–49.

16. Севастьянова Л.А. Особенности биологического воздействия радиоволн мм диапазона и возможности их использования в медицине // Вестник АМН СССР. – 1979. – № 2. – С. 65–68.

17. Ситько С.П., Мкртчян Л.Н. Введение в квантовую медицину. – Киев: Паттерн, 1994. – 147 с.

18. Физика живого / S.P. Sitko, L.N. Mkrтчian, S. Derendiaev [et al.] // Medico-Biological aspects. – Киев, 1993. – Vol. 1, № 1. – С. 110–131.

19. Цуркай М.А., Собакинская Е.А., Смолянская О.А. Исследование спектра молекулы ДНК в терагерцовой области частот // Научно-технический вестник СПбГУ информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 1 (77). – С. 15–18.

20. Fisher V.M. Far-infrared vibrational modes of DNA components studied by terahertz time domain spectroscopy // Phys. Med. Biol. – 2002. – Vol. 47. – P. 3807–3814.

21. Measuring the Elasticity of Poly-l-Proline Helices with Terahertz Spectroscopy / Michael T. Ruggiero, Juraj Sibik, Roberto Orlando, J. Axel Zeitler, Timothy M. Korter // Angew. Chem. Int. Ed. – 2016. – Vol. 55. – P. 6877–6881.

22. Michaelson S. The Influence of Microwaves on Ionizing Radiation Exposure // Aerospace Medicine. – 1963. – Vol. 34. – P. 111.

23. Millimeter Electromagnetic Radiation in Experimental and Clinical Oncology / S.P. Sitko, L.N. Mkrтчian (ed.) // Publishing House, Oncology Research Center of Ministry of Public Health of Republic of Armenia and Scientific Research Center in. – Kiev, 1991. – 31 p.

24. Semenov M., Bolbukh T., Maleev V. Infrared study of influence of water on DNA stability in dependence of AT/GC composition // Journal of Mol. Structure. – 1997. – Vol. 408/409. – P. 213–217.

25. Terahertz characterization of dilute solution of DNA / T. Globus, T. Khromova, B. Gelmont, D. Voolard, L.K. Tamm // Proc. Of SPIE. – 2006. – Vol. 6093. – P. 609308.1–608309.12.

## Раздел III

---

### **Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга. Критерии эффективности**



## Региональный опыт формирования информационного ресурса социально-гигиенического мониторинга в Красноярском крае

**С.А. Филатова, Н.А. Торотенков,  
Т.В. Поплавская, М.К. Грицков**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае»,  
г. Красноярск, Россия

На примере Красноярского края приведен опыт внедрения информационной системы для формирования регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга.

**Ключевые слова:** социально-гигиенический мониторинг, региональный информационный фонд.

Работа по организации и проведению социально-гигиенического мониторинга (СГМ) на территории Красноярского края проводится с 1994 г. Создание системы СГМ базировалось на использовании материалов официальной статистики о санитарно-эпидемиологическом состоянии объектов окружающей среды, заболеваемости населения, демографических процессах, социально-экономической ситуации и прочем.

Однако решение задач сбора и обработки информации в рамках создания Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (РИФ СГМ) на современном этапе невозможно без использования информационных технологий, способных автоматизировать процессы обработки большого массива информации. С этой целью начиная с 2008 г. нами реализована информационная система на базе АИС «Социально-гигиенический мониторинг» (разработчик НПО «Криста»).

Для поддержания актуальности информации между базами данных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» (далее – Центр гигиены и эпидемиологии) и его филиалов проводится обмен информацией посредством встроенного программного механизма «экспорт – импорт», позволяющего формировать экспортные файлы, и электронной почты для последующей передачи полученных файлов между филиалами и Центром гигиены и эпидемиологии.

Информационная система на базе АИС СГМ функционирует на высокопроизводительной отказоустойчивой серверной инфраструктуре, в состав которой входят 13 серверов (по одному серверу в каждом филиале и Центре гигиены и эпидемиологии). На каждом сервере установлена серверная часть программного обеспечения АИС СГМ, а также система управления базами данных Microsoft SQL Server 2014, обеспечивающая работоспособность базы данных программы. Применение данной СУБД вместо использовавшейся ранее Firebird способствует значительному увеличению производительности системы. На рабочих станциях пользователей установлена клиентская часть АИС СГМ, позволяющая осуществлять ввод данных в базу непосредственно на местах.

Территориальная удаленность некоторых филиалов, в связи с которой на данных территориях отсутствует высокоскоростной доступ в Интернет, препятствует ведению единой базы данных, однако при появлении такого доступа данное направление работ станет первостепенной задачей.

Начиная с 2015 г. в формировании централизованной базы данных Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга задействованы и специалисты центрального офиса Центра гигиены и эпидемиологии (отдел приемки проб, специалисты Испытательного лабораторного центра, специалисты-эксперты, сотрудники отдела СГМ), и специалисты филиалов, осуществляющие формирование и ввод протоколов лабораторных исследований факторов среды обитания, экстренных извещений на острые отравления химической этиологии, переданных лечебно-профилактическими учреждениями, форм государственного медицинского статистического наблюдения (№ № 12, 35,7, 63, 31, 16-ВН, 19 и др.) в разрезе административных территорий края.

Нами успешно внедрен и эксплуатируется модуль по учету, регистрации, обработке информации по токсикологическому мониторингу, в результате чего в автоматическом режиме формируется отчетная форма «Сведения о результатах токсикологического мониторинга» № 12–15.

Формируемый таким образом Региональный информационный фонд данных СГМ служит отправной точкой для проведения различного рода эпидемиологических исследований, в том числе по изучению региональных особенностей окружающей среды и здоровья населения. Автоматизация процесса формирования отчетности путем обработки первичной информации (сортировки, группировки, дополнительных вычислений, статистической обработки, картографирования) гарантирует заведомую корректность получаемых сведений.

В то же время при формировании Регионального информационного фонда данных СГМ возникают проблемы, связанные с использованием различных баз данных в организациях, занимающихся сбором и обработкой информации. Например, структура базы данных программы АС «Статистика», используемой в «Красноярском краевом медицинском информационно-аналитическом центре Министерства здравоохранения Красноярского края, отличается от структуры базы данных программы АИС СГМ (НПО «Криста»). Поэтому для переноса информации по заболеваемости населения из АС «Статистика» в АИС СГМ мы вынуждены дополнительно использовать промежуточный «экспорт – импорт» в формате MS Excel.

Программа АИС СГМ (НПО «Криста») предусматривает автоматизированное заполнение шаблонов таблиц MS Excel, предназначенных для передачи сведений в Федеральный информационный фонд СГМ. Однако при практическом применении данный модуль не позволяет выполнять автоматическое заполнение шаблона «Среда обитания населения», так как разработчиками программного продукта эта функция в полной мере не реализована. По информации, полученной от НПО «Криста», заполнение шаблона «Среда обитания населения» планируется реализовать в ближайшем из обновлений.

Автоматическое заполнение шаблона «Здоровье населения» выполняется только частично (выборочно) в связи с тем, что разработчиками программы не проводится своевременная актуализация программного модуля по частичным изменениям отчетных форм Министерства здравоохранения.

Нами проводится совместная работа с сотрудниками НПО «Криста» по совершенствованию программы в части корректного заполнения шаблона ФИФ «Показатели радиационной безопасности объектов окружающей среды и среды обитания людей». Выполненные сотрудниками НПО «Криста» изменения и дополнения к РМ «Протокол по ионизирующим излучениям», возможно, позволяют осуществлять автоматическое заполнение шаблона.

**Выводы.** Таким образом, технология централизованного хранения, обработки и предоставления данных Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга является наиболее эффективным решением в современных условиях. Применение информационных систем с централизованной многоуровневой архитектурой не только гарантирует полноту, актуальность и достоверность предоставляемых сведений и обеспечивает возможность оперативного получения информации для принятия своевременных управленческих решений, но и позволяет сократить затраты на управление серверной инфраструктурой, обеспечить стабильную и эффективную работу информационной системы при условии высокой надежности и скорости функционирования коммуникационной составляющей, а также создать новые возможности для совместной работы пользователей.

## Санитарно-эпидемиологическая экспертиза как инструмент социально-гигиенического мониторинга

**Г.В. Карпущенко, Ю.А. Синельникова, Т.А. Тимашова**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области»,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

В решении проблем обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения актуальным остается совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга на основе использования максимально полных объективных данных о состоянии компонентов системы «среда обитания – здоровье населения», что позволит снизить влияние фактора неопределенности при разработке управленческих решений профилактического и оздоровительного характера.

**Ключевые слова:** социально-гигиенический мониторинг, проект нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, перечень выбрасываемых веществ, «среда обитания – здоровье населения».

Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» определяет социально-гигиенический мониторинг как государственную систему наблюдений за состоянием здоровья населения и среды обитания, их анализа, оценки и прогноза, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания.

Качество самой системы наблюдения напрямую зависит от правильности выбора мониторинговых точек и актуальности исследуемых показателей, определение которых без информации хозяйствующих субъектов, являющихся «поставщиками» загрязняющих веществ, практически невозможно.

Данная информация в максимально полном виде содержится в проектах предельно допустимых выбросов, которые поступают для проведения санитарно-эпидемиологических экспертиз.

За 2016 г. и текущий период 2017 г. отделением социально-гигиенического мониторинга (СГМ) проведена санитарно-эпидемиологическая экспертиза 154 проектов нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

После проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) предприятий, экспертные заключения сканируются и выставляются на сайт (<http://fp.crc.ru>). Далее с помощью реестра санитарно-эпидемиологических заключений определяется размер санитарно-защитной зоны для предприятий, перечень выбрасываемых веществ и их количественные характеристики. Выбираются приоритетные вещества по вкладу (%) в выброс для каждого объекта (более 10 т/г).

Данные используются для заполнения шаблонов I этапа Федерального информационного фонда данных (ФИФ) СГМ, раздел «Атмосферный воздух населенных мест», и имеют значительную информационную ценность для обеспечения СГМ мониторируемыми показателями ФИФ СГМ: «Количество населения под воздействием загрязняющих веществ» для каждого источника загрязнения атмосферы и вещества и «Количество населения, потенциально подверженного воздействию загрязненного воздуха» для каждого вещества.

С помощью математических формул из методических рекомендаций «Расчет показателей, характеризующих численность населения под воздействием факторов потенциального риска причинения вреда здоровью населения объектами санитарно-эпидемиологического надзора» рассчитывается количество населения, проживающее в зоне влияния объекта.

Затем используются данные формы статистической отчетности лечебно-профилактического учреждения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» и данные лабораторных испытаний качества атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, уровней шума уличного и формируется ежегодный аналитический материал по оценке влияния факторов среды обитания на здоровье населения (расчет комплексной антропогенной нагрузки и интегрального показателя здоровья населения) по каждой административной территории Ростовской области. Это позволяет рассчитать корреляцию между уровнями экообусловленной заболеваемости и уровнями загрязнения объектов среды обитания, оценить уровни риска для здоровья населения и определить экономический ущерб здоровью населения, связанный с загрязнением атмосферного воздуха.

Актуальным является использование данных о приоритетных загрязнителях атмосферного воздуха с позиции ущерба здоровью населения при подготовке ежегодных программ лабораторных наблюдений за факторами среды обитания в рамках социально-гигиенического мониторинга. Проводится ранжирование химических веществ (канцерогенной и неканцерогенной опасности) для включения в ис-



следования, тем самым аккредитованный лабораторно-испытательный центр ФБУЗ ЦГиЭ в РО не загружается лишней работой.

Данные лабораторных испытаний вместе с расчетными позволяют построить полноценную модель загрязнения атмосферного воздуха, и информация, полученная при проведении санитарно-эпидемиологических экспертиз, существенно влияет на эффективность указанной модели социально-гигиенического мониторинга.

## **Применение критериальной оценки показателей здоровья населения при ведении социально-гигиенического мониторинга на уровне муниципальных образований**

**Л.А. Дерябкина<sup>1</sup>, Б.И. Марченко<sup>2,1</sup>, И.Ю. Иванникова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» в городе Таганроге,  
г. Таганрог, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

Рассматриваются принципы и перспективные направления совершенствования критериальной оценки состояния здоровья населения по результатам динамического наблюдения в системе социально-гигиенического мониторинга на уровне муниципальных образований (на примере города Таганрога Ростовской области). Представлены отдельные результаты частной и комплексной оценки эпидемиологического (реального) риска с выходом на разработку унифицированной системы региональных критериев оценки состояния здоровья для городского и сельского населения по медико-демографическим показателям (общая и младенческая смертность); показателям заболеваемости злокачественными новообразованиями и онкологической смертности; частоте врожденных пороков развития, в том числе системы кровообращения; частоте острых отравлений химической этиологии и смертности при данной патологии.

**Ключевые слова:** социально-гигиенический мониторинг, оценка риска, медико-демографические показатели, злокачественные новообразования, острые отравления химической этиологии, врожденные пороки развития.

Решение приоритетных проблем обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и гигиенической безопасности населения Российской Федерации непосредственно связано с совершенствованием системы социально-гигиенического мониторинга как на федеральном и региональном, так и муниципальном уровнях. Эффективность ведения социально-гигиенического мониторинга, включая минимизацию влияния фактора неопределенности при разработке профилактиче-

ских и оздоровительных управленческих решений, в значительной степени зависит от полноты и достоверности исходных данных о компонентах системы «среда обитания – здоровье населения». Необходимость оперировать при этом большими информационными массивами обуславливает высокую актуальность совершенствования и унификации методологии и технологий аналитических исследований, выполняемых в рамках социально-гигиенического мониторинга. Несомненно, на современном этапе успешное решение комплекса задач, стоящих перед национальной системой социально-гигиенического мониторинга, включая гигиеническую диагностику и выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания, в первую очередь зависит от реализации мероприятий по дальнейшему совершенствованию отечественной методологии оценки и анализа риска, в том числе принципов гигиенического нормирования на основе оценки риска, внедрения риск-ориентированной модели и подходов к оценке популяционных показателей риска здоровью на основе эволюционных моделей, пространственно-временного анализа и экономических инструментов оценки риска при анализе ситуации [2, 3, 5–7]. Одновременно в рамках социально-гигиенического мониторинга принципиально важным остается дальнейшее развитие методологии и унификации исследований эпидемиологического типа, включая различные варианты оценки эпидемиологического риска (атрибутивного, относительного, непосредственного) – частной и интегральной; пространственно-временного математического моделирования ситуации; количественных и качественных критериев оценки состояния здоровья населения; интеграцию в систему социально-гигиенического мониторинга элементов традиционного эпидемиологического надзора, объектом которого является эпидемический процесс, детерминируемый комплексом биологических, природных и социально-экономических факторов. Среди показателей здоровья населения, подлежащих учету и эпидемиологическому анализу при ведении социально-гигиенического мониторинга, в том числе в рамках процедуры анализа риска здоровью на этапах идентификации опасности и оценки экспозиции, особый интерес представляют результаты динамического наблюдения за основными медико-демографическими показателями, эпидемиологическими особенностями экологически зависимых и социально обусловленных нозологических форм, включая злокачественные новообразования, врожденные аномалии, болезни крови, заболевания органов дыхания аллергического генеза и другие [1, 4, 8, 9].

**Целью настоящего исследования** является определение эффективности использования в системе социально-гигиенического мониторинга на уровне муниципальных образований (г. Таганрог Ростовской области) частной и комплексной характеристики состояния здоровья населения с применением региональных критериев оценки, формируемых на основе расчета показателей эпидемиологического (реального) риска.

В целях осуществления критериальной оценки состояния здоровья населения при ведении социально-гигиенического мониторинга в Ростовской области с 2001 г. применяется универсальный метод расчета частных и комплексных показателей эпидемиологического риска. В основу данного метода положено определение фонового риска ( $F$ ), представляющего собой фоновый уровень изучаемого параметра популяционного здоровья (первичная заболеваемость, общая смертность, младенческая смертность, частота врожденных аномалий и другие), определение которого

базируется на адаптированных методах вариационной статистики и включает ряд приемов, хорошо зарекомендовавших себя в традиционном эпидемиологическом анализе инфекционных заболеваний. Фоновый риск рассчитывается на основе интенсивных показателей (стандартизованных или специальных групповых) по совокупности однотипных административных территорий (города областного подчинения или сельские районы) за достаточно продолжительный многолетний период (не менее 8–10 лет). Подразумевается, что величина фонового риска определяется минимальной, свойственной для всех ранжируемых территорий, интенсивностью влияния комплекса постоянно действующих факторов среды обитания антропогенного и природного генеза. При этом количественной мерой популяционного эпидемиологического риска выступает результат сопоставления фактически регистрируемых показателей здоровья населения для отдельных административно-территориальных образований за многолетний период или отдельный календарный год ( $P_i$ ) и рассчитанного фонового риска – непосредственный эпидемиологический риск (добавочный риск, избыточный риск, excess risk). В качестве вспомогательного показателя рассчитывается величина относительного риска (relative risk) как отношение фактического регистрируемого среднемноголетнего (или годового) показателя здоровья для отдельной территории к фоновому риску. Показатели непосредственного эпидемиологического риска подвергаются процедуре нормирования по предельной ошибке фонового уровня –  $\Delta F$  ( $p < 0,05$ ):

$$W_i = (P_i - F) / \Delta F.$$

Выбор такого варианта нормирования обосновывается свойствами исходных величин: во-первых, величина фонового риска ( $F$ ) является объективной характеристикой минимального уровня оцениваемого показателя здоровья для совокупности однотипных административных территорий (города, сельские районы) или групп населения за многолетний период; во-вторых, значение предельной ошибки фонового риска ( $\Delta F$ ) характеризует дисперсию тех минимальных годовых показателей здоровья по совокупности ранжируемых административных территорий (групп населения) за многолетний период, на основе которых была рассчитана величина фонового риска, и, как следствие, количественно отражает пространственную неоднородность минимальной активности значимых факторов риска за многолетний период; в-третьих, величины среднемноголетних уровней ( $P_i$ ) показателей здоровья населения являются наиболее объективными количественными характеристиками оцениваемых явлений здоровья на отдельных территориях, учитывающими их изменчивость на протяжении многолетнего периода, обусловленную вариабельностью и тенденциями активности значимых постоянно, периодически и нерегулярно действующих факторов риска. К принципиально важным свойствам частных нормированных показателей эпидемиологического риска ( $W_i$ ) следует отнести относительность и безразмерность, что обуславливает их сопоставимость; они служат вероятностными характеристиками негативных явлений в здоровье населения, обусловленных избыточным, по сравнению с фоновым, влиянием комплекса факторов природного и антропогенного происхождения на отдельной территории. Критериальная характеристика показателей здоровья населения осуществляется с учетом величин соответствующих частных нормированных показателей непосредственного эпидемиологического риска с дифференциацией на его низкий (при  $W_i = 0,000$  и менее), умеренный ( $W_i = 0,001-1,000$ ), повышенный ( $W_i = 1,001-2,000$ ),

высокий ( $W_i = 2,001-3,000$ ) и очень высокий ( $W$  более 3,000) уровни, что позволяет ежегодно разрабатывать региональные критерии для оценки ситуации [4]. Частные показатели нормированного эпидемиологического риска используются: во-первых, в рамках исследований эпидемиологического типа в целях гигиенического ранжирования административных территорий по данным за многолетний период, в том числе на этапе идентификации риска при проведении процедуры оценки риска здоровью [6]; во-вторых, в целях динамического слежения за показателями здоровья населения за отдельный календарный год при ведении социально-гигиенического мониторинга; в-третьих, при гигиенических исследованиях причинно-следственных связей в системе «среда обитания – здоровье населения» с применением стохастического математического моделирования и прогнозирования ситуации.

Разработка обоснованных управленческих решений по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и гигиенической безопасности обуславливает необходимость применения интегральных показателей здоровья населения. Комплексная характеристика популяционного здоровья в Ростовской области производится на основе кумулятивной модели обобщенного эпидемиологического риска. Обобщенный показатель эпидемиологического риска ( $W$ ) формируется на основе величин избыточного (сверх фонового) непосредственного нормированного эпидемиологического риска по всем учитываемым маркерным показателям здоровья населения. При этом отрицательные величины частных нормированных показателей непосредственного риска обнуляются, что позволяет избежать ситуации, когда относительно благоприятная ситуация по одним показателям здоровья населения маскирует неблагоприятие по другим. Значение обобщенного показателя эпидемиологического риска формируется тремя независимыми параметрами: во-первых, оно находится в логарифмической зависимости от суммы избыточных непосредственных нормированных эпидемиологических рисков по учитываемым маркерным показателям здоровья ( $\Sigma W_i$ ); во-вторых, отражает долю маркерных показателей популяционного здоровья с наличием избыточного непосредственного эпидемиологического риска в общем числе учитываемых; в-третьих, его значение зависит от степени выраженности избыточного непосредственного эпидемиологического риска для отдельных маркерных показателей здоровья. Метод обобщенной оценки эпидемиологического риска применяется в системе социально-гигиенического мониторинга Ростовской области как в целях характеристики состояния здоровья населения отдельных территорий по набору маркерных показателей (медико-демографических, заболеваемости и др.), так и по группам нозологических форм (например, злокачественные новообразования отдельных локализаций и форм процесса). При определении набора маркерных параметров здоровья населения учитывается региональный перечень показателей социально-гигиенического мониторинга, наличие контрастных территориальных различий по результатам частной оценки эпидемиологического риска и вероятность неблагоприятного влияния факторов среды обитания [1].

В городе Таганроге Ростовской области с населением около 250 000 человек при ведении социально-гигиенического мониторинга применяется расширенный перечень показателей здоровья населения по сравнению с региональным. Так, при изучении медико-демографических процессов, наряду с общей и младенческой смертностью, анализируются показатели мертворожденности, перинатальной, ранней и поздней неонатальной, постнеонатальной смертности, а также табличные коэффициенты смертности и показатели средней продолжительности предстоящей

жизни. Медико-демографический мониторинг является одной из наиболее информативных подсистем социально-гигиенического мониторинга. Оценка медико-демографической ситуации в Таганроге базируется на региональных критериях, рассчитываемых для городского населения Ростовской области; при этом в качестве исходных данных для расчета показателей эпидемиологического риска применяются показатели младенческой смертности, определяемые по методу Ратса, а также стандартизованные показатели общей смертности, что позволяет устранить влияние различий в возрастно-половой структуре населения административных территорий на результаты сравнительного анализа. Установлено, что фоновый риск общей смертности для городского населения Ростовской области, рассчитанный по стандартизованным показателям за период 2007–2016 гг., составляет 13,813 ‰, младенческой смертности по Ратсу – 5,318 ‰, при предельных ошибках показателей 1,107 и 2,201 ‰ соответственно, что было положено в основу расчета региональных критериев оценки эпидемиологического риска (табл. 1).

Таблица 1

Региональные критерии оценки эпидемиологического риска общей и младенческой смертности для городского населения Ростовской области, рассчитанные по данным за период 2007–2016 гг.

Критериальная оценка реального риска	Стандартизованные показатели смертности, ‰	Младенческая смертность по Ратсу, ‰
Низкий ( $W_i < 0,000$ )	Менее 13,813	Менее 5,318
Умеренный ( $W_i$ от 0,000 до 0,999)	13,813–14,919	5,318–7,517
Повышенный ( $W_i$ от 1,000 до 1,999)	14,920–16,026	7,518–9,718
Высокий ( $W_i$ от 2,000 до 2,999)	16,027–17,133	9,719–11,919
Очень высокий ( $W_i$ 3,000 и более)	17,134 и более	11,920 и более

Оказалось, что Таганрог за рассматриваемый многолетний период занимает первое ранговое место по реальному риску общей смертности среди 12 городов областного подчинения при среднемноголетнем уровне 16,81 ‰, что соответствует высокому эпидемиологическому риску при частном нормированном показателе ( $W_i$ ) равном 2,707. По результатам динамического наблюдения в 2016 г. стандартизованный показатель общей смертности в Таганроге составляет 16,73 ‰, что также соответствует высокому эпидемиологическому риску ( $W_i = 2,635$ ) при первом ранговом месте среди городов Ростовской области. Среднемноголетний уровень младенческой смертности по Ратсу в Таганроге составляет 7,82 ‰, что соответствует умеренной степени эпидемиологического риска ( $W_i = 1,137$ ) и восьмому ранговому месту среди городов Ростовской области. В 2016 г. младенческая смертность по Ратсу при показателе 4,69 ‰ соответствовала низкому эпидемиологическому риску при  $W_i$  равном – 0,285 (двенадцатое ранговое место).

К числу наиболее значимых и высокоинформативных подсистем социально-гигиенического мониторинга относится динамическое наблюдение за показателями заболеваемости злокачественными новообразованиями и онкологической смертности. Среднемноголетний показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями по сумме всех форм и локализаций для населения Таганрога за период 2002–2016 гг. составляет 463,44 ‰ при максимуме в 2011 г. (503,54 ‰) и среднегодовом темпе прироста многолетней тенденции +0,96 ‰. В 2016 г. общая

заболеваемость злокачественными новообразованиями соответствовала 470,95 ‰. При ежегодном расчете региональных критериев оценки эпидемиологического риска применяются стандартизованные косвенным методом показатели частоты онкологической заболеваемости и смертности за пятнадцатилетний период (табл. 2).

Таблица 2

Региональные критерии оценки эпидемиологического риска заболеваемости злокачественными новообразованиями и онкологической смертности для городов Ростовской области, рассчитанные за период 2002–2016 гг.

Критериальная оценка реального риска	Стандартизованные показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями, ‰	Стандартизованные показатели смертности от злокачественных новообразований, ‰
Низкий ( $W_i < 0,000$ )	Менее 245,28	Менее 126,88
Умеренный ( $W_i$ от 0,000 до 0,999)	245,28–334,49	126,88–170,98
Повышенный ( $W_i$ от 1,000 до 1,999)	334,50–423,71	170,99–215,10
Высокий ( $W_i$ от 2,000 до 2,999)	423,72–512,93	215,11–259,21
Очень высокий ( $W_i$ 3,000 и более)	512,94 и более	259,22 и более

Проведенная оценка эпидемиологического риска общей заболеваемости злокачественными новообразованиями показала, что Таганрог занимает второе ранговое место среди городов Ростовской области как за многолетний период, так и в 2016 г. с повышенной степенью эпидемиологического риска при соответствующих частных нормированных показателях ( $W_i$ ) 1,805 и 1,879; по показателю смертности от злокачественных новообразований за период 2002–2016 гг. Таганрог находится на первом ранговом месте при высокой степени эпидемиологического риска, а в 2016 г. – на втором при повышенной степени при частных нормированных показателях ( $W_i$ ) 2,125 и 1,265 соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Эпидемиологический риск заболеваемости злокачественными новообразованиями и онкосмертности в городах Ростовской области

№ п/п	Город Ростовской области	2002–2016 гг.			2016 г.		
		$W_i$	Оценка	Ранг	$W_i$	Оценка	Ранг
1	2	3	4	5	6	7	8
Заболеваемость злокачественными новообразованиями (сумма локализаций) фоновый риск по городам области 245,28 ‰; предельная ошибка ( $p < 0,05$ ) 89,22 ‰							
1	Азов	1,607	Повышенный	3	1,316	Повышенный	3
2	Батайск	0,768	Умеренный	4	1,112	Повышенный	5
3	Волгодонск	2,370	Высокий	1	3,006	Очень высокий	1
4	Гуково	0,719	Умеренный	6	0,165	Умеренный	9
5	Донецк	0,570	Умеренный	9	0,422	Умеренный	7
6	Зверево	–0,602	Низкий	12	–0,683	Низкий	12
7	Каменск-Шахтинский	–0,258	Низкий	10	–0,523	Низкий	10
8	Новочеркасск	0,620	Умеренный	8	0,552	Умеренный	6
9	Новошахтинск	–0,265	Низкий	11	–0,634	Низкий	11
10	Ростов	0,679	Умеренный	7	0,282	Умеренный	8
11	Таганрог	1,805	Повышенный	2	1,879	Повышенный	2
12	Шахты	0,731	Умеренный	5	1,120	Повышенный	4

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Смертность от злокачественных новообразований (сумма локализаций) фоновый риск по городам области 126,88 ‰; предельная ошибка ( $p < 0,05$ ) 44,12 ‰							
1	Азов	1,476	Повышенный	3	0,131	Умеренный	6
2	Батайск	1,024	Повышенный	6	0,378	Умеренный	5
3	Волгодонск	1,999	Повышенный	2	2,122	Высокий	1
4	Гуково	1,111	Повышенный	5	0,576	Умеренный	3
5	Донецк	0,837	Умеренный	8	-1,699	Низкий	12
6	Зверево	-0,332	Низкий	12	-0,778	Низкий	10
7	Каменск-Шахтинский	0,010	Умеренный	11	-0,641	Низкий	9
8	Новочеркасск	1,139	Повышенный	4	0,535	Умеренный	4
9	Новошахтинск	0,213	Умеренный	10	-1,431	Низкий	11
10	Ростов	0,584	Умеренный	9	0,091	Умеренный	7
11	Таганрог	2,125	Высокий	1	1,265	Повышенный	2
12	Шахты	0,925	Умеренный	7	-0,394	Низкий	8

При комплексной оценке онкологической заболеваемости и смертности учтено, что злокачественные новообразования представляют собой разнородную группу болезней, существенно различающихся по частоте в зависимости от локализации процесса. Поэтому обобщенные показатели эпидемиологического риска рассчитывались по девяти маркерным локализациям из числа приоритетных, для которых на этапе частной оценки эпидемиологического риска были выявлены контрастные территориальные различия (желудок, ободочная кишка, прямая кишка, легкое, кожа без учета меланомы, молочная железа, предстательная железа, мочевого пузыря и щитовидная железа). Таганрог по показателям обобщенного эпидемиологического риска заболеваемости злокачественными новообразованиями занимает второе ранговое место среди городов Ростовской области как за период 2002–2016 гг. (повышенный уровень обобщенного эпидемиологического риска при  $W = 1,852$ ), так и в 2016 г. (высокий уровень при  $W = 2,129$ ). При этом Таганрог за последние 15 лет находится на первом ранговом месте по частным показателям реального риска заболеваемости злокачественными новообразованиями молочной и щитовидной железы, на втором – желудка, ободочной и прямой кишки. По показателям смертности от злокачественных новообразований как за период 2002–2016 гг., так и в 2016 г. Таганрог занимает второе ранговое место при соответственно повышенном и умеренном эпидемиологическом риске с обобщенными показателями 1,444 и 0,621 (табл. 4).

Применение метода оценки эпидемиологического риска врожденных пороков развития при ведении социально-гигиенического мониторинга также призвано обеспечить, во-первых, гигиеническое ранжирование территорий на основе данных за многолетний период с последующим выходом на идентификацию факторов риска и, во-вторых, ежегодную динамическую оценку частоты данной патологии. Соответствующие региональные критерии оценки реального риска различных нозологических форм врожденных пороков развития рассчитываются отдельно для городских и сельских детей в градациях относительных показателей частоты (табл. 5).

Так, фоновый риск врожденных пороков развития для городских детей 0–14 лет, рассчитанный по данным 2007–2016 гг., составляет 2,76 ‰ при его предельной ошибке ( $p < 0,05$ )  $\pm 3,07$  ‰. По врожденным anomalies системы кровооб-

Таблица 4

Обобщенный эпидемиологический риск заболеваемости злокачественными новообразованиями и онкосмертности в городах Ростовской области

№ п/п	Города Ростовской области	2002–2016 гг.			2016 г.		
		W	Оценка	Ранг	W	Оценка	Ранг
Заболеваемость злокачественными новообразованиями (по 9 маркерным локализациям)							
1	Азов	1,459	Повышенный	3	1,745	Повышенный	3
2	Батайск	0,820	Умеренный	4	1,035	Повышенный	5
3	Волгодонск	2,592	Высокий	1	3,644	Очень высокий	1
4	Гуково	0,672	Умеренный	8	0,402	Умеренный	9
5	Донецк	0,534	Умеренный	9	0,544	Умеренный	8
6	Зверево	0,000	Низкий	12	0,112	Умеренный	11
7	Каменск-Шахтинский	0,072	Умеренный	11	0,150	Умеренный	10
8	Новочеркасск	0,690	Умеренный	6	0,600	Умеренный	6
9	Новошахтинск	0,187	Умеренный	10	0,044	Умеренный	12
10	Ростов	0,779	Умеренный	5	0,550	Умеренный	7
11	Таганрог	1,852	Повышенный	2	2,129	Высокий	2
12	Шахты	0,675	Умеренный	7	1,177	Повышенный	4
Смертность от злокачественных новообразований (по 9 маркерным локализациям)							
1	Азов	0,848	Умеренный	3	0,297	Умеренный	5
2	Батайск	0,580	Умеренный	6	0,279	Умеренный	6
3	Волгодонск	1,632	Повышенный	1	1,840	Повышенный	1
4	Гуково	0,750	Умеренный	5	0,495	Умеренный	3
5	Донецк	0,416	Умеренный	8	0,004	Умеренный	11
6	Зверево	0,061	Умеренный	12	0,154	Умеренный	8
7	Каменск-Шахтинский	0,134	Умеренный	11	0,038	Умеренный	10
8	Новочеркасск	0,815	Умеренный	4	0,406	Умеренный	4
9	Новошахтинск	0,262	Умеренный	10	0,000	Умеренный	12
10	Ростов	0,414	Умеренный	9	0,184	Умеренный	7
11	Таганрог	1,444	Повышенный	2	0,621	Умеренный	2
12	Шахты	0,498	Умеренный	7	0,142	Умеренный	9

Таблица 5

Региональные критерии оценки реального риска врожденных пороков развития для городских и сельских детей Ростовской области

Территория	Уровень (степень) реального риска				
	низкий $W_i < 0$	умеренный $0 \leq W_i < 1$	повышенный $1 \leq W_i < 2$	высокий $2 \leq W_i < 3$	очень высокий $W_i \geq 3$
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДЛЯ НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ (%)					
Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения (Q00–Q99)					
Города	2,03 и менее	2,04–4,29	4,30–6,56	6,57–8,82	8,83 и более
Сельские районы	1,19 и менее	1,20–2,45	2,46–3,70	3,71–4,96	4,97 и более
Врожденные аномалии сердца и системы кровообращения (Q20–Q28)					
Города	0,53 и менее	0,54–1,09	1,10–1,65	1,66–2,21	2,22 и более
Сельские районы	0,59 и менее	0,60–1,21	1,22–1,82	1,83–2,43	2,44 и более
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДЛЯ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 0–14 ЛЕТ (%)					
Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения (Q00–Q99)					
Города	2,76 и менее	2,77–5,84	5,85–8,92	8,93–12,00	12,01 и более
Сельские районы	1,62 и менее	1,63–3,33	3,34–5,04	5,05–6,74	6,75 и более
Врожденные аномалии сердца и системы кровообращения (Q20–Q28)					
Города	0,80 и менее	0,81–1,63	1,64–2,46	2,47–3,29	3,30 и более
Сельские районы	0,88 и менее	0,89–1,80	1,81–2,71	2,72–3,62	3,63 и более



ращения фоновые риски и их предельные ошибки для городов областного подчинения соответствуют 0,80 ‰ и ±0,82 ‰. По результатам оценки эпидемиологического риска врожденных пороков развития у детей в возрасте 0–14 лет в Таганроге диагностирован его умеренный уровень как за период 2007–2016 гг. ( $W_i = 0,220$ , девятое ранговое место), так и в 2016 г. ( $W_i = 0,186$ , восьмое ранговое место). По врожденным порокам системы кровообращения среди детей в возрасте 0–14 лет за последние 10 лет Таганрог занимает восьмое, а в 2016 г. – седьмое ранговые места при умеренном и повышенном уровнях эпидемиологического риска с его частными нормированными показателями 0,639 и 1,175 соответственно (табл. 6).

Таблица 6

Частота и реальный риск врожденных пороков развития у детей в возрасте 0–14 лет в городах Ростовской области за период 2007–2016 гг. и в 2016 г.

№ п/п	Территории Ростовской области	Оценка реального риска по среднегодовым показателям за период 2007–2016 гг.				Оценка реального риска по годовым показателям за 2016 календарный г.			
		‰	$W_i$	Уровень риска	Ранг	‰	$W_i$	Уровень риска	Ранг
Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения (Q00–Q99)									
1	Ростов-на-Дону	7,88	1,660	Повышенный	4	9,07	2,047	Высокий	3
2	Азов	5,23	0,798	Умеренный	7	2,58	–0,062	Низкий	10
3	Батайск	3,00	0,074	Умеренный	10	2,66	–0,034	Низкий	9
4	Волгодонск	7,08	1,398	Повышенный	6	6,40	1,177	Повышенный	5
5	Гуково	1,94	–0,270	Низкий	11	1,72	–0,340	Низкий	11
6	Донецк	7,29	1,466	Повышенный	5	10,64	2,557	Высокий	2
7	Зверево	0,98	–0,580	Низкий	12	3,46	0,224	Умеренный	7
8	Каменск-Шахтинский	3,82	0,341	Умеренный	8	1,25	–0,492	Низкий	12
9	Новочеркасск	10,98	2,668	Высокий	1	11,87	2,956	Высокий	1
10	Новошахтинск	8,26	1,784	Повышенный	3	8,50	1,861	Повышенный	4
11	Таганрог	3,45	0,220	Умеренный	9	3,34	0,186	Умеренный	8
12	Шахты	8,68	1,918	Повышенный	2	3,90	0,368	Умеренный	6
Города		7,69	Фоновый риск		2,76	6,99	Предельная ошибка		3,07
Сельские районы		6,71	(‰)		1,62	8,58	фонового риска ( $p < 0,05$ )		1,70
Ростовская область		7,22				7,72			
Врожденные пороки системы кровообращения (Q20–Q28)									
1	Ростов-на-Дону	2,47	2,002	Высокий	3	2,20	1,673	Повышенный	4
2	Азов	0,92	0,142	Умеренный	10	0,82	0,018	Умеренный	11
3	Батайск	2,55	2,103	Высокий	2	2,27	1,760	Повышенный	3
4	Волгодонск	2,18	1,656	Повышенный	4	1,94	1,364	Повышенный	5
5	Гуково	1,46	0,787	Умеренный	6	1,10	0,349	Умеренный	9
6	Донецк	3,08	2,738	Высокий	1	2,75	2,335	Высокий	2
7	Зверево	0,54	–0,315	Низкий	12	3,78	3,576	Оч. высокий	1
8	Каменск-Шахтинский	1,07	0,322	Умеренный	9	0,91	0,129	Умеренный	10
9	Новочеркасск	1,86	1,273	Повышенный	5	1,87	1,281	Повышенный	6
10	Новошахтинск	0,88	0,094	Умеренный	11	0,27	–0,641	Низкий	12
11	Таганрог	1,34	0,639	Умеренный	8	1,78	1,175	Повышенный	7
12	Шахты	1,44	0,763	Умеренный	7	1,65	1,010	Повышенный	8
Города		2,03	Фоновый риск		0,80	1,93	Предельная ошибка		0,82
Сельские районы		2,06	(‰)		0,88	3,48	фонового риска ( $p < 0,05$ )		0,91
Ростовская область		2,04				2,65			

В 2016 г. впервые были рассчитаны региональные критерии оценки эпидемиологического риска для острых отравлений химической этиологии (ООХЭ). Рассчитанный за период 2008–2016 гг. фоновый риск по показателям частоты острых отравлений химической этиологии для городского населения Ростовской области составляет 51,42 ‰ при его предельной ошибке ( $p < 0,05$ ) 46,86 ‰, по показателям смертности от ООХЭ фоновый риск равен 3,66 ‰, а его предельная ошибка – 4,92 ‰ (табл. 7).

Установлено, что в Таганроге эпидемиологический риск по частоте ООХЭ как за период 2008–2016 гг., так и в 2016 г. умеренный – соответственно пятое и шестое ранговые места среди городов Ростовской области при величине частных нормированных показателей ( $W_i$ ) 0,826 и 0,075; по смертности от ООХЭ – умеренный и высокий при частных нормированных показателях 0,131 и 2,064 – третье и четвертое ранговые места соответственно (табл. 8).

Таблица 7

Региональные критерии оценки реального риска острых отравлений химической этиологии (ООХЭ) для населения городов Ростовской области в градациях относительных показателей частоты (‰)

Наименование оцениваемых показателей	Уровень (степень) реального риска				
	низкий $W_i < 0$	умеренный $0 \leq W_i < 1$	повышенный $1 \leq W_i < 2$	высокий $2 \leq W_i < 3$	очень высокий $W_i \geq 3$
ЧАСТОТА ООХЭ – всего	51,41 и менее	51,42–98,18	98,19–144,95	144,96–192,72	192,73 и более
– в том числе дети 0–14 лет	68,97 и менее	68,98–142,39	142,40–215,81	215,82–289,22	289,23 и более
– подростки 15–18 лет	162,81 и менее	162,82–320,71	320,72–478,60	478,61–636,50	636,51 и более
– взрослые 18 лет и старше	41,09 и менее	41,10–88,53	88,54–135,96	135,97–183,39	183,40 и более
– мужчины	71,41 и менее	71,42–144,58	144,59–217,74	217,75–290,91	290,92 и более
– женщины	39,07 и менее	39,08–75,38	75,39–111,70	111,71–148,02	148,03 и более
спиртосодержащей продукцией	10,95 и менее	10,96–25,36	25,37–39,76	39,77–54,16	54,17 и более
наркотическими веществами	2,48 и менее	2,49–5,76	5,77–9,05	9,06–12,33	12,34 и более
лекарственными препаратами	22,97 и менее	22,98–44,75	44,76–66,53	66,54–88,31	88,32 и более
пищевыми продуктами	2,36 и менее	2,37–5,80	5,81–9,24	9,25–12,68	12,69 и более
другими мониторируемыми видами	10,12 и менее	10,13–20,93	20,94–31,74	31,75–42,55	42,56 и более
СМЕРТНОСТЬ ОТ ООХЭ – всего	3,65 и менее	3,66–8,58	8,59–13,51	13,52–18,44	18,45 и более
– в том числе спиртосодержащей продукцией	3,13 и менее	3,14–6,97	6,98–10,80	10,81–14,63	14,64 и более
– другими мониторируемыми видами	1,55 и менее	1,56–3,84	3,85–6,14	6,15–8,43	8,44 и более

Таблица 8

Оценка эпидемиологического риска острых отравлений химической этиологии и смертности от них в городах Ростовской области за период 2008–2016 гг. и в 2016 г.

№ п/п	Наименование территорий	Оценка реального риска по среднеголетним показателям за период 2008–2016 гг.				Оценка реального риска по годовым показателям за 2016 календарный год			
		‰	$W_i$	Уровень риска	Ранг	‰	$W_i$	Уровень риска	Ранг
<b>ЧАСТОТА ОСТРЫХ ОТРАВЛЕНИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ЭТИОЛОГИИ</b>									
1	Ростов-на-Дону	145,09	2,003	Высокий	1	160,75	2,337	Высокий	1
2	Азов	101,77	1,076	Повышенный	3	130,50	1,691	Повышенный	2
3	Батайск	86,37	0,747	Умеренный	6	101,00	1,060	Повышенный	3
4	Волгодонск	31,64	-0,423	Низкий	12	19,39	-0,685	Низкий	12
5	Гуково	65,59	0,303	Умеренный	7	67,34	0,340	Умеренный	5
6	Донецк	62,04	0,227	Умеренный	9	49,00	-0,052	Низкий	7
7	Зверево	36,73	-0,314	Низкий	11	27,12	-0,520	Низкий	11
8	Каменск-Шахтинский	63,56	0,259	Умеренный	8	48,27	-0,068	Низкий	9
9	Новочеркасск	45,94	-0,117	Низкий	10	37,61	-0,295	Низкий	10
10	Новошахтинск	112,32	1,302	Повышенный	2	89,79	0,820	Умеренный	4
11	Таганрог	90,08	0,826	Умеренный	5	54,93	0,075	Умеренный	6
12	Шахты	95,92	0,951	Умеренный	4	48,48	-0,063	Низкий	8
Города Ростовской области		106,43	1,176	Повышенный	н/о	104,08	1,126	Повышенный	н/о
		Фоновый риск ( $F$ ): 51,42 ‰							
		Предельная ошибка фонового риска ( $p < 0,05$ ): 46,76 ‰							
<b>СМЕРТНОСТЬ ОТ ОСТРЫХ ОТРАВЛЕНИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ЭТИОЛОГИИ</b>									
1	Ростов-на-Дону	3,67	0,002	Умеренный	5	3,50	-0,032	Низкий	7
2	Азов	15,31	2,364	Высокий	1	21,95	3,711	Очень высокий	2
3	Батайск	0,54	-0,633	Низкий	11	0,00	-0,742	Низкий	И
4	Волгодонск	0,37	-0,667	Низкий	12	1,76	-0,384	Низкий	10
5	Гуково	2,14	-0,308	Низкий	8	4,59	0,189	Умеренный	5
6	Донецк	2,48	-0,238	Низкий	6	0,00	-0,742	Низкий	11
7	Зверево	10,63	1,415	Повышенный	3	27,12	4,760	Очень высокий	1
8	Каменск-Шахтинский	2,01	-0,335	Низкий	9	2,19	-0,297	Низкий	9
9	Новочеркасск	1,99	-0,338	Низкий	10	3,47	-0,038	Низкий	8
10	Новошахтинск	2,44	-0,248	Низкий	7	4,58	0,187	Умеренный	6
11	Таганрог	4,30	0,131	Умеренный	4	13,83	2,064	Высокий	3
12	Шахты	12,56	1,805	Повышенный	2	8,01	0,883	Умеренный	4
Города Ростовской области		3,60	-0,012	Низкий	н/о	5,47	0,367	Умеренный	н/о
		Фоновый риск ( $F$ ): 3,66 ‰							
		Предельная ошибка фонового риска ( $p < 0,05$ ): 4,92 ‰							

### Список литературы

1. Айдинов Г.Т., Марченко Б.И., Синельникова Ю.А. Применение комплексной оценки состояния здоровья населения в задачах совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. – 2016. – № 10. – С. 980–985.
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. 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. – М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
4. Егорова И.П., Марченко Б.И. Оценка эпидемиологического риска здоровью на популяционном уровне при медико-гигиеническом ранжировании территорий: пособие для врачей / Утверждено секцией по гигиене ученого совета Минздрава РФ 24.12.1999 г., протокол № 9. – М., 1999. – 48 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. – № 2. – С. 93–98.
6. 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.
7. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 2. – С. 4–7.
8. Прусаков В.М., Прусакова А.В. Критерии оценки медико-экологической ситуации на основе метода сигмальных отклонений // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 72–76.
9. 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. – С. 10–13.

## **Апробация методических подходов к оценке пространственного распределения ингаляционного риска здоровью населения при воздействии химических факторов для задач социально-гигиенического мониторинга**

**С.В. Клейн<sup>1,2</sup>, А.А. Кокоулина<sup>1</sup>, С.Ю. Балашов<sup>1</sup>,  
С.Ю. Загороднов<sup>1</sup>, Д.В. Горяев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

г. Пермь, Россия

<sup>3</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю,

г. Красноярск, Россия

В статье описана апробация методического подхода к оценке пространственного распределения ингаляционного риска здоровью населения при воздействии химических факторов для задач социально-гигиенического мониторинга на примере промышленно нагруженной территории с населением порядка 95 000 человек. Предлагаемый алгоритм заключается в последовательной реализации этапов: идентификации и интеграции исходных данных по факторам ингаляционного воздействия; моделирования распространения факторов воздействия; верификации расчетных данных результатами натурных исследований; оценки ингаляционного канцерогенного и неканцерогенного острого и хронического риска здоровью населения; зонирования территории с учетом пространственного распределения параметров риска, их ранжирования и плотности проживающего населения. В качестве исходных данных для работы использованы данные по выбросам 122 загрязняющих веществ от 1396 стационарных и передвижных источников территории, результаты мониторинга содержания 24 загрязняющих веществ в атмосфере по данным 5 стационарных постов сети Росгидромета, сведения о плотности проживания населения на территории. Результатом работы явились предлагаемые точки размещения постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха для решения задач социально-гигиенического мониторинга и оптимальные программы наблюдений, учитывающие формирующуюся ингаляционную экспозицию населения и требования действующих нормативных документов.

**Ключевые слова:** социально-гигиенический мониторинг, атмосферный воздух, посты наблюдений, программа наблюдений, ингаляционный риск, оценка риска, кластерный анализ.

Социально-гигиенический мониторинг (СГМ), являясь государственной системой наблюдения за состоянием здоровья населения и среды обитания, решает, в том числе, задачи выявления причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания.

В качестве исходной информации СГМ рассматриваются данные наблюдений за состоянием здоровья населения и факторами среды обитания человека.

Анализ современной практики и методических подходов по выбору точек наблюдения за качеством атмосферного воздуха и формированию программ лабораторных исследований позволил установить, что существующая нормативно-методическая база решает отдельные задачи и не имеет единого унифицированного алгоритма. Кроме того, действующие в рамках СГМ системы наблюдений часто не являются полностью предназначенными для определения количественных характеристик экспозиции населения по токсичным примесям и оценке связанных с этим последствий для здоровья. Специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» был разработан более гибкий подход, основанный непосредственно на выявлении реальных факторов, определяющих степень воздействия загрязненного воздуха на здоровье человека, и при этом не отрицающий традиционной методологии. Особенностью предлагаемого подхода является необходимость более детального пространственно-временного распределения концентраций атмосферных загрязнений и наличие информации о плотности распределения населения по территории.

Предлагаемый подход был опробован на пилотной территории, которая характеризуется развитой промышленностью, а также высокой плотностью населения, проживающего вблизи промышленных предприятий, что характерно для многих регионов Российской Федерации.

**Цель работы** – опробовать разработанный методический подход к оценке пространственного распределения ингаляционного риска здоровью населения при воздействии химических факторов ингаляционного воздействия для задач социально-гигиенического мониторинга.

В ходе работы решались следующие задачи:

– получить пространственное распределение уточненных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере для пилотной территории путем сопряжения расчетных и натуральных данных;

– с использованием геоинформационных систем (ГИС) оценить распределение населения и плотность его проживания на все исследуемой территории;

– рассчитать параметры ингаляционного канцерогенного и неканцерогенного острого и хронического риска для здоровья населения пилотной территории, оценить их пространственное распределение;

– обоснованно выбрать точки мониторинга качества атмосферного воздуха для задач социально-гигиенического мониторинга;

– сформировать перечень приоритетных веществ, рекомендуемых для мониторинга на каждом посту (предложенной точке).

**Материалы и методы.** Апробация предлагаемых методических подходов к оценке пространственного распределения ингаляционного риска здоровью населения для решения поставленных задач выполнена на примере одной из промышленно нагруженных территорий Пермского края с населением порядка 95 000 человек (на 2016–2017 гг.). Выбранная область отличается развитой горнохимической, металлургической, военной и лесной отраслями промышленности.

В ходе работы использован комплекс санитарно-гигиенических, статистических методов исследования, методология оценки риска, элементы системного анализа и имитационного моделирования.

В рамках исследования накоплены базы данных:

- по стационарным и передвижным источникам химического воздействия, расположенным на исследуемой территории;
- о качестве атмосферного воздуха на исследуемой территории по данным расчетов рассеивания и по данным стационарных постов сети Росгидромета;
- по аппроксимированным данным натурных исследований по закону распределения расчетных параметров качества атмосферного воздуха.

1. На первом этапе работы анализировали информацию, полученную с постов наблюдения сети Росгидромета, – результаты мониторинга качества атмосферного воздуха на 5 стационарных постах, расположенных на исследуемой территории (разовые и суточные концентрации 24 загрязняющих веществ в атмосфере).

2. Определение максимальных разовых и среднегодовых концентраций.

В работе были использованы данные по 1396 стационарным и передвижным источникам выбросов загрязняющих веществ промышленных предприятий и основных транспортных потоков (129 участков улично-дорожной сети города).

Собранные данные об источниках ингаляционного воздействия позволили установить распределение источников на местности, параметры воздействия, временные характеристики работы источников и другие факторы, влияющие на уровень экспозиции.

Все источники выбросов нанесли на векторную карту территории с использованием геоинформационной системы (ГИС) ArcGIS 9.3.1.

Сводные расчеты рассеивания от свей совокупности источников выбросов выполняли с использованием УПРЗА «Эколог-Город», версия 3.1, с расчетным блоком «Эколог-Средние», реализующих «Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД-86) и положения «Методических указаний по расчету осредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ».

Оценку негативного воздействия 122 выбрасываемых примесей проводили по регулярной расчетной сетке, охватывающей всю территорию, при этом отдельно выделяли точки расположения жилой застройки.

3. Верификация расчетных концентраций данными натурных наблюдений.

На основании сопоставления натурных и расчетных концентраций загрязняющих веществ в точках расположения постов Росгидромета определяли значения коэффициента соответствия. Коэффициенты соответствия аппроксимировали на всю исследуемую территорию. Аппроксимацию проводили в соответствии с алгоритмом, представленным в методических рекомендациях «Аппроксимация данных натурных исследований качества атмосферного воздуха для задач пространственного санитарно-гигиенического анализа».

В результате получали значение коэффициента соответствия в каждой точке расчетной сетки по каждому веществу, на него умножали расчетную концентрацию каждого загрязняющего вещества.

После этого получали поля концентраций загрязняющих веществ, верифицированные данными натурных наблюдений.

4. Оценку риска здоровью населения проводили на основании верифицированных данных в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

В определении параметров ингаляционного риска участвовало: 9 веществ для расчета параметров канцерогенного риска; 43 вещества для расчета параметров острого неканцерогенного риска; 91 вещество для расчета параметров хронического неканцерогенного риска. Расчет параметров риска здоровью населения проводили только для зон жилой застройки.

5. Выбор точек расположения постов СГМ для контроля качества атмосферного воздуха и формирование программ наблюдений.

Пространственно распределенные параметры ингаляционного риска подвергали процедуре кластерного анализа, реализованной в пакете программ по статистическому анализу SAS, с нанесением на топографическую основу. Учитывая численность населения рассматриваемой территории, при проведении кластерного анализа устанавливали ограничение – 3 кластера.

По результатам кластерного анализа, учитывая критерии риска, данные о зонах с наибольшей плотностью проживающего населения, а также удаленность промышленных предприятий и автомагистралей, определяли количество точек постов мониторинга и их расположение и формировали перечни мониторируемых веществ на постах.

На этапе определения перечня загрязняющих веществ проводили ранжирование параметров риска в соответствии с критериями, отраженными в табл. 1. В результате получали перечень приоритетных веществ для каждого кластера.

Таблица 1

Критерии ранжирования параметров риска для здоровья населения в кластерах для формирования программ мониторинга качества атмосферного воздуха

Степень приоритетности загрязняющих веществ	Показатель риска здоровью населения	Ранг
Низкая (уровень <i>De minimis</i> )	$CR < 10^{-6}$ и/или $HQ < 1$ (каждый параметр)	IV
Средняя	$10^{-6} \leq CR < 10^{-4}$ и/или $HQ = 1$ (один параметр и более)	III
Высокая	$10^{-4} \leq CR < 10^{-3}$ и/или $1 \leq HQ < 5$ (один параметр и более)	II
Максимальная (уровень <i>De manifestis Risk</i> )	$10^{-3} < CR$ и/или $HQ \geq 5$ (один параметр и более)	I

### Результаты:

1. По уточненным данным на территории жилой застройки зафиксированы зоны с превышением максимальных разовых и среднесуточных нормативов по таким веществам, как оксид железа, марганец, оксиды азота, аммиак, хлорид водорода, сероводород, оксид углерода, хлор, бензол, ксилол, этилбензол, формальдегид, взвешенные вещества. Максимальные значения концентраций формируются для этилбензола (до 173,73 ПДК<sub>мр</sub>, до 83,9 ПДК<sub>сс</sub>), формальдегида (до 84,3 ПДК<sub>мр</sub>, до 7,4 ПДК<sub>сс</sub>) и взвешенных веществ (до 29,3 ПДК<sub>мр</sub>, до 11,0 ПДК<sub>сс</sub>).

2. На исследуемой территории также отмечены повышенные значения параметров ингаляционного риска:

– максимальные коэффициенты опасности острого ингаляционного воздействия ( $HQ_{aci} > 1$ ) обусловлены гидроокисью натрия (до 1,161), бензолом (до 1,079), формальдегидом (до 1,150), взвешенными веществами (до 1,387), пылью мясокостной муки (до 2,023);



– повышенные коэффициенты опасности хронического ингаляционного воздействия ( $HQ_{сгг} > 1$ ) формируют оксид железа (до 1,040), марганец и его соединения (до 30,015), меди оксид (до 257,175), никель оксид (до 46,381), хром шестивалентный (до 12,954), азота диоксид (до 20,306), аммиак (до 3,814), азота оксид (до 2,558), хлорид водорода (до 8,872), сажа (до 1,994), сероводород (до 16,596), углерода оксид (до 4,577), хлор (до 535,334), бензол (до 8,925), бенз(а)пирен (до 147,461), формальдегид (до 34,056), взвешенные вещества (до 22,871);

– повышенные уровни индивидуального канцерогенного риска формируют хром (хром шестивалентный) (до 0,007), сажа (до 0,0002), бензол (до 0,001), формальдегид (до 0,001), бензин (нефтяной, малосернистый) (до 0,0001).

3. В результате кластерного анализа для анализируемой территории были получены 3 кластера со схожими свойствами по совокупности параметров, характеризующихся однородными значениями риска здоровью населения, и 4 предлагаемые точки для размещения постов СГМ. При этом 2 точки характеризуют по одному кластеру каждая (кластер 1 и кластер 2) и 2 точки совокупно характеризуют один кластер (кластер 3) (рисунок).

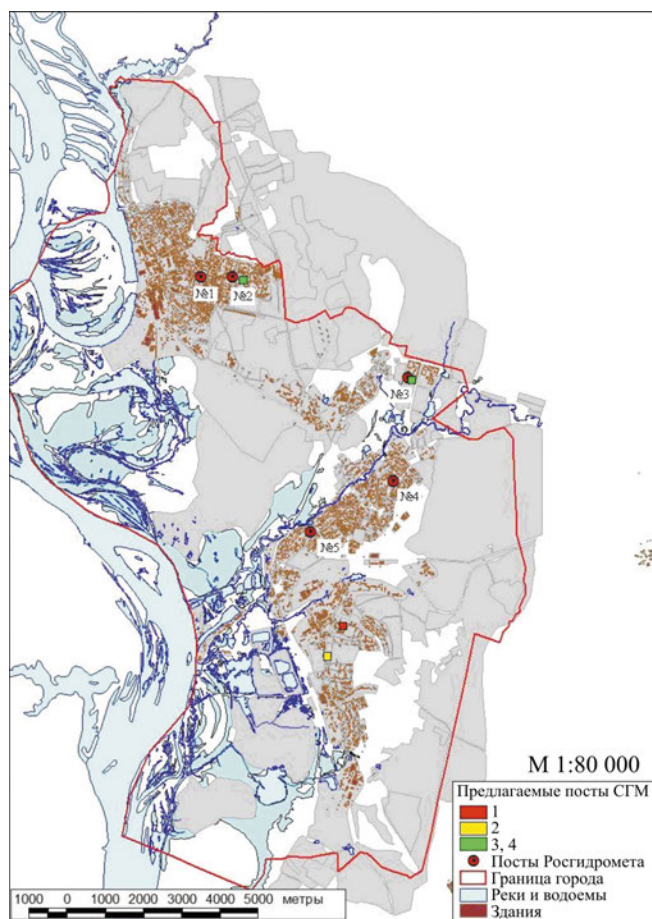


Рис. Расположение предлагаемых постов СГМ и существующих постов сети Росгидромета

Для оптимизации программы наблюдений на предлагаемых постах СГМ их векторный слой сопрягали с точками расположения существующих постов Росгидромета. Предлагаемые посты для СГМ, расположенные в кластерах 1 и 2, относятся к территориям, на которых посты Росгидромета отсутствуют.

В зонах репрезентативности постов кластера 3 расположены действующие посты сети Росгидромета. В этом случае сверяли программу наблюдений на действующем посту и перечень веществ, создающих неприемлемый уровень потенциального воздействия на здоровье населения и характеризующих данный кластер (табл. 2).

В соответствии с письмом № 0100/10460-06-32 от 02.10.2006 г. «Об организации лабораторного контроля при проведении социально-гигиенического мониторинга» обязательными исследуемыми веществами в атмосферном воздухе являются взвешенные вещества (PM<sub>10</sub> или TSP), диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Перечень приоритетных веществ, рекомендуемых для мониторинга качества атмосферного воздуха на предлагаемых постах Роспотребнадзора для СГМ

№ п/п	Кластер 1 (точка 1)	Кластер 2 (точка 2)	Кластер 3 (точка 3)	Кластер 3 (точка 4)
1	Медь	Медь	Хлор	Хлор
2	Никель	Никель	Медь	Медь
3	Соляная кислота	Хлор	Соляная кислота	Соляная кислота
4	Сероводород	Бенз(а)пирен	Бенз(а)пирен	Бенз(а)пирен
5	Хлор	Азота диоксид	Формальдегид	Формальдегид
6	Бенз(а)пирен	Соляная кислота	Взвешенные вещества	Взвешенные вещества
7	Взвешенные вещества	Сероводород	Хром	Хром
8	Марганец	Формальдегид	Углерод (Сажа)	Углерод (Сажа)
9	Азота диоксид	Взвешенные вещества	Бензол	Бензол
10	Аммиак	Хром	Этилбензол	Этилбензол
11	Углерод оксид	Углерод (Сажа)	Бензин	Бензин
12	Бензол	Бензол		
13	Хром	Этилбензол		
14	Углерод (Сажа)	Бензин		
15	Этилбензол			
16	Формальдегид			
17	Бензин			
Обязательные для исследования вещества				
18	Диоксид серы	Углерод оксид	Азота диоксид	Азота диоксид
19		Диоксид серы	Углерод оксид	Углерод оксид
20			Диоксид серы	Диоксид серы

Примечание: \* – цветом выделены вещества, определяемые на существующих постах наблюдения ПЦГМС, расположенных в границах кластера.

**Выводы.** На примере пилотной территории реализован научно обоснованный алгоритм выбора точек размещения постов наблюдения и сформирована программа мониторинга качества атмосферного воздуха для задач социально-гигиенического мониторинга с учетом параметров формируемого ингаляционного риска здоровью населения и плотности проживающего населения.

Данный методический подход может быть использован:

- с целью обеспечения единого научно обоснованного подхода к оценке качества атмосферы на территориях, где систематические инструментальные исследования выполняются на недостаточно полной сети наблюдений и могут быть дополнены расчетными данными;
- при оценке экспозиции населения;
- гигиеническом зонировании территории;
- для обеспечения объективной информацией о качестве атмосферного воздуха лиц, принимающих управленческие решения в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, здравоохранения, экологии, градостроительства и пр.

### Список литературы

1. Бобкова Т.Е., Фокин С.Г. Использование методологии оценки риска здоровью населения для оценки функционального зонирования территории стационарного объекта // Гигиена и санитария. – 2011. – № 3. – С. 89–90.
2. Вековщина С.А., Май И.В. Применение методики оценки риска здоровью населения в задачах зонирования территорий пермского края // Материалы всероссийской научно-практической конференции к 75-летию факультета географии и геоэкологии Воронежского госуниверситета. – Воронеж, 2009. – С. 57–59.
3. Методические подходы к повышению точности оценки экспозиции населения на основе сопряжения расчетных и натуральных данных о качестве атмосферного воздуха / И.В. Май, С.В. Клейн, В.М. Чигвинцев, С.Ю. Балашов // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 17–25.
4. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
5. 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
6. A Cluster Analysis of Constant Ambient Air Monitoring Data from the Kanto Region of Japan / Atsushi Iizuka, Shintaro Shirato, Atsushi Mizukoshi, Miyuki Noguchi, Akihiro Yamasaki, and Yukio Yanagisawa // Int. J. Environ. Res. Public. Health. – 2014. – Vol. 11 (7). – P. 6844–6855. DOI: 10.3390/ijerph110706844
7. Assessment of Regional Human Health Risks from Lead Contamination in Yunnan Province, Southwestern China / Lu Lu, Hongguang Cheng, Xuelian Liu, Jing Xie, Qian Li, and Tan Zhou // PLoS One. – 2015. – Vol. 10 (4). DOI: 10.1371/journal.pone.0119562
8. Cluster analysis of social and environment inequalities of infant mortality. A spatial study in small areas revealed by local disease mapping in France / Cindy M. Padilla, Severine Deguen, Benoit Lalloue, Olivier Blanchard, Charles Beaugard, Florence Troude, Denis Zmirou Navier, and Verónica M. Vieira // Sci Total Environ. – 2013. – Vol. 1. – P. 433–441. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.03.027
9. Monitoring ambient air quality for health impact assessment // WHO Regional Publications, European Series. – Vol. 85.

## **Злокачественные новообразования: анализ показателей заболеваемости и смертности по данным социально- гигиенического мониторинга на территории Волгоградской области**

**Н.В. Аброськина, О.В. Зубарева, Н.А. Шевченко**

Управление Роспотребнадзора по Волгоградской области,  
г. Волгоград, Россия

Проведен анализ многолетних показателей заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Волгоградской области, смертности, а также расчет коэффициента «смертность/заболеваемость», определены территории «риска», что дает возможность обосновать разработку целенаправленных мероприятий по улучшению здоровья населения и снижению уровня смертности.

**Ключевые слова:** злокачественные новообразования, заболеваемость, смертность, социально-гигиенический мониторинг, коэффициент «смертность/заболеваемость».

Борьба со злокачественными новообразованиями является проблемой высокой социальной значимости и имеет государственное значение. Актуальность и значимость данной проблемы обусловлена такими причинами, как высокие уровни заболеваемости и смертности, трудности диагностики и лечения. Злокачественные новообразования (ЗНО) являются одной из основных причин смерти и инвалидизации населения, приводят к значительной утрате трудоспособной части общества. В России более 35 % больных с впервые выявленным диагнозом ЗНО находятся в трудоспособном возрасте. Ежегодно 190 тысяч человек впервые признаются инвалидами по онкологическому заболеванию, из них около 55 тысяч инвалидами I группы. Для 40 % больных с впервые в жизни установленным диагнозом ЗНО документально подтверждается факт стойкой утраты трудоспособности [2]. Рак является второй из основных причин смерти.

Существует множество факторов, способствующих возникновению злокачественных новообразований: ухудшение экологической обстановки, изменение темпа жизни, стрессы, неправильное питание, курение, злоупотребление алкоголем, воздействие ультрафиолетовых лучей, радиации, некоторых химических веществ, определенных вирусов и т.д. Статистические данные показателей заболеваемости ЗНО и смертности от них являются основной базой для разработки и оценки результатов профилактических и лечебных мероприятий. Основой анализа, проводимого в рамках социально-гигиенического мониторинга, являются данные государственной медицинской статистической формы № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях».

В 2016 г. в Волгоградской области зарегистрировано 11 149 (в 2015 г. – 9804, в 2014 г. – 9813) больных злокачественными новообразованиями с впервые в жизни установленным диагнозом. За 10-летний период наиболее высокий уровень заболе-

ваемости зафиксирован в 2016 г., за предшествующий год наблюдений отмечен рост показателя на 14 %, за 10-летний период – на 15 % (рисунок).

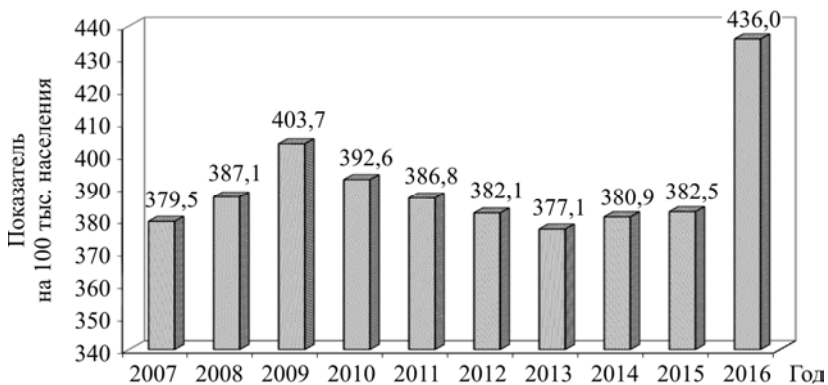


Рис. Динамика показателя заболеваемости населения Волгоградской области злокачественными новообразованиями с впервые установленным диагнозом

Остается достаточно высоким процент диагностики злокачественных новообразований на поздних стадиях. Так, из 9632 человек, у которых диагноз был подтвержден морфологически, заболевание в 1-й стадии диагностировано у 26,9 %, во 2-й стадии – у 32,4 %, в 3-й стадии – у 17,3 %, и в 4-й стадии – у 23,4 %. В 2016 г. среди детского и подросткового населения (0–17 лет) Волгоградской области зарегистрировано 64 больных злокачественными новообразованиями с впервые в жизни установленным диагнозом.

В структуре заболеваемости населения Волгоградской области злокачественными новообразованиями с впервые установленным диагнозом, представленными в статистической форме № 7, основную позицию занимают другие новообразования кожи (кроме меланомы) – 13,5 %, молочной железы – 10,5 %, злокачественные новообразования трахеи, бронхов, легкого – 10,4 %, предстательной железы – 6,4 %, ободочной кишки – 6,1 %.

В общей структуре смертности населения Волгоградской области злокачественные новообразования занимают второе место с удельным весом 17,0 %, уступая только заболеваниям системы кровообращения. В структуре общей смертности населения трудоспособного возраста злокачественные новообразования составляют 16,1 %, занимая третье место.

В 2016 г. в Волгоградской области от злокачественных новообразований умерли 4737 человек, что составляет 185,2 на 100 тыс. населения (в 2015 г. – 188,5 на 100 тыс. населения, в 2014 г. – 183,9 на 100 тыс. населения). В структуре смертности от злокачественных новообразований (данные статистической формы № 7) наибольший удельный вес составляют злокачественные новообразования трахеи, бронхов, легкого – 16,8 %, желудка – 9,0 %, ободочной кишки – 8,7 %, молочной железы – 8,2 %, прямой кишки, ректосигмоидального соединения, ануса – 6,4 %, предстательной железы – 5,2 %. Удельный вес злокачественных новообразований, объединенных в группу «Прочие», составляет 20,8 %. За пятилетний период наблюдения зафиксировано увеличение показателей смертности от

злокачественных новообразований ободочной кишки, гортани, шейки матки, яичника, предстательной железы, мочевого пузыря, других новообразований кожи, злокачественных лимфом. В 2016 г. показатель смертности населения Волгоградской области от злокачественных новообразований, превышающий среднеобластной, зафиксирован на 17 территориях области, из них наиболее высокий в Котовском (330,4 на 100 тыс. населения), Даниловском (279,8), Октябрьском (259,8) районах.

Интенсивные показатели заболеваемости, смертности отражают частоту изучаемых явлений в популяции, но не позволяют соотнести эти явления друг с другом. В связи с этим интерес представляет расчет коэффициента «смертность/заболеваемость», который расширяет возможности для анализа. Чем меньше величина индекса, тем выше выживаемость заболевших. Специалисты отмечают, что данный подход целесообразен для классов болезней с высоким риском летальных исходов, каковыми и являются ЗН. Результирующее значение коэффициента зависит от многих составляющих, прежде всего от интенсивности и своевременности выявления заболевания и от эффективности и результативности медицинской помощи [1]. Коэффициент «смертность/заболеваемость» был рассчитан для административных территорий Волгоградской области в динамике трех лет. Коэффициент в целом по области составил в 2016 г. 0,42 при положительной динамике в течение трех лет. Наиболее низкие и стабильные показатели отмечаются в крупных городах (Волгоград и Волжский). Анализ показателя позволил выделить также районы области, являющиеся территориями «риска», с высоким показателем, значительно превышающим среднеобластной, и оценить динамику на отдельных территориях (таблица)

Динамика коэффициента «смертность/заболеваемость» злокачественными новообразованиями с впервые установленным диагнозом на некоторых административных территориях Волгоградской области

Административная территория	Год		
	2014	2015	2016
г.Волгоград	0,53	0,42	0,43
г. Волжский	0,55	0,54	0,56
Алексеевский район	0,3	0,8	0,64
Палласовский район	0,68	0,77	0,69
Старополтавский район	0,81	0,70	0,69
Октябрьский район	1,13	0,83	0,68
Волгоградская область	0,48	0,49	0,42

Таким образом, проблема злокачественных новообразований на территории Волгоградской области остается актуальной. Анализ показателей заболеваемости и смертности, дополненный расчетом информативного индекса «смертность/заболеваемость», позволил определить территории «риска», оценить динамику процесса и дополнить картину изучения популяционного здоровья. Результаты мониторинга злокачественных новообразований могут быть использованы специалистами по общественному здоровью и здравоохранению для разработки конкретных мероприятий по снижению уровня смертности с учетом выявленных неблагоприятных территорий и динамики показателей на территории субъекта РФ.

### Список литературы

1. Глинская Т.Н., Щавелева М.В., Гулицкая Н.И. Прикладные аспекты анализа показателей здоровья населения // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения в промышленно развитых регионах: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь, 2010. – С. 130–133.

2. Злокачественные новообразования в России: обзор статистической информации за 1993–2013 гг. / Г.В. Петрова, А.Д. Каприн, О.П. Грецова, В.В. Старинский; под общ. ред. чл.-корр. РАН, проф. А.Д. Каприна, проф. В.В. Старинского. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2015. – 511 с.

## Осторожно, человеко–годы. Опыт наблюдения парадокса Симпсона в эпидемиологических исследованиях риска

**В.Ф. Обеснюк**

ФГУП «Южно-Уральский институт биофизики  
Федерального медико-биологического агентства»,  
г. Озерск, Россия

На примере конкретных публикаций показано, что использование категории «человеко-годы» в целях многофакторного анализа риска здоровью при проведении исследований демографическими или эпидемиологическими методами может приводить к ложным выводам из-за влияния парадокса Симпсона при группировании наблюдений. Парадокс возникает при сравнении неоднородных страт.

Современная теория риска призвана изменить парадигму XVII–XVIII вв., поставив во главу угла категорию условной вероятности наступления нежелательных событий, а не принцип сопоставления их интенсивностей. Это особенно актуально, если речь идет об определении возможного вреда здоровью под влиянием таких факторов и в таких условиях, когда персональный ущерб объективно измерить невозможно, но возможно количественно определить закономерности изменения стохастической выживаемости большой группы людей или наступления отдаленных последствий. Для этого необходимо создание специализированного программного обеспечения, способного решать задачу оценки рисков как обратную.

**Ключевые слова:** пожизненный риск, когорта, эпидемиология, показатель, интенсивность, выживание, парадокс, фактор риска, отдаленные последствия.

Категория «человеко-годы» [9] исторически возникла в связи с анализом риска возникновения нежелательных последствий для здоровья – сначала в популяционных исследованиях, а затем и в когортных. Эпидемиологический словарь определяет это понятие, как «человеко-время (*person-time*) – измерение, комбини-

рующее людей и время в качестве знаменателя при вычислении инцидентности и смертности ..., когда отдельные лица испытывают риск развития заболевания или смертельного исхода в течение разного времени. Это сумма всех отрезков времени, в течение которых все лица находились под риском». По-видимому, первым исследователем [3], фактически использовавшим понятие в середине XVII века, был Джон Граунт. Количество человеко-лет наблюдения традиционно применялось и применяется для оценок интенсивности смертности или заболеваемости, которые многие практикующие эпидемиологи прямо связывают с терминами «риск» или «показатель риска»:

$$\lambda = \frac{\Delta M}{\Delta A}, \quad (1)$$

где  $\Delta M$  – число случаев за период наблюдения;  $\Delta A$  – количество человеко-лет наблюдения. Заметим, что величина  $\lambda$  вошла в оборот еще до начала бурного развития математики, вызванного открытием дифференциального и интегрального исчисления, а также теории вероятности и математической статистики. Англоязычные справочники также определяют показатель как *stratum-specific rate* или как *hazard*. Именно демографы подтолкнули поиск его приложений как в области дескриптивной статистики, так и математической [3].

Известно, что и само слово «статистика» впервые было использовано Готфридом Ахенваллем в 1746 году в качестве эквивалентного названия дисциплины «Государствоведение» в Марбургском и Геттингенском университетах, то есть в дескриптивном смысле.

Современная теория риска меняет парадигму XVII–XVIII вв., ставя во главу угла категорию вероятности [1], т.е. прямо определяя риск как вероятность наступления нежелательных событий (при комбинации условий – т.е. как условную вероятность). Для научной демографии и доказательной эпидемиологии это особенно актуально, если речь идет об определении возможного вреда здоровью под влиянием таких факторов и в таких условиях, когда персональный ущерб объективно измерить невозможно, но возможно количественно определить закономерности изменения стохастической выживаемости большой группы людей или наступления отдаленных последствий. Поиски научного подхода к измерению такого рода биологических эффектов интенсифицировались с 70-х гг. прошлого столетия в связи с повсеместным ростом химических, фармакологических, радиационных, экологических и прочих техногенных рисков.

На первый взгляд, смена научной парадигмы никак не противоречит категории «человеко-лет», поскольку распределение членов однородной изучаемой когорты можно описать функцией распределения по возрасту  $t$ :

$$F(t) = 1 - \exp\left(-\int_0^t \lambda(\tau) dt\right), \quad (2)$$

где  $\lambda(t)$  – интенсивность смертности от всех причин, например;  $F(t)$  – риск смерти и он же – функция распределения. При этом  $\lambda(t) = F'(t)/(1 - F(t))$  или  $\lambda(t) = -S'(t)/S(t)$ , где  $S(t)$  – функция выживания  $S(t) = 1 - F(t)$ . Функция распределения и функция выживания оцениваются эмпирически, благодаря чему на лю-



бом конечном интервале наблюдения  $\Delta t$  при достаточной величине изучаемой выборки  $N_0$  вместе с условием  $N(t) \approx N_0 S(t)$  можно прийти к формуле (1):

$$\lambda(t) = -S'(t)/S(t) \approx -\frac{N_0(S(t+\Delta t) - S(t))}{N_0 S(t)\Delta t} = -\frac{\Delta N}{\Delta A} = \frac{\Delta M}{\Delta A}.$$

Таким образом, в описательном смысле понятия риска и интенсивности риска равноправны. Казалось бы, остается подобрать группу сравнения и сделать выводы. Однако практика применения убеждает нас, что это было бы неверно. И дело не только в том, что отношения интенсивностей рисков и самих рисков в изучаемой группе и группе сравнения различны по смыслу и по величине, но также в том, что каждый из этих показателей определен для *однородной* группы, а сами показатели должны отличаться только одним изучаемым фактором. Однако именно это обстоятельство исследователями не всегда строго контролируется.

**Примеры наблюдения парадокса Симпсона при сравнении неоднородных групп.** Метод сопоставления исследуемой группы и контрольной фактически приводит к оценкам таблиц сопряженности. Они строятся как на принципе непосредственного сопоставления рисков (классические таблицы сопряженности), так и на принципе сопоставления интенсивностей наблюдения событий. В последнем случае как раз и применяется категория «человеко-годы».

Для иллюстрации математических артефактов, к которым относится парадокс Симпсона, рассмотрим табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ показателей смертности среди белых женщин Майами и Аляски в 1970 г.

Возрастная группа, лет	Майами			Аляска		
	$\Delta A$ Чел. · лет	$\Delta M$ (умершие)	Показатель (% в год)	$\Delta A$ Чел. · лет	$\Delta M$ (умершие)	Показатель (% в год)
<15	114 350	136	1,19	37 164	59	1,59
15–24	80 259	57	0,71	20 036	18	0,90
25–44	133 440	208	1,56	32 693	37	1,13
45–64	142 670	1 016	7,12	14 947	90	6,02
65 и старше	92 168	3 605	39,11	2 077	81	39,00
Все возрасты*	<b>562 887</b>	<b>5 022</b>	<b>8,92</b>	<b>106 917</b>	<b>285</b>	<b>2,67</b>

Примечание: \* – *crude rate*.

Причина артефакта демографам хорошо известна. Она заключается в том, что при объединении страт сыграл роль такой скрытый фактор, как региональное различие распределений жителей по возрасту. Объединенная региональная страта оказалась неоднородной. Способ исправления ошибки в данном случае известен. Действительно, можно ввести в рассмотрение любое «стандартное» распределение по возрастным категориям, например, просто объединив две административные единицы в одну. Тогда оценка показателя сведется к подсчету средневзвешенного значения по возрастным группам. Пусть, например, структура распределения долей в едином стандарте дается отношениями 0,23: 0,15: 0,25: 0,23: 0,14. Для подгруппы «Майами» показатель составит 7,88 ‰·год<sup>-1</sup>, а в подгруппе «Аляска» – 7,63 ‰·год<sup>-1</sup>.

Очевидно, теперь по наблюдаемой разнице уже нельзя сделать заключения о статистически значимых различиях в состоянии здоровья жителей двух регионов. Казалось бы, парадокс преодолен.

Однако сама по себе процедура стандартизации неоднородность не устраняет. Не удивительно, что стандартизированный показатель годового риска уже давно подвергается критике [17], поскольку по его величине все же не удастся адекватно судить о состоянии здоровья/нездоровья популяции. К этому выводу можно прийти и самостоятельно, например, если сравнить три возрастные зависимости интенсивности смертности от рака легкого для трех разных групп населения, в которых стандартизированный риск был арифметически тождественным (рисунок), зато пожизненный риск различался в 1,25 раза. Причем его значения были выше совсем не в той когорте, где наблюдалась максимальная интенсивность специфической смертности. Действительно, предположим, что когорты 1 и 2 были подвержены разным уровням воздействия некоторого поллютанта. Фоновая, с нулевым уровнем воздействия, когорта используется в качестве группы сравнения. Очевидно, если оперировать не категорией стандартизованного показателя риска, а вероятностной категорией ущерба здоровью когорты, то в выборке 2 она была выше, поскольку регистрация смерти от рака легкого в аналогичных объемах началась раньше и, как можно вычислить, привела к большей величине кумулятивного эффекта, в качестве которого можно применить пожизненный риск гибели от рака. Таким образом, если откликом на воздействие поллютанта является изменение формы распределения  $\lambda(t)$ , то надо правильно выбирать меру биологического эффекта. Она не должна сводиться к «средней температуре по больнице».

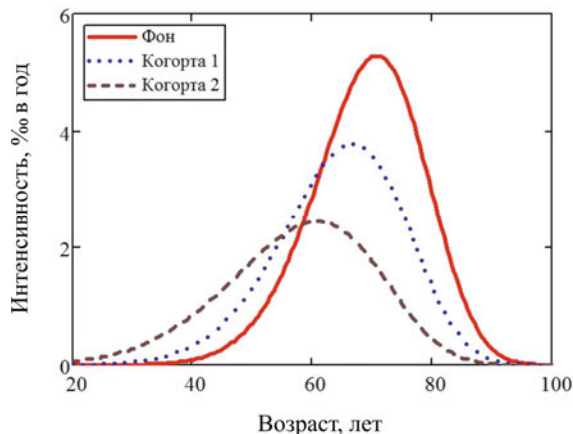


Рис. Возрастная зависимость интенсивности смертности от рака легкого в трех разных когортах мужского пола, обладающих одинаковым стандартизованным показателем 68:100 000 в год. Результат математического моделирования

Другим примером ошибочного использования годовых показателей риска и пуассоновской регрессии являются работы известной группы исследователей [2, 4, 6–8]. По их наблюдениям (табл. 2), например, уверенно, или статистически значимо, регистрируется снижение заболеваемости артериальной гипертен-

зией вместе с ростом дозы внутреннего облучения на печень свыше 0,05 Гр среди мужчин, контактирующих с соединениями плутония. Между тем доза от плутония 0,05 Гр эквивалентна дозе внешнего облучения 1,0 Зв, что соответствует 50 годам работы на уровне установленного дозового предела допустимого облучения 20 мЗв/год для профессионалов. Таким образом, столь «благоприятное» действие плутония на организм мужчин не находит соответствия действующим нормам радиационной безопасности. Объяснение этого «феномена» почти такое же, как и для табл. 1, однако источников неоднородности страт здесь уже больше, так как выборки составлены из представителей технологически различных производственных участков, причем с двумя совершенно разными видами радиационного облучения. Не помогла даже стандартизация показателя риска, которой авторы работы [4] определенно владели!

Таблица 2

Заболеваемость артериальной гипертензией среди работников  
ПО «МАЯК», получивших различные дозы внутреннего облучения [4]

Пол	$D < 0,025$ Гр		0,025–0,05 Гр		$D > 0,05$ Гр	
	Число случаев	Показатель (% в год)	Число случаев	Показатель (% в год)	Число случаев	Показатель (% в год)
Мужчины	1416	21,11 ± 0,5	481	20,65 ± 1,1	963	17,74* ± 0,72
Женщины	694	18,59 ± 0,71	253	21,42 ± 1,68	600	20,61 ± 1,09

Примечание: \* – статистически значимое наблюдение.

Те же исследователи, благодаря сравнению неоднородных групп, «нашли» не менее парадоксальные результаты. Например, в работе [8] при изучении последствий хронического воздействия ионизирующего излучения на интенсивность смертности от цереброваскулярных заболеваний они «обнаружили», что при альфа-облучении работников мужского пола в дозовом интервале 0,1–0,5 Гр происходил прирост показателя смертности с дозой, а в целом по мужской части когорты «наблюдался» статистически значимый спад с трендом  $\text{ИОР}_{\text{Гр}} = -0,056 \text{ Гр}^{-1}$  (95%-ный ДИ: от  $-0,094$  до  $-0,018$ ). До выводов о том, что внутреннее облучение от поступивших в организм радионуклидов было полезным, дело не дошло, но парадокс Симпсона налицо. В аналогичной статье [6] на основании проведенных исследований можно обнаружить, что для той же когорты с высоким вероятным уровнем вероятности регулярное употребление алкоголя работниками-мужчинами повышает уровень заболеваемости цереброваскулярными заболеваниями, а для женщин этот показатель, напротив, ниже среди пьющих. И здесь абсурдность и парадокс Симпсона идут рука об руку.

Весьма наглядно несоответствие оценок дозового тренда, наблюдаемое при изучении заболеваемости старческой катарактой [2], где в основу также положен показатель интенсивности риска возникновения заболевания. Например, в табл. 3 можно видеть, что при однофакторной группировке наблюдений по дозе облучения в основной группе работников, для которых нормы радиационной безопасности заведомо соблюдались, показатель заболеваемости составил  $\lambda_0 = 1631 / 255036 = 6,39 \text{ \%} \cdot \text{год}^{-1}$ . Однако в группе свыше 1 Гр аналогичный показатель составил уже  $\lambda_4 = 12,31 \text{ \%} \cdot \text{год}^{-1}$ .

Тогда избыточный относительный риск на единицу дозы в рамках предположения о линейном тренде должен был бы составить

$$\text{ИОР}_{\text{Гр}} \approx \frac{\lambda_4 - \lambda_0}{\lambda_0 (D_4 - D_0)} = 0,89 \text{ Гр}^{-1}. \quad (3)$$

В области малых доз он еще выше. Однако в тексте статьи [2] можно увидеть иную оценку, сделанную частично с учетом стратификации наблюдений, но по всей когорте, а именно  $\text{ИОР}_{\text{Гр}} = 0,28 \text{ Гр}^{-1}$  (95%-ный ДИ: 0,20–0,37), то есть одна из оценок не попадает в доверительный интервал другой, а сами они различаются примерно в три раза. Парадокс Симпсона налицо. Каким оценкам в этом случае следует доверять? Вероятно, никаким.

Таблица 3

Относительный риск (ОР) заболеваемости катарактой в зависимости от кумулятивной дозы внешнего гамма-облучения (цитируется по [2])

Кумулятивная доза внешнего $\gamma$ -облучения (Гр)	Средняя доза внешнего $\gamma$ -облучения (Гр)	Человеко-годы наблюдения	Случаи катаракты	ОР (95%-ный ДИ)
(0 – 0,25)	0,08	255036,0	1631	1
[0,25 – 0,50)	0,36	69097,1	702	1,23 (1,11 – 1,35)
[0,50 – 0,75)	0,62	35678,2	365	1,13 (1,00 – 1,28)
[0,75 – 1,00)	0,87	25915,0	321	1,38 (1,21 – 1,57)
[1,00 – 1,25)	1,12	18191,8	224	1,43 (1,23 – 1,66)
[1,25 – 1,50)	1,37	15147,2	217	1,57 (1,34 – 1,83)
[1,50 – 2,00)	1,73	20066,3	296	1,59 (1,39 – 1,83)
> = 2,00	2,67	25498,0	387	1,61 (1,41 – 1,83)

В работе [7] попытки отдельного учета влияния двух типов ионизирующей радиации на болезни системы кровообращения (БСК) в рамках отдельного однофакторного анализа также привели к парадоксу. Избыточный относительный риск на единицу дозы при воздействии внешнего гамма-облучения составил  $\text{ИОР}_{\text{Гр}} = 0,05 \text{ Гр}^{-1}$  (95%-ный ДИ: 0,0–0,11). Был также установлен статистически значимый восходящий тренд смертности от БСК с увеличением поглощенной дозы внутреннего альфа-излучения в печени  $\text{ИОР}_{\text{Гр}} = 0,27 \text{ Гр}^{-1}$  (95%-ный ДИ: 0,12–0,48). С учетом относительной биологической эффективности альфа-излучения по сравнению с гамма-излучением получается  $\text{ИОР}_{\text{Зв}} = 5,4 \text{ Зв}^{-1}$  (95%-ный ДИ: 2,4–9,6), то есть на порядок больше, чем в когорте жертв бомбардировки в Хиросиме и Нагасаки, что само по себе должно было вызвать удивление. Но это не помешало авторам написать, что «... результаты ... исследования хорошо согласуются с оценками риска, полученными в японской когорте лиц, выживших после атомной бомбардировки ...», несмотря на то, что авторы видели, как «...  $\text{ИОР}_{\text{Гр}}$  уменьшался и становился статистически незначимым при введении поправки на дозу внешнего гамма-облучения» [2].

В области эпидемиологических исследований действия радиации категория «человеко-годы» используется очень широко. Именно она подталкивает исследователей риска к неоправданным выводам и обобщениям, игнорирующим первоначальный вероятностный смысл введения показателей. Имеется существенный методологический дефект, когда с целью оценки риска смерти в радиационно-эпидемиологических исследованиях измеряется показатель hazard, но не сам риск. Логическое противоречие особенно типично при изучении стохастических событий в когорте, обычно зависящих от дозы воздействия  $D$ , которая кумулятивна по своему смыслу, в то время как показатель риска  $\lambda(t)$  является «мгновенной» характеристикой когорты, которую можно отнести к некоторому возрасту. Однозначная связь  $\lambda(t)$  с дозой кажется логичной для острого воздействия вредного вещества, но совершенно не характерна для пролонгированного действия. Например, хроническое низкоинтенсивное радиационное облучение предполагает корреляцию дозы и возраста. Если обычная для эпидемиологии стратификация производится по обеим этим величинам, то при низких уровнях облучения будет естественным, что для лиц со сравнительно большими возрастными смертями наблюдаемая доза окажется больше. Применение методов максимального правдоподобия по типу руководства [23] приведет к ложной интерпретации этого факта: для членов когорты с большей дозой регистрируемая продолжительность жизни окажется выше, а «мгновенные» показатели специфической смертности  $\lambda(t, D)$  – ниже. Таким образом, применение показателя интенсивности смертности/заболеваемости чревато эпидемиологическим «наблюдением» ложного гормезиса, что на самом деле могло бы являться не более чем математическим артефактом. Несмотря на использование сослагательного наклонения в предыдущем предложении, автор уверен, что отмеченный артефакт неоднократно наблюдался в области малых доз, где он очевидным образом должен быть выражен более всего. При этом он трактовался многими исследователями в качестве истинного радиационно-эпидемиологического гормезиса или антиопухолевого эффекта [10–16, 18–22, 24].

**Обсуждение и анализ проблемы оценки риска.** Знание и нормирование основных факторов риска лежит в основе государственного санитарно-эпидемиологического контроля и регулирования. Но любая наука, построенная на опыте, нуждается в своем особом инструментарии. Недостаточно определить понятие риска теоретически. Его необходимо также уметь измерять на практике. Риск всегда обусловлен несколькими внешними и внутренними причинами, то есть является многофакторной величиной. Обеспечить строго однофакторную зависимость риска можно только в эксперименте, который по этическим причинам не всегда может быть выполнен на людях. Альтернативой являются эпидемиологические или клинико-эпидемиологические исследования многофакторного типа. Без получения такой информации невозможна практика управления рисками, требующая умения их прогнозировать в заданных санитарно-эпидемиологических условиях.

Анализ сложившейся практики оценки рисков показывает, что традиционно используемые таблицы сопряженности или однофакторные статистические инструменты трудно приспособить к многофакторным рандомизированным наблюдениям. Как было показано выше, пуассоновская регрессия, построенная на ошибочном использовании категории «человеко-лет» наблюдения, может приводить к ложным выводам. Одним из вариантов решения проблемы может быть переход

к оценке сугубо вероятностных показателей специфического риска, например, условного пожизненного риска. В области радиационной эпидемиологии имеется положительный пример – к нему прямо призывает Международная комиссия по радиологической защите [5]. Алгоритм статистического исследования, построенный на принципе оценки кумулятивного эффекта, может использоваться и при анализе нерадиационных воздействий, если только их величину можно будет характеризовать некими кумулятивными «дозами». Риск может быть только условным, а значит, будет зависеть от пола, момента начала экспозиции, момента наблюдения индивидуального эффекта в группе, от сопутствующих физиологических процессов, способных повлиять на наблюдаемый маркер эффекта, от статуса курения, от локализации ущерба, от характера воздействия. Фактором, вызывающим неоднородность выборки, может являться даже способ наблюдения биологического эффекта (способ постановки диагноза); недаром в среде эпидемиологов используется термин «выявляемость». Наконец, исследуемый риск отдаленных последствий зависит от возможности реализации иных смертельных рисков. Все эти факторы являются условиями для реализации условной вероятности, а значит, должны являться условиями и для ее оценки.

**Выводы.** Оценка пожизненного риска и его дозового тренда в любой неоднородной когорте является сложной статистической проблемой многофакторного анализа, решить которую без специализированных вычислительных средств невозможно. Доступное в настоящее время универсальное программное обеспечение, как правило, непригодно для этой цели. Необходимо создание специализированного программного обеспечения, способного решать задачу оценки рисков как обратную. Прототипом могла бы служить логистическая регрессия, если только не абсолютизировать роль логистической функции. Областей приложения в медицине и здравоохранении имеется много – прогнозирование по результатам скрининга (онкология, кардиология, гастроэнтерология и др.), медицинская статистика, когортная и клиническая эпидемиология, клиническая токсикология, а также создание программного обеспечения обработки иной статистической информации, показатели которой имеют вероятностный характер.

### Список литературы

1. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития / под ред. акад. Г.Г. Онищенко и акад. Н.В. Зайцевой. – М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
2. Брагин Е.В., Азизова Т.В., Банникова М.В. Риск заболеваемости старческой катарактой у работников предприятия атомной промышленности // Вестник офтальмологии. – 2017. – Т. 133, № 2. – С. 57–63.
3. Граунт Дж., Галлей Э. Начала статистики населения, медицинской статистики и математики страхового дела / пер. с англ. О.Б. Шейнина. – Берлин, 2005. – 133 с.
4. Показатели заболеваемости артериальной гипертензией в когорте работников атомной промышленности / К.В. Кузнецова, Т.В. Азизова, М.В. Банникова [и др.] // Артериальная гипертензия. – 2016. – Т. 22, № 3. – С. 299–308.
5. Публикация 103 Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ): пер с англ. / под общей ред. М.Ф. Киселева и Н.К. Шандалы. – М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. – 344 с.

6. Риск заболеваемости и смертности от цереброваскулярных заболеваний в когорте первого в России предприятия атомной промышленности / Т.В. Азизова, М.Б. Мосеева, Е.С. Григорьева [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2012. – Т. 57, № 1. – С. 17–29.

7. Риск смерти от болезней системы кровообращения в когорте работников, подвергшихся хроническому облучению / Т.В. Азизова, Е.С. Григорьева, Н. Хантер, М.В. Пикулина, М.Б. Мосеева // Терапевтический архив. – 2017. – Т. 89, № 1. – С. 18–27.

8. Риски заболеваемости и смертности от цереброваскулярных заболеваний в когорте работников ПО «МАЯК», подвергшихся хроническому облучению / Т.В. Азизова, К.Р. Мьюрхед, М.Б. Мосеева [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2010. – Т. 55, № 6. – С. 26–38.

9. Эпидемиологический словарь / под ред. Дж.М. Ласта. – М.: ОИЗ, 2009. – 316 с.

10. Anti-tumor effect of low dose total (or half) body irradiation and changes of the functional subset of peripheral blood lymphocytes in nonHodgkin's lymphoma patients / S. Yamada [et al.] // Low Dose Irradiation and Biological Defense Mechanisms. Amsterdam: Experta Medica Publ. – 1992. – P. 113–116.

11. Case-control study of lung cancer risk from residential radon exposure in Worcester County, Massachusetts / R.E. Thompson [et al.] // Health Phys. – 2008. – Vol. 94. – P. 228–241.

12. Cohen B.L. Cancer risk from low level radiation // American Journal of Roentgenology. – 2002. – Vol. 179. – P. 1137–1143.

13. Cohen B.L. Test of the LNT theory of radiation carcinogenesis for inhaled radon decay products // Health Physics. – 1995. – Vol. 68, № 2. – P. 157–174.

14. Cohen B.L. The cancer risk from low level radiation // Health Phys. – 1980. – Vol. 39. – P. 659–678.

15. Cohen B.L. The cancer risk from low level radiation // Radiat. Res. – 1998. – Vol. 149. – P. 525–526.

16. Epidemiological investigation of radiological effects in high background radiation areas of Yangjiang China / L. Wei, Y. Zha, Z. Tao [et al.] // J. Radiation Res. – 1990. – Vol. 31, № 1. – P. 119–136.

17. Gaffey W.R. A Critique of the Standardized Mortality Ratio // Journal of Occupational Medicine. – 1976. – Vol. 18, № 3. – P. 157–160.

18. Haynes R.M. The distribution of domestic radon concentrations and lung cancer mortality in England and Wales // Radiation Protection Dosimetry. – 1988. – Vol. 25, № 1. – P. 93–96.

19. Howe G.R. Lung Cancer Mortality Between 1950 and 1987 after Exposure to Fractionated Moderate-Dose-Rate Ionizing Radiation in the Canadian Fluoroscopy Cohort Study and a Comparison with Lung Cancer Mortality in the Atomic Bomb Survivors Study // Radiat. Res. – 1995. – Vol. 142. – P. 295–304.

20. Kostyuchenko V.A., Krestinina L.Yu. Long term irradiation effects in the population evacuated from the East-Urals radioactive trace area // Scient. Total Environment. – 1994. – Vol. 142, № 1. – P. 119–125.

21. Lung cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients / F.G. Davis, J.D. Boice, C. Hrubec [et. al.] // Cancer. Res. – 1989. – Vol. 49. – P. 6130–6136.

22. Nambi K.S.V., Soman S.D. Environmental radiation and cancer in India // Health Physics. – 1987. – Vol. 52, № 5. – P. 653–657.

23. Preston D., Lubin J., Pierce D. Epicure User's Guide. Release 2. – 1998. – 344 p.
24. Rossi H.H., Zaider M. Radiogenic lung cancer: The effects of low doses of low linear energy transfer (LET) radiation // Radiat. Environ. Biophys. – 1997. – Vol. 36. – P. 85–88.
25. Sheynin O. Theory of Probability: A Historical Essay. 2-nd ed. – Berlin, 2009. – 326 c.

## **Бездомные животные как медико-биологическая проблема крупного города**

**И.В. Май, Е.В. Максимова**

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

Изложены результаты по оценке медико-биологических рисков для здоровья населения численности, связанных с численностью бездомных и безнадзорных животных в г. Перми. Установлено, что на территории города с апреля 2016 г. по март 2017 г. обитает 6836 бездомных собак и их численность с 2012 г. не снижается. Доказано, что порядка 6–18 % случаев бактериальных кишечных инфекций, микозов и токсоплазмоза у детей и взрослых Перми достоверно ассоциировано с численностью бездомных животных. Также каждый год фиксируется до 1100 укусов людей безнадзорными животными. Ежегодный ущерб от заболеваемости населения зоонозами и травмами от укусов составляет более 18 млн рублей, что намного выше объемов финансирования, ориентированных на регулирование численности бездомных животных.

**Ключевые слова:** безнадзорные животные, численность животных в городе, заболеваемость зоонозами, математические модели связи.

Современный российский город уже нельзя представить без уличных собак и кошек, которые на данный момент являются неотъемлемой частью любого города. Животные, скитающиеся по улицам городов, – это выброшенные домашние питомцы или их потомки. По данным Всемирного общества защиты животных (WSPA) на планете насчитывается около 500 млн собак, из которых 75 % являются бездомными. Существует несколько основных причин, по которым традиционно домашние животные в таком огромном количестве становятся бездомными: это – потерявшиеся домашние любимцы; животные, выброшенные на улицу; естественное размножение бездомных животных. К росту численности приводит низкий уровень стерилизации, наличие повсеместно доступного корма и убежищ [3, 6, 9, 11].

Безнадзорные животные ухудшают санитарно-эпидемиологическую обстановку в городах. Бесконтрольное увеличение числа бездомных животных может привести к укусам или нападению животных на граждан. Помимо этого животные – это источник распространения инфекций, некоторые из них опасны. Собаки



являются переносчиками около 45 зоонозов, таких как бешенство, кишечные инфекции, эхинококкоз, токсокароз, лептоспироз [2].

Сегодня с проблемой безнадзорных животных в странах успешно справляются. К примеру, в развитых странах на примере США, существует программа надзора за животными, которая включает в себя ограничение численности животных у одного владельца; отлов бездомных животных и организацию приютов; стерилизацию животных и получение лицензии на владение; современные методы быстрого поиска потерянного животного и т.п. [1, 10].

В нашей стране попытки решения проблемы гуманности в отношении с животными на федеральном уровне были сделаны в проекте закона «О защите животных от жестокого обращения», который до сих пор не принят. Основными действующими федеральными законами в отношении регулирования численности собак и кошек в населенных пунктах на сегодняшний день являются Гражданский кодекс, ст. 226 «Безнадзорные животные», Постановление Совета Министров РСФСР № 449 от 23.09.1980 г. с исправлениями от 1992 г. «Об упорядочении содержания собак и кошек в городах и других населенных пунктах РСФСР» и ст. 245 УК РФ «О жестоком обращении с животными» [7]. На уровне регионов и муниципалитетов – недостаточное финансирование мероприятий по регулированию численности животных, также не проводятся исследования по мониторингу численности животных. Определение характера влияния численности бездомных животных на показатели состояния здоровья горожан может являться основой программы для медико-профилактических мероприятий.

Данные обстоятельства обусловили актуальность изучения медико-биологических проблем города, связанных с бездомными животными. В качестве объекта был выбран краевой центр – г. Пермь, в 2007 г. проводились натурные исследования по определению численности бездомных собак [5].

**Цель исследования** – оценка медико-биологических рисков для здоровья населения, связанных с численностью бездомных и безнадзорных животных в г. Перми.

В соответствии с целью исследования в работе поставлены следующие задачи:

- проведение учета и расчетов численности бездомных и безнадзорных животных в городе;
- выполнение анализа заболеваемости зоонозами;
- выявление достоверных математических зависимостей между уровнями заболеваемости населения г. Перми зоонозами и численностью бездомных животных;
- расчет экономических потерь, обусловленных заболеваемостью населения, ассоциированной с обитанием безнадзорных животных в городе.

**Материалы и методы.** В процессе работы применялся комплекс экологических, эпидемиологических, санитарно-гигиенических и статистических методов исследования.

Учет численности бездомных и безнадзорных собак проводился по методике накопительного учета А.Д. Пояркова и Н.Г. Челинцева [8, 12, 13], где рассмотрены особенности распространения животных в парковых, лесопарковых и промышленных зонах города.

На территории Свердловского района г. Перми было заложено и обследовано семь площадок с разными типами жилой застройки.

Территория с промышленной зоной представлена на площадке 2 (участок улиц Васильева – Курчатова). Территория с малоэтажной застройкой представлена на площадке 3 (участок улиц Куйбышева – Брестская – Гатауллина – Новосибирская). Территория со среднеэтажной застройкой представлена на площадках 1 (участок улиц Тбилисская – Лодыгина – Вижайская – Таборская) и 5 (участок улиц Героев Хасана – Чкалова – Льва Шатрова). Территория с высокоэтажной застройкой представлена на площадках 4 (участок улиц Емельяна Ярославского – Уфимская – Солдатова – Моторостроителей) и 6 (участок улиц Куйбышева – Чкалова – Клары Цеткин). Территория административно-делового центра представлена на площадке 7 (участок улиц Островского – Белинского – Комсомольский проспект – Пушкина).

Учет численности проводился с апреля 2016 г. по март 2017 г., где подсчитывали численность бездомных собак на площадках. Были приняты следующие условные обозначения: С – сука, К – кобель, Щ – щенок, особи – невозможно определить пол по разным причинам.

По возможности животных фотографировали (рис. 1).

Данные заносились в учетные таблицы по каждому месяцу, где отмечали территорию обнаружения животных, число обнаруженных особей/стай, описание полового состава.

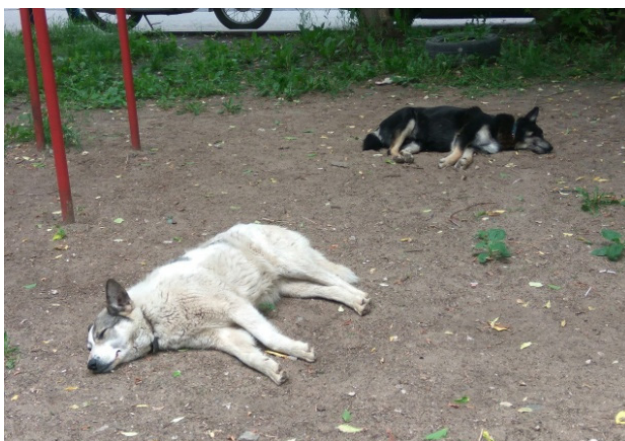


Рис. 1. Бездомные собаки на улице г. Перми (май 2017 г.)

Для анализа связей заболеваемости населения с численностью бездомных животных проводили выкопировку данных из базы территориального фонда общего медицинского страхования (ТФОМС) по г. Перми и Пермскому краю за 2011–2015 гг. Учитывали заболевания, которые доказанно передаются от домашних и бездомных животных к человеку и имеют коды в международном классификаторе болезней МКБ-10, в том числе бактериальные кишечные инфекции (А04), микозы (В36), хламидии (А74), токсоплазмоз (В58), лептоспироз (А27), эхинококкоз (В67), цестоды (В71) и гельминты (В83).

Корреляции оценивали на основе сопряжения данных о численности животных и заболеваемости населения на определенных территориях. Для исследования были выбраны только бездомные животные.

Случаи заболеваний населения зоонозами за исследованный период геокодировали и наносили на карту в геоинформационной системе ARC GIS 3.2. Для установления относительных показателей заболеваемости (сл./1000 чел.) пересекали со слоем с численностью населения.

Для измерения тесноты связи между численностью собак на определенной территории и данных заболеваемости населения использовали корреляционно-регрессионный анализ.

Расчет экономических потерь проводили в соответствии с методическими рекомендациями 5.1. 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» [4].

**Результаты.** За период исследования на площадках 1, 3, 7 зафиксировано максимальное количество собак – 20–31 особь (табл. 1). Наименьшее количество особей обнаружено в промышленной зоне – 4 особи. На остальных площадках количество собак составило 8–12 особей. Среднее количество наблюдаемых бездомных собак составило 119 животных. Собаки в основном живут в стае, доля одиночных особей составляет 19–22 % в зависимости от времени года. Наибольшее число животных регистрируется в летний период (рис. 2).

Таблица 1

Результаты учетов бездомных и безнадзорных собак за июнь

№ площадки	Обследованные территории	Число животных	Число стай (число особей в стае)	Число одиночных особей
м/р Крохалева				
1	Тбилисская – Лодыгина – Вижайская – Таборская	31	7 стай: С1К1; К2; К3; С1К1; С2К4; С2К4Щ2; С4К1	К1; К1; С1
2	Васильева – Курчатова	4	1 стая: С1К1	К1; К1
	Итого	35	9 стай: К17; С11; Щ2	К1; С1
м/р Октябрьский				
3	Куйбышева – Брестская – Новосибирская	26	3 стаи: С2К4; К2; С1Щ6; 9	К1; С1
	Итого	26	3 стаи: С3; К6; Щ6+9	К1; С1
м/р Краснова				
4	Емельяна Ярославского – Солдатова – Уфимская – Моторостроителей	12	2 стаи: С2К3; С1Щ3	К1; К1; К1
	Итого	12	2 стаи: С3; К3; Щ3	К3
м/р Зеленое Хозяйство				
5	Героев Хасана – Чкалова – Льва Шатрова	8	2 стаи: К2; С2	4
	Итого	8	2 стаи: К2; С2	4
м/р Чкалова				
6	Куйбышева – Чкалова – Клари Цеткин	10	2 стаи: С2К4; С1К1	К1; К1
	Итого	10	2 стаи: С3; К5	К2
Центр				
7	Островского – Белинского – Комсомольский Проспект – Пушкина	20	3 стаи: С1Щ3; С2К2; С4К6	К1; С1
	Итого	20	3 стаи: С7; К8; Щ3	К1; С1
	Всего по исследуемым площадкам	111	21 стая – 93 особей (С29; К41; Щ14+9)	К11; С3; 4 особи

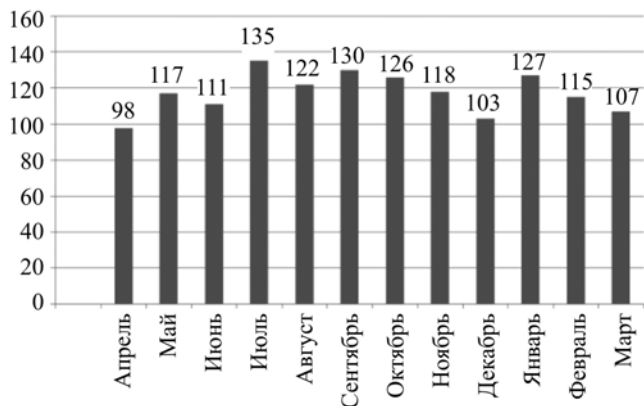


Рис. 2. Помесячная динамика численности животных на исследованный период

В популяции преобладают кобели, их численность 46–52 % от общей численности учтенных животных. Сук несколько меньше, численность варьируется от 33 до 37 % от общей численности учтенных животных. Щенков наблюдалось крайне мало (12 %).

С учетом численности животных и площадей обследованной территории Свердловского района была определена плотность особей на 1 км<sup>2</sup> (22,08 ос./км<sup>2</sup>).

По данным исследования в Свердловском районе обитает около 480 бездомных собак. Общая ориентировочная численность бездомных и безнадзорных животных на территории жилой застройки г. Перми составляет 2279 особей (табл. 2). Относительная статистическая ошибка составила 5,42 %. Показатели 2017 г. близки данным 2007 г., когда проводились натурные исследования по всему городу [5].

Таблица 2

Примерная численность безнадзорных собак на территории жилой застройки по административным районам за 2016–2017 гг.

Район	Плотность, особей на км <sup>2</sup>	Площадь жилой застройки, км <sup>2</sup>	Численность, особи
Орджоникидзевский	21,74	21,23	462
Мотовилихинский	17,94	30,73	551
Ленинский	14,15	6,11	86
Дзержинский	22,61	10,89	246
Кировский р-н	19,15	14,59	279
Свердловский	22,08	21,76	481
Индустриальный	16,35	10,62	174
Всего	19,66	115,93	2279

Если учитывать жилые, промышленные зоны, лесопарки и городские леса, то примерная численность составляет 6836 собак.

Установлено, что достоверно ( $p < 0,05$ ) связана с численностью бездомных животных детская заболеваемость бактериальными кишечными инфекциями

(в 16 % случаев), эхинококкозом (в 18 %) и микозами (в 12 %). Дети, увидев собаку, часто подходят погладить или поиграть с ней, тем самым появляется риск заражения паразитарными и инфекционными заболеваниями. Помимо этого можно заразиться биологическими агентами при игре с зараженным песком, через грязные руки, испачканные в почве или в луже, и т.п. Также возможно заразиться при подкормке бездомных животных и от домашних питомцев, которые непосредственно имели контакт с безнадзорными особями.

Моделирование связей травм с численностью животных не проводили, поскольку ежегодно из 2,0–2,5 тысячи укусов порядка 53 % приходится на домашних собак и около 47 % – на бездомных.

Детская заболеваемость бактериальными кишечными инфекциями, эхинококкозом и микозами достоверно связана с численностью бездомных животных (табл. 3).

Таблица 3

Оценка детской заболеваемости по территории г. Перми

Заболеваемость	Уравнение регрессии	$R^2$
Бактериальные кишечные инфекции	$Y = 2E-06x + 0,001$	0,16
Микозы	$Y = 1E-07x + 3E-05$	0,12
Эхинококкоз	$Y = 4E-08x - 1E-06$	0,18

Взрослая заболеваемость имела достоверные связи с численностью бездомных собак в части распространенности бактериальных кишечных инфекций, хламидиозов, токсоплазмозов и лептоспирозов (табл. 4).

Таблица 4

Оценка взрослой заболеваемости по территории г. Перми

Заболеваемость	Уравнение регрессии	$R^2$
Бактериальные кишечные инфекции	$Y = 2E-07x + 0,0002$	0,09
Хламидии	$Y = 1E-08x + 1E-06$	0,06
Лептоспироз	$Y = 3E-09x - 2E-07$	0,11
Токсоплазмоз	$Y = 1E-08x + 7E-07$	0,14

Все выявленные заболевания требуют амбулаторного или стационарного лечения, что часто приводит к листкам нетрудоспособности и исключению из производства национального валового продукта лиц трудоспособного возраста по причине болезни или по причине ухода за больным.

Расчет экономических потерь от заболеваемости, связанной с зоонозами и укусами животных, проводился по методическим рекомендациям в несколько этапов [4]. Ущерб от заболеваемости взрослого населения составил в 2015 г. порядка 10 465,4 млн рублей, от заболеваемости детского населения – 1 948,8 млн рублей. Экономические потери от укусов бездомными животными составили 5 894,3 млн рублей. Общий ущерб от заболеваемости населения г. Перми зоонозами и травмами, связанными только с бездомными животными, составил около 18 308,5 млн рублей. Эта сумма намного выше той суммы, которая выделяется муниципальными органами власти на регулирование численности бездомных животных.

**Выводы.** Результаты исследования показали, что в г. Перми численность безнадзорных и бездомных животных составляет 6836 собак. За 5 лет их численность сохранялась приблизительно на одном уровне в связи со свободным доступом к кормовой базе, в некоторые месяцы увеличивается в связи с приплодом. Благодаря программам стерилизации и помещения собак в приюты естественный рост числа бездомных животных сокращается.

Доля заболеваний бактериальными кишечными заболеваниями, эхинококкозом и микозами у детей в 12–18 % случаев достоверно связана с численностью безнадзорных животных. У взрослых эта доля составляет 6–14 % случаев при заболеваемости бактериальными кишечными инфекциями, лептоспирозом и токсоплазмозом, хламидиями. Нетрудоспособность в связи с указанными заболеваниями жителей города наносит экономический ущерб национальному хозяйству. Из-за отсутствия существенного снижения численности животных в городе общий ущерб от заболеваемости населения, ассоциированный с обитанием безнадзорных животных в городе, остается примерно на одном уровне и составляет более 18 млн рублей.

Минимизация рисков для здоровья жителей города достигается реализацией следующих мероприятий:

- должное содержание приютов для бездомных и безнадзорных животных;
- внедрение системы «отлов – стерилизация – возврат» для снижения численности животных естественным путем;
- чипирование животных, чтобы в случае потери питомца, он не пополнял ряды бездомных животных. Через сайт WWW.ANIMAL-ID.RU можно объявить о пропаже питомца или установить хозяев нашедшего животного, принеся его в клинику, где считают информацию с его микрочипа;
- просвещение населения. Необходимо обязательно ознакомить владельцев животных с правилами по содержанию своих питомцев, а также пропагандировать гуманное отношение ко всем животным. Внедрение программ об угрозах и опасности животных приведет к осведомлению о болезнях, общих для человека и животных.

Если решать проблему бездомных животных комплексно, можно не только добиться уменьшения численности животных, но и снизить риски здоровью населения.

### Список литературы

1. Акимов В.А. Безнадзорные животные. Основные проблемы и пути решения. – Пермь: Гармония, 2010. – 48 с.
2. Инфекционные болезни и эпидемиология: учебник / В.И. Покровский, С.Г. Пак, Н.И. Брико, Б.К. Данилкин. – 3-е изд., испр. и доп. – М., 2013. – 1008 с.
3. Мостуненко С. Комплекс мероприятий по сокращению численности безнадзорных животных на территории Воркуты. – 2013. – URL: <http://blog.bnkomi.ru/post-7630/> (дата обращения: 20.02.2016).
4. 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. – 2014. – 58 с.
5. Определение фактического и оптимального количества безнадзорных животных на территории г. Перми: отчет о НИР, договор № 111 / рук. А.О. Шилонов; исполн.: НОУ «УНЦ ООО «Воланд» при ПГУ». – Пермь, 2008. – 84 с.

6. Почему животные становятся бездомными: 7 основных причин. – 2014. – URL: <http://wanthome.ru/svezhie-novosti/pochemu-zhivotnye-stanovyatsya-bezdomnymi-7-osnovnykh-prichin> (дата обращения: 11.02.2016).

7. Пояганов Г.Б. Экологические, экономические и биоэтические проблемы регулирования численности безнадзорных животных в крупных мегаполисах. Программа гуманного регулирования численности безнадзорных животных комплексным методом // Ветеринарная патология. – 2006. – № 2 (17). – С. 7–12.

8. Поярков А.Д., Верещагин А.О., Горячев Г.С. Учет численности и популяционные характеристики бездомных собак г. Москвы // Животные в городе: мат. научно-практ. конф. – М.: ИПЭЭ РАН, 2000. – С. 84–87.

9. Поярков Д.В., Рахманов А.И. Животные на улице. Жилищное и коммунальное хозяйство. – М., 1979.

10. Рыбалко В.А. Обзор мирового опыта в решении проблемы бездомных животных // Ветеринарная патология. – 2006. – № 2 (17). – С. 12–19.

11. Цивилизованные методы сокращения численности бездомных животных. – 2012. – URL: <http://ligapethelp.org/forum/viewtopic.php?p=3564> (дата обращения: 02.03.2016).

12. Челинцев Н.Г. Математические основы учета животных. – М., 2000. – 431 с.

13. Челинцев Н.Г. Методы расчета численности при сплошном учете животных. – М.: ВНИИОПиЗД, 1989. – 235 с.





## Раздел IV

---

# **Анализ риска пищевой и иной потребительской продукции на этапах производства и обращения. Гигиенические стандарты безопасности**



## Об оценке риска для здоровья населения Алтайского края от химического загрязнения продуктов питания (анализ за 2014–2016 гг.)

И.Г. Пащенко, А.А. Ушаков, А.С. Катунина

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Алтайскому краю,  
г. Барнаул, Россия

В статье представлена оценка уровня химического загрязнения контаминантами основных групп продуктов питания в разрезе административных территорий Алтайского края. Оценка проведена с целью выявления наиболее неблагоприятных административных территорий края и количества населения, находящегося под воздействием, ранжирования территорий края по уровням канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения края при воздействии химических веществ, загрязняющих продукты питания, на региональном уровне на основе среднегодовых концентраций химических веществ за 2014–2016 гг., в соответствии с утвержденными методическими документами Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население».

**Ключевые слова:** гигиеническая оценка, уровень химического загрязнения, контаминанты, основная группа продуктов питания, канцерогенные, неканцерогенные риски, суммарный индекс опасности.

В рамках ведения социально-гигиенического мониторинга выполнена гигиеническая оценка уровня химического загрязнения контаминантами основных групп продуктов питания в разрезе административных территорий Алтайского края на основе данных лабораторных исследований, проведенных аккредитованными лабораториями ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Алтайском крае» и его филиалов за 2014–2016 гг. (далее – анализируемый период).

Оценка проведена с целью выявления наиболее неблагоприятных административных территорий края и количества населения, находящегося под воздействием, ранжирования территорий края по уровням канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения края при воздействии химических веществ, загрязняющих продукты питания, на региональном уровне.

Для оценки непосредственного влияния на здоровье населения качества продуктов питания был проведен расчет и оценка риска для здоровья населения (оценка вероятности развития угрозы жизни или здоровью человека или будущих поколений), обусловленного химическим загрязнением продуктов питания, в разрезе административно-территориальных образований Алтайского края.

Оценка риска проведена на основе среднегодовых концентраций химических веществ за анализируемый период, в соответствии с утвержденными методическими документами Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей: Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и МУ 2.3.7.2519-09

«Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население».

Перечень основных продуктов питания, потребляемых населением края, по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю, по следующим агрегированным группам пищевых продуктов: хлеб и хлебобулочные изделия (в пересчете на муку), картофель, овощи и бахчевые, фрукты, сахар и кондитерские изделия (в пересчете на сахар), мясо и мясные продукты (в пересчете на мясо), рыба и рыбные продукты (в пересчете на рыбу), молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), масло растительное, маргарин (в пересчете на масло растительное).

По результатам проведенного анализа канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения края при воздействии химических веществ, загрязняющих продукты питания, сформированы **выводы**:

1. Оценка *неканцерогенного риска* с учетом рассчитанных индексов опасности (НИ) показала, что основной вклад в формирование суммарного индекса опасности вносят следующие вещества: *мышьяк, свинец, кадмий, нитраты, нитриты, гексахлорциклогексана (далее – ГХЦГ), ДДТ, бенз(а)пирен, афлотоксин В1, гистамин, оксиметилфурфурол, ртуть, медь, олово, цинк, N-нитрозодиметиламин (далее – НДМА), N-нитрозодиэтиламин (далее – НДЭА), полихлорированные бифенилы.*

2. Наибольший *суммарный неканцерогенный риск* отмечается: по *свинцу* – в одном сельском административном районе (1,13); по *нитратам* – в 4 городах (1,58, 1,5, 1,32, 1,2) и в 30 сельских административных районах (2,12, 2,01, 1,69, 1,64, 1,58, 1,56, 1,53, 1,49, 1,46, 1,42, 1,34, 1,32, 1,3, 1,29, 1,28, 1,27, 1,2, 1,17, 1,16, 1,15, 1,11, 1,1, 1,03); по *оксиметилфурфуролу* – в одном городе (17,2).

Ранжирование административных территорий края по уровню *неканцерогенного риска* для здоровья населения от загрязнения продуктов питания мышьяком, свинцом, нитратами представлено на рис. 1–3 в виде картографического материала.

3. *Суммарный индивидуальный канцерогенный риск* в течение всей жизни достигает величины на уровне  $10^{-3}$  –  $10^{-4}$  и расценивается как средний, т.е. *средний уровень* канцерогенного риска ( $1,0 \cdot 10^{-4}$ – $1,1 \cdot 10^{-3}$ ).

*Индивидуальный канцерогенный риск*, обусловленный *свинцом* в пищевых продуктах отмечается в 2 городах ( $2,6 \cdot 10^{-2}$ ,  $1,03 \cdot 10^{-4}$ ) и в 6 сельских административных районах ( $1,9 \cdot 10^{-4}$ ,  $1,3 \cdot 10^{-4}$ ,  $1,24 \cdot 10^{-4}$ ,  $1,19 \cdot 10^{-4}$ ,  $1,04 \cdot 10^{-4}$ ,  $1,01 \cdot 10^{-4}$ ); *мышьяком* – в 2 городах ( $2,4 \cdot 10^{-4}$ ,  $1,2 \cdot 10^{-4}$ ) и в одном сельском административном районе ( $3,1 \cdot 10^{-4}$ ); *кадмием* – в одном городе ( $2,5 \cdot 10^{-2}$ ) и в 3 сельских административных районах ( $1,55 \cdot 10^{-4}$ ,  $1,1 \cdot 10^{-4}$ ,  $1,0 \cdot 10^{-4}$ ).

Ранжирование административных территорий края по уровню *канцерогенного риска* для здоровья населения от загрязнения продуктов питания кадмием, свинцом, мышьяком представлено на рис. 4–6 в виде картографического материала.

По показателям *популяционного канцерогенного риска*, отмечается тенденция, свидетельствующая о том, что *дополнительное число случаев онкологической заболеваемости* в городах края может составить от 1 до 18 386 случаев в год (в 7 городах); в сельских административных районах – от 1 до 9 случаев (в 28 сельских районах). Данные значения *популяционного канцерогенного риска* отражают количественный показатель дополнительных случаев онкологической заболеваемости к фоновому уровню на каждой административной территории (рис. 7).

4. *Суммарные индексы опасности* при одновременном поступлении химических веществ по их влиянию на критические органы и системы не превышают приемлемых значений, кроме кадмия, мышьяка, свинца, нитратов, оксиметилфурфурола.

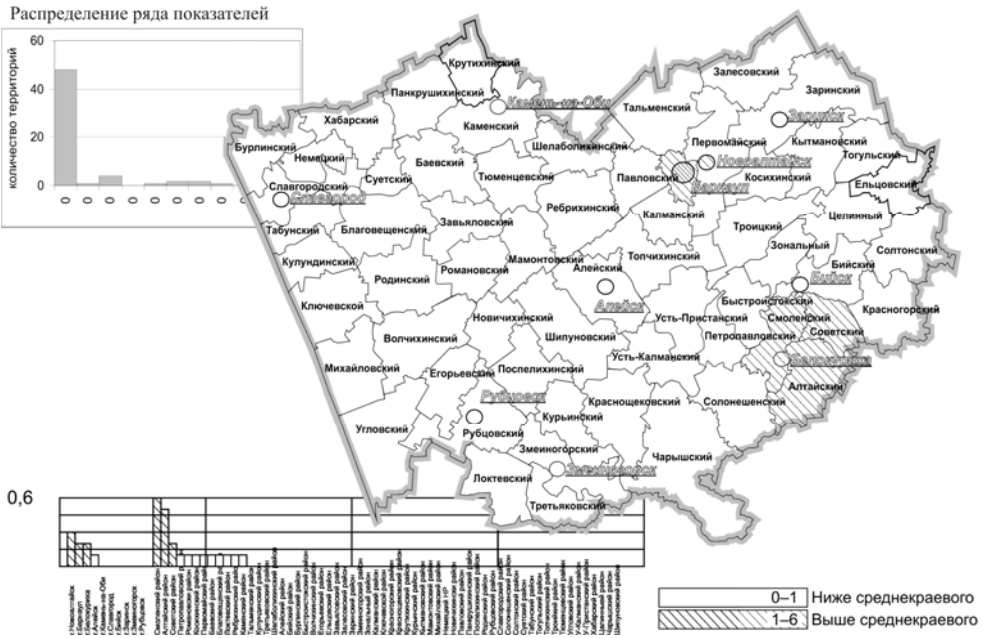


Рис. 1. Ранжирование административных территорий края по уровню неканцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения продуктов питания *мышьяком* (2014–2016 гг.)

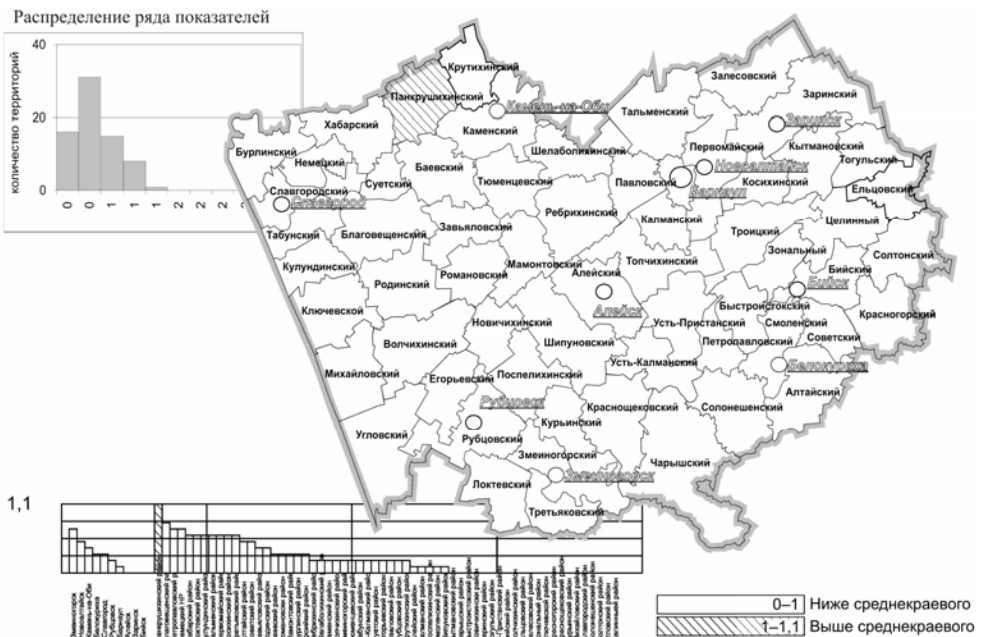


Рис. 2. Ранжирование административных территорий края по уровню неканцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения продуктов питания *свинцом* (2014–2016 гг.)

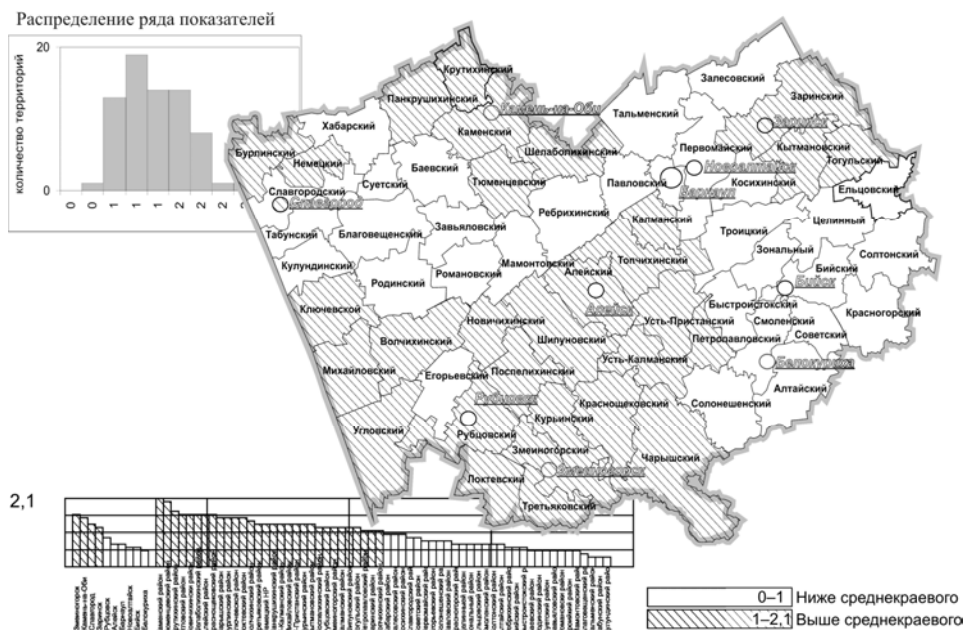


Рис. 3. Ранжирование административных территорий края по уровню неканцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения продуктов питания *нитратами* (2014–2016 гг.)

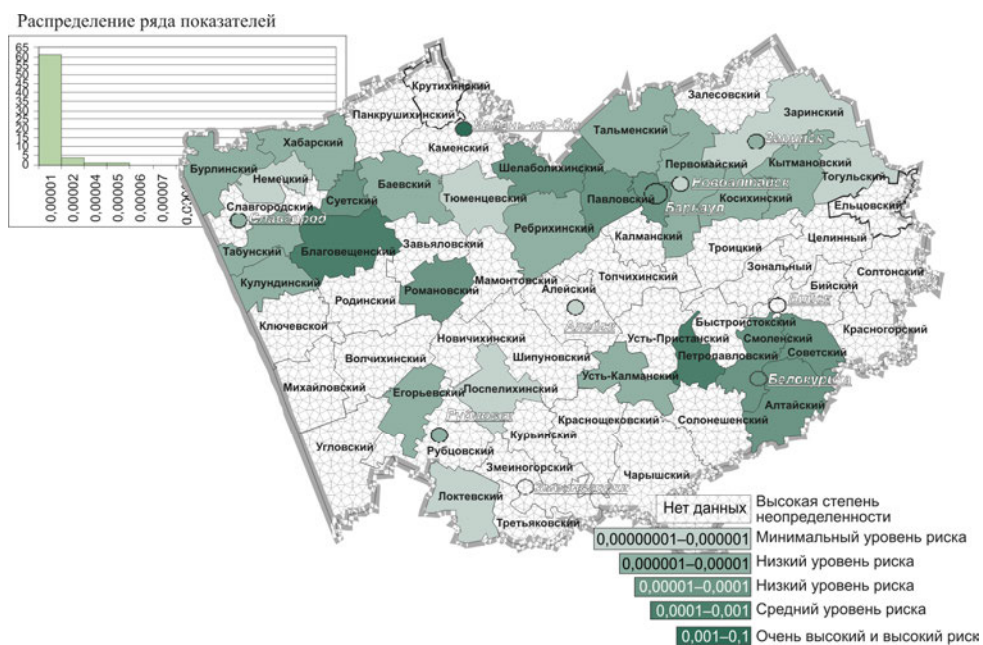


Рис. 4. Ранжирование административных территорий края по уровню канцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения продуктов питания *кадмием* (2014–2016 гг.)

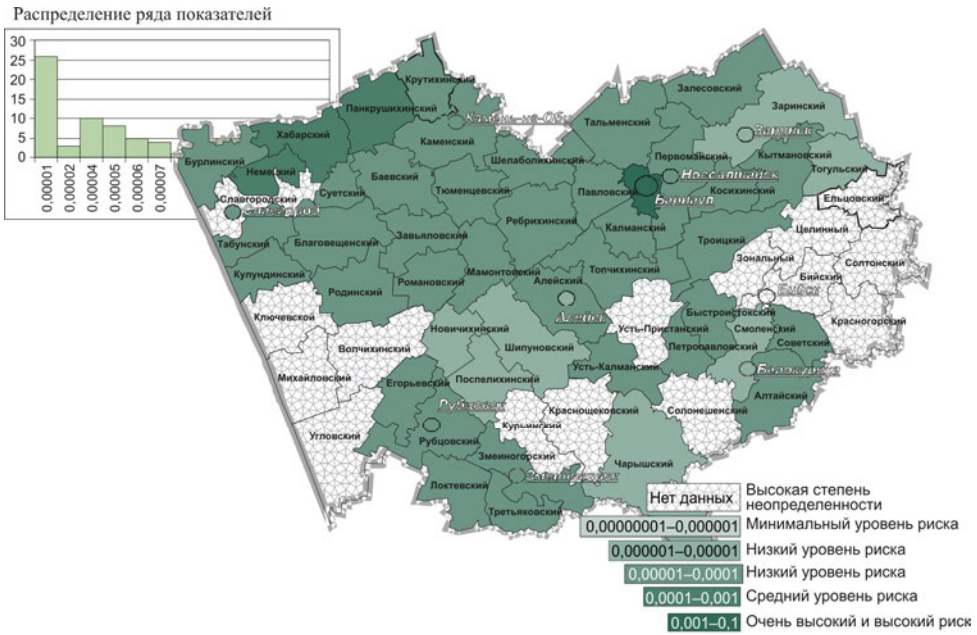


Рис. 5. Ранжирование административных территорий края по уровню канцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения продуктов питания *свинцом* (2014–2016 гг.)

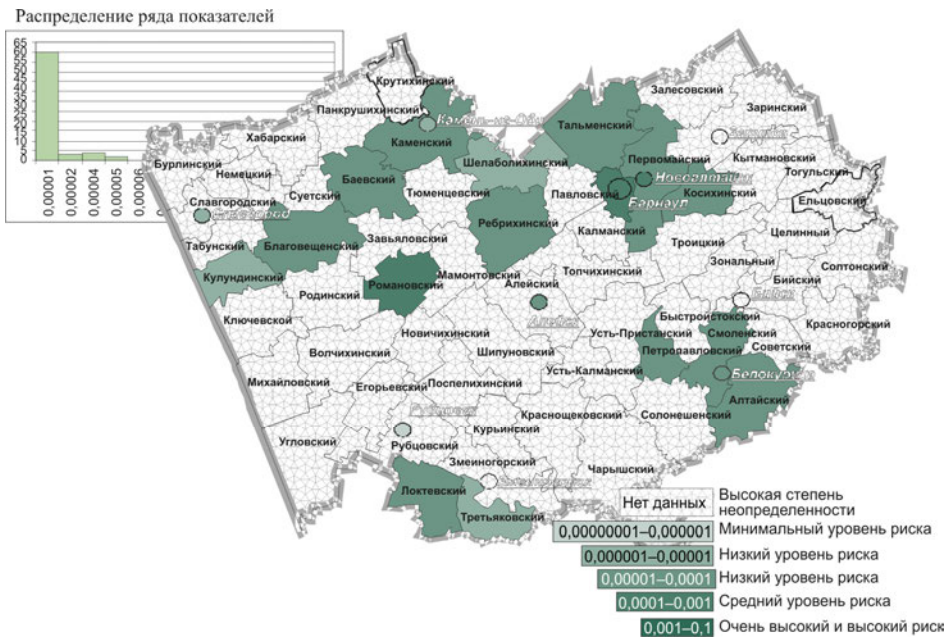


Рис. 6. Ранжирование административных территорий края по уровню канцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения продуктов питания *мышьяком* (2014–2016 гг.)

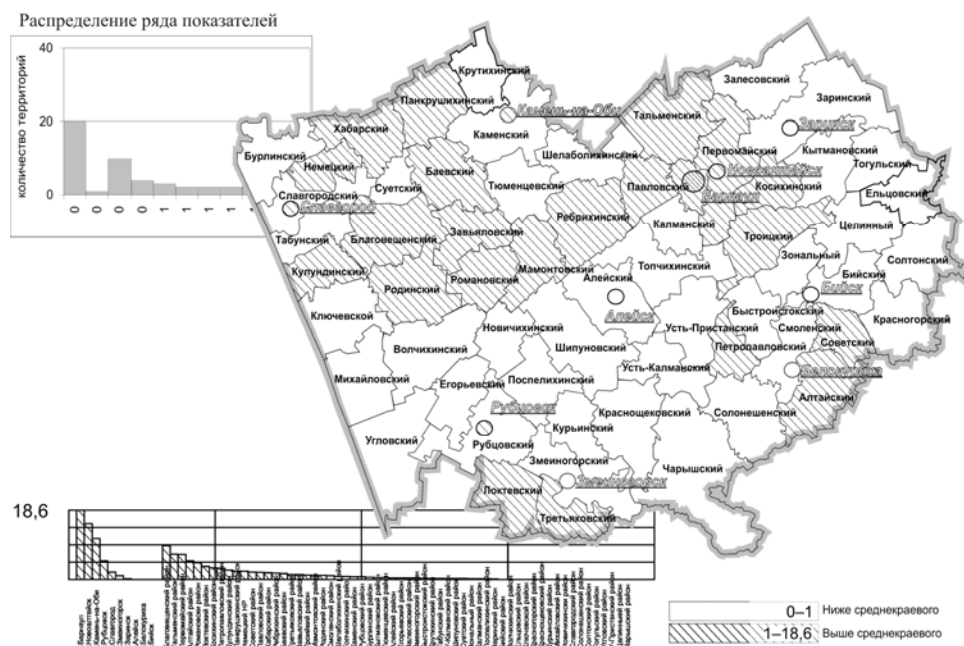


Рис. 7. Ранжирование административных территорий края по уровню *популяционного канцерогенного риска* для здоровья населения от загрязнения продуктов питания химическими веществами (2014–2016 гг.)

## Пищевая и биологическая ценность соевого белкового изолята

**Д.Ш. Алимухамедов**

Ташкентская медицинская академия,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Изучена пищевая и биологическая ценность соевого белкового изолята (СБИ) и пшеничной муки I сорта. Физико-химические и органолептические исследования не выявили достоверных отличий СБИ от пшеничной муки I сорта, за исключением достоверно значимого более высокого содержания белка в СБИ. Белки изученных образцов СБИ мало отличаются от пшеничной муки I сорта как по содержанию суммы незаменимых аминокислот, так и по степени их лимитирования лизином, треонином, валином.

**Ключевые слова:** соевый белковый изолят, пшеничная мука I сорта, пищевая ценность, аминокислотный состав продуктов.

При производстве комбинированных продуктов в качестве заменителя мясного сырья широкое применение нашли изоляты молочных и соевых белков [1, 4].



Соевый белковый изолят (СБИ) практически не содержит углеводов и имеет преимущества перед другими соевыми белками по функциональным свойствам, органолептическим показателям и содержанию белка [2, 3]. На соевый белковый изолят «ISPRO 910» – имеется сертификат соответствия, который зарегистрирован в Государственном реестре РУз., соответствует требованиям нормативной документации СанПин № 0283-10.

**Цель исследования** – изучение пищевой и биологической ценности СБИ, с целью изыскания наиболее рациональных путей утилизации его в питании человека.

**Материалы и методы.** Материалом исследования послужили СБИ и пшеничная мука I сорта. Исследования проведены на кафедре гигиены детей, подростков и гигиены питания Ташкентской медицинской академии, в аккредитованном испытательном центре Института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, а также в лаборатории Центра госсанэпиднадзора г. Ташкента. Физико-химические показатели и органолептическая оценка СБИ и пшеничной муки I сорта, аминокислотный состав изучены по ГОСТам: 9404; 27668; 27494; 20239.

**Результаты.** На первом этапе нами изучена пищевая ценность соевого белкового изолята (СБИ). Получены результаты органолептической характеристики СБИ, которые показывают, что органолептические свойства СБИ не отличаются от таковых пшеничной муки I сорта (табл. 1).

Таблица 1

Органолептические показатели соевого белкового изолята и пшеничной муки I сорта

Наименование показателя	Пшеничная мука I сорта	Соевый белковый изолят
Запах	Свойственный нормальной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	То же
Вкус	Свойственный нормальной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький	То же
Содержание минеральной примеси	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста	То же
Цвет	Белый с кремовым оттенком	То же

Полученные данные физико-химических показателей соевого белкового изолята и пшеничной муки I сорта, свидетельствуют о том, что физико-химические показатели СБИ не отличаются от таковых обычной пшеничной муки I сорта (табл. 2).

Таблица 2

Физико-химические показатели СБИ

Показатель	Соевый изолят	Пшеничная мука I сорта
Наличие примеси спорыньи	Отсутствует	Отсутствует
Металлопримеси на 1 кг, мг	1,6	1,6
Масса отдельных частиц металлопримесей, мг	0,25	0,25
Мучные вредители	Не обнаружено	Не обнаружено
Влажность, %	7,0	14,2
Кислотность	3,20	3,20
Клейковина, %	30, мягкая эластичная	32, мягкая эластичная

Для изучения пищевой ценности СБИ было определено содержание в ней ингредиентов (табл. 3).

Таблица 3

Пищевая ценность соевого белкового изолята и пшеничной муки I сорта

Наименование образца	Содержание, %			
	белки	жиры	углеводы	зола
Пшеничная мука I сорта	10,6 ± 0,04	1,2 ± 0,03	73,6 ± 0,02	0,7 ± 0,01
Соевый белковый изолят	65,8 ± 0,02	0,55 ± 0,01	Следы	13,8 ± 0,03

Таким образом, физико-химические и органолептические исследования не выявили достоверных отличий СБИ от пшеничной муки I сорта, за исключением достоверно значимого более высокого содержания белка в СБИ: 65,8 ± 0,02 ( $p < 0,001$ ).

Для более объективной характеристики пищевой ценности СБИ оказалось необходимым сопоставить аминокислотный состав его белков и обычной пшеничной муки I сорта (табл. 4).

Таблица 4

Аминокислотный состав пшеничной муки I сорта и СБИ

Аминокислота	Пшеничная мука I сорта	Соевый белковый изолят
Изолейцин	3,7	4,1
Лейцин	7,0	7,1
Лизин	2,1	6,1
Фенилаланин	5,2	4,2
Тирозин	2,0	3,2
Метионин	3,0	2,6
Цистин	1,3	1,3
Треонин	2,7	3,7
Триптофан	1,1	1,4
Валин	4,1	4,6

Из данных табл. 4 видно, что белки изученных образцов СБИ мало отличаются от пшеничной муки I сорта как по содержанию суммы незаменимых аминокислот, так и по степени их лимитирования лизином, треонином, валином. Надо отметить, что по биологической ценности белки сои менее ценны, чем белки животного происхождения в связи с меньшим содержанием в них незаменимых аминокислот, особенно серосодержащих (метионин + цистин). Вместе с тем в соевых белках много лизина и лейцина. СБИ имеет больший дефицит серосодержащих аминокислот, чем соевая мука, так как часть их теряется во время процесса производства изолята.

**Выводы.** Можно полагать, что вовлечение этих белков в разработку комбинированных продуктов может оказаться реальным мероприятием по экономии мясного сырья, дефицит которого в стране достаточно ощутим.

Список литературы

1. Алимухамедов Д.Ш. Пищевая и биологическая ценность сои // Вестник Ташкентской медицинской академии. – 2013. – № 2. – С. 7–11.

2. Иммунологический прогноз эффективности соевого питания / Б.Б. Першин, С.Н. Кузьмин, А.Н. Чередеев [и др.] // Вопросы питания. – 1999. – № 4. – С. 14–20.
3. Продукты из сои // Medical Express. – 2001. – № 2. – С. 14–15.
4. Современные подходы к оценке безопасности генетически модифицированных источников пищи. Опыт изучения соевых бобов. НИИ 40-3-2 / Г.Г. Онищенко, В.А. Тутельян, А.И. Петухов, А.А. Королев [и др.] // Вопросы питания. – 1999. – № 5/6. – С. 3–7.

## **Анализ риска и оценка деятельности организаций общественного питания, обеспечивающих проведение массовых спортивных мероприятий в г. Красноярске**

**С.А. Филатова, Н.А. Торотенков, Л.А. Коптырева**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае»,  
г. Красноярск, Россия

С 5 по 13 марта 2017 г. в Красноярске проходил XXII Чемпионат мира по лыжному ориентированию (Чемпионат мира). Организация массового мероприятия, подобного Чемпионату мира, связана с проведением ряда организационных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия на объектах проживания и питания спортсменов, судейской команды, специалистов телерадиокомпаний и других участников соревнований. Специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» была проведена оценка организаций питания клиентских групп Чемпионата мира в период подготовки и в период его проведения.

**Ключевые слова:** массовое мероприятие, чемпионат мира, санитарно-эпидемиологическое благополучие, санитарно-эпидемиологическая экспертиза, паспорт организации общественного питания, лабораторные испытания.

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения в период подготовки и проведения массовых мероприятий (ММ) с международным участием является одной из важнейших задач биологической безопасности государства.

Международные мероприятия привлекают участников и гостей из различных уголков мира. Возникновение и распространение инфекционных заболеваний и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений) среди приезжающих участников и гостей при проведении мероприятий может привести к чрезвычайной ситуации санитарно-эпидемиологического характера, значимой как для принимающей страны, так и в международном масштабе.

История ММ имеет множество примеров осложнения эпидемиологической обстановки по инфекционным болезням с фекально-оральным механизмом передачи, что определяет необходимость заблаговременной оценки рисков в отношении

конкретных мероприятий с целью планирования мер по их минимизации. Это может быть достигнуто путем регулярных инспекционных проверок поставщиков продуктов и сетей общественного питания, а также применения строгих мер при выявлении нарушений.

Приоритетными направлениями в подготовительный период к мероприятиям являются: организационные мероприятия; подготовка распорядительных документов, планов, соглашений по вопросам межведомственного взаимодействия; усиление надзорных мероприятий за поставщиками продуктов питания, организациями общественного питания (ООП); мероприятия в целях уточнения списка поставщиков продуктов питания, перечня предприятий общепита, согласование меню и порядка питания для организованных контингентов (спортсменов, волонтеров и др.); усиление санитарно-гигиенического и микробиологического контроля за объектами окружающей среды – продовольственным сырьем и пищевыми продуктами; создание базы данных фирм-поставщиков продуктов питания на период подготовки и проведения мероприятия; создание реестра перспективных объектов, предназначенных для обеспечения питания участников и гостей мероприятия с последующей организацией гигиенического обучения коллективов этих организаций; оформление паспортов объектов общественного питания, пищевой промышленности, действовавших в проведении мероприятия; составление поименных списков специалистов, проводящих обследования на закрепленных за ними объектах мероприятия с разработкой инструкции и порядка контрольных действий; проведение санитарно-эпидемиологических экспертиз программ производственного контроля предприятий общественного питания.

**Материалы и методы.** С 5 по 13 марта 2017 г. в Красноярске на базе спортивного комплекса «Академия биатлона» проходил XXII Чемпионат мира по лыжному ориентированию (далее – Чемпионат). Участие в соревнованиях приняли более 120 спортсменов из 21 страны мира. Кроме того, во время Чемпионата Красноярск посетили президент Международной федерации спортивного ориентирования, судейская коллегия, семья FISU, специалисты телерадиокомпаний, допинг-офицеры – всего 58 человек.

Организация государственного надзора за объектами питания является одним из главных направлений обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения при проведении ММ.

В период подготовки к проведению Чемпионата мира Центром гигиены и эпидемиологии, Управлением Роспотребнадзора по Красноярскому краю (далее – Управление Роспотребнадзора) и АНО «Исполнительная Дирекция Зимней Универсиады-2019» (далее – Исполнительная дирекция) был разработан «План мероприятий по обеспечению здорового питания и выполнению санитарных норм, определению требований к системе обеспечения питанием для различных категорий участников XXII Чемпионата мира...» (далее – План). Планом определен перечень мероприятий, сроки исполнения и ответственные специалисты.

В рамках Плана предусматривались и были выполнены следующие мероприятия: разработка схемы питания для различных категорий участников; создание реестра организаций, обеспечивающих питание; паспортизация объектов; организация лабораторного контроля пищевых продуктов в период проведения Чемпионата и другие организационные мероприятия, в том числе инструктаж основных должностных лиц, занятых организацией питания. Непосредственно в период про-

ведения Чемпионата были обеспечены: контроль за технологическим процессом и персоналом ООП, проведение аккредитованным лабораторным центром лабораторных испытаний, ежедневный анализ оперативной санитарно-эпидемиологической обстановки на объектах питания.

В соответствии с представленной Исполнительной дирекцией схемой организации питания врачами Центра гигиены и эпидемиологии была проведена паспортизация 5 организаций общественного питания, обеспечивающих питание клиентских групп: ресторан с лобби-баром отеля «Сибиряк», филиал ООО «УСК «Сибиряк», пищеблок ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», столовая спортивного сооружения Академия биатлона КГАУ «РЦСС», ресторан Novotel City Center ООО «Красноярскинвест», ресторан Дом-отель «НЕО» ООО «Дом-отель». Содержащаяся в паспорте организации информация позволяла оперативно принимать управленческие решения о возможности и условиях питания клиентских групп на конкретном объекте.

На основании предписаний Управления Роспотребнадзора специалистами Центра гигиены и эпидемиологии была проведена санитарно-эпидемиологическая экспертиза организаций общественного питания, а именно: ресторана с лобби-баром отеля «Сибиряк» филиала ООО «УСК «Сибиряк»; пищеблока, столовой, буфета и аудитории ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»; столовой и аудитории спортивного сооружения Академия биатлона КГАУ «РЦСС»; ресторана Novotel City Center ООО «Красноярскинвест»; ресторана Дом-отель «НЕО» ООО «Дом-отель»; фуд-трака ИП Шатура Е.В.; фуд-трака ИП Саккулин С.С.; кейтеринга «Хозяин Тайги» ООО «Базаиха»; зала торжеств КГБУК «Красноярская краевая филармония». По результатам экспертизы в Управление Роспотребнадзора направлены экспертные заключения о соответствии организаций требованиям санитарных правил, кроме ресторана Дом-отель «НЕО» ООО «Дом-отель», фуд-трака ИП Шатура Е.В. Указанные организации общественного питания не соответствовали требованиям санитарных правил в связи с отсутствием достаточного набора помещений и соответственно несоблюдением поточности технологических процессов, а также несоответствием санитарным правилам санитарно-технического и производственного оборудования.

Проведенные экспертные инспекции включали следующие оценки: 1. Условий размещения организации общественного питания. 2. Оборудования и содержания территории учреждения. 3. Здания учреждения, помещений, их оборудования и внутренней отделки. 4. Организации искусственного и естественного освещения помещений. 5. Инженерно-технического обеспечения здания (отопление, вентиляция, водоснабжение и канализация). 6. Санитарного содержания помещений и дезинфекционных мероприятий. 7. Наличия нормативной документации. 8. Организации производственного контроля. 9. Организации производственного процесса. 10. Прохождения персоналом профилактических медицинских осмотров и соблюдения личной гигиены.

В период проведения Чемпионата мира осуществлялся ежедневный круглосуточный оперативный контроль (дежурство) сотрудниками Центра гигиены и эпидемиологии и специалистами Управления Роспотребнадзора на объектах организаций питания клиентских групп с 5 по 13 марта 2017 г. Дежурство было организовано на пяти объектах: пищеблок, столовая, буфет и аудитории ФГАОУ ВО

«Сибирский федеральный университет», столовая и аудитории спортивного сооружения Академия биатлона КГАУ «РЦСС», фуд-трак ИП Сакулин С.С., кейтеринг «Хозяин Тайги» ООО «Базаиха», зал торжеств КГБУК «Красноярская краевая филармония».

В ежедневном режиме на объектах по результатам дежурств оформлялись проверочные листы обследования ООП. В проверочные листы вносилась оперативная информация о санитарно-эпидемиологическом состоянии ООП, в том числе соответствие фактического состава сотрудников списочному, наличие медицинских книжек, наличие допуска к работе, состояние санитарно-технического и производственного оборудования объекта, соблюдение утвержденного меню, оценка технологического процесса приготовления блюд, условия приготовления, хранения, реализации блюд.

Выявленные во время оперативного слежения нарушения санитарного законодательства заносились в соответствующие графы проверочного листа. По мере выявления нарушений вся информация в оперативном порядке доводилась до лиц, ответственных за организацию питания в ООП, предлагался оперативный план мероприятий по устранению выявленных нарушений, который незамедлительно реализовывался. Результаты принятых мер также заносились в проверочный лист. В конце каждого рабочего дня проверочные листы с приложенными меню, а также актами отбора образцов (проб) пищевых продуктов, смывов направлялись дежурными специалистами в Управление Роспотребнадзора для анализа оперативной санитарно-эпидемиологической обстановки на объекте питания.

В соответствии с утвержденным Управлением Роспотребнадзора графиком отбора проб на объектах по обеспечению питанием клиентских групп Чемпионата мира аккредитованным испытательно-лабораторным центром Центра гигиены и эпидемиологии был организован лабораторный контроль. В течение 9 дней соревнований были отобраны для испытаний 270 проб готовой продукции по микробиологическим показателям и 66 проб для испытаний по санитарно-химическим показателям; пищевого сырья на санитарно-химические показатели отобрано 9 проб; смывов с объектов окружающей среды – 372 пробы.

**Результаты.** По результатам проведенных контрольных мероприятий было установлено, что организации общественного питания, привлеченные к участию в обеспечении питания на Чемпионате мира, были подготовлены не полностью. Оказалось, что персонал, прошедший гигиеническую подготовку, не обладает достаточными познаниями по гигиеническим вопросам. На объектах, обеспечивающих организацию питания на Чемпионате, выявлены следующие нарушения.

1. Нарушения по санитарно-техническому и технологическому обеспечению:
  - недостаточность горячего резервного водоснабжения, отсутствие централизованного горячего водоснабжения (на одном объекте);
  - неэффективность работы моечных машин.
2. Нарушения требований к личной гигиене персонала:
  - неукomплектованность штатов на объектах, согласно списочному составу (на двух объектах);
  - отсутствие на рабочих местах медицинских книжек, а также сведений о прививках в медицинских книжках (на двух объектах);

– персонал с дефектами кожных покровов допускался к работе с готовой продукцией (холодный цех, горячий цех); журналы здоровья велись фиктивно (на двух объектах).

3. Нарушение требований к оборудованию, инвентарю, посуде и таре:

– на объектах вне столовых использовалась посуда многоразового использования, при отсутствии условий для ее обработки (на одном объекте);

– недосточность посуды для хранения суточных проб (на одном объекте).

4. Нарушение требований к транспортировке, приему и хранению сырья, пищевых продуктов:

– доставка продукции на объекты осуществляется без сопроводительной документации, сведения в сопроводительной документации не соответствовали сведениям на ярлыках (маркировке) (на одном объекте);

– автотранспорт ООП не соответствовал требованиям для перевозки продуктов питания (на одном объекте);

– отсутствие условий обработки возвратной транспортной тары (на одном объекте).

5. Нарушение технологического процесса:

– нарушения технологии приготовления и сроков хранения продукции (на одном объекте);

– отсутствие прописи о времени изготовления на маркировке продукции;

– отсутствие примерного меню (на одном объекте).

6. Другие нарушения:

– в значительной части технико-технологических карт не в полном объеме представлено описание технологических процессов (на одном объекте);

– не была обеспечена своевременная санитарная уборка помещений по мере необходимости, в штатном расписании отсутствовал технический персонал, осуществляющий уборку помещений (на одном объекте);

– в организациях не заключены договоры по проведению лабораторных исследований в рамках программ производственного контроля (на двух объектах);

– не обеспечены условия для отбора проб овощей в связи с отсутствием сопроводительной документации (на одном объекте);

– в результате проведенных лабораторных испытаний готовой продукции в 8 пробах обнаружен *S. aureus*, в 12 – БГКП (колиформы), в 10 – КНАФАНМ; в 5 смывах обнаружены БГКП, в одной пробе – *S. aureus*;

– работники объектов питания, обслуживающих участников и гостей Чемпионата мира по спортивному ориентированию, не имели сертификатов профилактических прививок, в личных медицинских книжках не были отражены сведения о профилактических прививках.

В период проведения Чемпионата был зарегистрирован один случай ОКИ (под вопросом) у участницы из Швеции. В ходе санитарно-эпидемиологического расследования у больной был проведен отбор проб биологических материалов на кишечную группу бактерий, на возбудителей гриппа, ОРВИ и стафилококк. Окончательный диагноз «ОРВИ» был подтвержден лабораторными исследованиями. В целях эпидемиологического расследования у 21 сотрудника Центра студенческого питания СФУ был проведен отбор проб (мазки из зева и носа) на наличие патогенного стафилококка и ректальные мазки на возбудителей дизентерии

и сальмонеллеза. У восьми человек, при лабораторных исследованиях мазков из зева и носа, обнаружен патогенный стафилококк. При этом у всего персонала столовой СФУ имелись личные медицинские книжки, имеющие отметки о своевременном прохождении медицинских осмотров.

**Выводы.** Анализ полученных данных выявил неполную готовность привлеченных организаций общественного питания к обслуживанию массового мероприятия. Несмотря на проведенные профилактические мероприятия в период подготовки к Чемпионату мира, а также в период его проведения имел место риск возникновения и распространения инфекционных заболеваний.

Для снижения риска возникновения инфекционных заболеваний считаем необходимым:

1) в подготовительный период массового мероприятия:

– организаторам ММ не позднее чем за 2 месяца до его начала определить конкретный перечень предприятий – поставщиков продовольственного сырья и пищевых продуктов на объекты общественного питания;

– организаторам ММ не позднее чем за 2 месяца до его начала определить перечень объектов общественного питания, допущенных к обслуживанию ММ;

– обязать поставщиков продукции, ОПП, допущенных к обслуживанию ММ, иметь разработанные и обеспеченные лабораторно программы производственного контроля;

– руководству предприятий, включенных в перечень ООП, определить списки лиц основного и резервного состава персонала, допущенного для работы в период проведения ММ;

– инициировать на уровне исполнительной власти региона обеспечение проведения внеочередных медицинских осмотров персонала ОПП, привлеченных к обслуживанию ММ, с обязательными лабораторными исследованиями биоматериалов на носительство возбудителей инфекционных заболеваний с внесением соответствующих отметок в личные медицинские книжки;

– инициировать на уровне исполнительной власти региона обеспечение внеочередного прохождения профессиональной, гигиенической подготовки персонала ООП, привлеченных к обслуживанию ММ, с последующей аттестацией и внесением соответствующих отметок в личные медицинские книжки;

2) в период проведения массового мероприятия:

– руководителям пищевых объектов при осуществлении процессов производства (изготовления) пищевой продукции внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах ХАССП;

– руководителям организаций общественного питания обеспечить строгое соблюдение согласованного с Управлением Роспотребнадзора в регионе меню на период проведения массового мероприятия.



## Анализ особенностей потребления детским населением молочных продуктов в упаковке из полимерных материалов для задач оценки экспозиции фталатов

**А.О. Барг**

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

Целый ряд международных организаций высказывают свои опасения по поводу использования химических веществ, детерминирующих риски для здоровья населения. Тысячи химических веществ, в том числе фталаты, попадая в организм человека, нарушают функции эндокринной системы, влияют на репродуктивную функцию, обладают мутагенным и эмбриотоксическим эффектом и оказывают канцерогенное действие. Остро встает необходимость оценки рисков, связанных с негативным воздействием фталатов на здоровье человека, в частности детей, как одной из наиболее уязвимых групп. На этапе оценки экспозиции возникает проблема определения основного источника поступления фталатов в организм, поскольку эта группа химических соединений входит в состав многих предметов повседневного пользования человека, в том числе в состав упаковки продуктов питания.

**Ключевые слова:** оценка риска, продукты питания, молоко, полимерные материалы, фталаты, формализованный опрос.

Развитие химической промышленности, шедшее в течение XX в. очень быстрыми темпами, привело мировое научное сообщество в сферах здравоохранения, управления и экономики к осознанию проблемы порождения человеком новых рисков здоровью, связанных с химическими веществами, нарушающими функционирование различных органов и систем. Целый ряд международных организаций – ВОЗ, ЮНЕП, Международная сеть по ликвидации стойких органических загрязнителей – высказывают свои опасения по поводу использования химических веществ, детерминирующих риски для здоровья населения. В 2013 г. ученые 19 стран подписали Берламонтскую декларацию, в которой призывают усилить меры по регулированию использования этих веществ [13]. На Шестой министерской конференции по окружающей среде и охране здоровья (13–15 июня 2017 г., Острава, Чешская Республика) принята декларация, в которой третьим из семи основных направлений деятельности обозначено «сведение к минимуму негативного воздействия химических веществ на здоровье людей и окружающую среду» [2]. В России обсуждается проект нового закона «О химической безопасности». В качестве цели законопроекта определено создание правового поля для реализации мер, направленных на последовательное снижение до приемлемого уровня риска воздействия негативных химических факторов на население и окружающую среду [6].

Существуют тысячи химических веществ, негативно сказывающихся на здоровье человека при попадании в организм, в том числе фталаты, которые являются экзогенными (содержатся в почве, воде, воздухе, пищевых продуктах и некоторых промышленных изделиях) химическими веществами, нарушающими функции эн-

докринной системы, влияющими на репродуктивную функцию, обладающими мутагенным и эмбриотоксическим эффектом и оказывающими канцерогенное действие. При длительном поступлении фталаты способны накапливаться в организме и вызывать хронические заболевания. Один из путей проникновения фталатов в организм – поступление с питьевой водой и пищей, хранящейся в пластиковой упаковке [4].

Глобальное производство пластика неуклонно растет (с 50 млн тонн в 70-х гг. до почти 300 млн тонн в настоящее время), как и уровень продаж глобальной химической промышленности [1]. По данным Евразийского экономического союза (состав: Россия, Армения, Белоруссия, Казахстан, Киргизия) основными сферами мирового потребления полимеров являются упаковка (40,0 %), строительство (21,0 %), автомобилестроение (8,0 %) и электроника (5,0 %), а в структуре производства преобладают такие полимеры, как полиэтилен (29,0 %), полипропилен (19,0 %), поливинилхлорид (11,0 %), полистирол (6,5 %), полиэтилентерефталат (6,5 %) и полиуретан (7,0 %). Ежегодное потребление полимеров на душу населения в странах Западной Европы и США в среднем составляет 140 кг, потребление в Евразийском экономическом союзе – 61 кг [3].

По результатам различных исследований прослеживается однозначная связь фталатов с негативными ответами со стороны здоровья. Так, например, женщины Дании в возрасте до 40 лет, работающие в промышленности по производству пластмасс, гораздо чаще обращаются за медицинской помощью по поводу зачатия, по сравнению с женщинами той же возрастной группы, не подвергавшихся экспозиции [8]. Отмечается связь фталатов с негативными последствиями воздействия на мужскую половую систему, включая крипторхизм, гипоспадию, заболевания предстательной железы и рак яичка [12]. В некоторых регионах мира концентрация сперматозоидов в сперме у мужчин снизилась в половину за последние полвека [10, 11]. Фталаты действуют, нарушая выработку андрогенов (тестостерона). Поскольку андрогены необходимы для развития мужского организма, включая развитие гениталий, считается, что мальчики находятся в особой группе риска. В то же время андрогены важны и для женского организма, что делает фталаты опасными для здоровья человека независимо от пола [1]. Ди-2-этилгексил фталат (DEHP), использующийся в производстве упаковки для продуктов и напитков, может накапливаться в организме и выделяться с мочой. Исследование влияния концентрации DEHP в моче детей на их резистентность к инсулину, проведенное Медицинским центром Лэнгдона при Университете Нью-Йорка, показало, что высокая концентрация DEHP в моче приводит к повышению риска резистентности к инсулину на 21,6 % [7]. Наиболее подвержены влиянию фталатов женщины детородного возраста и дети [1] (самая высокая концентрация фталатов наблюдается в детском возрасте [5]). Также доказано, что фталаты являются потенциальными индукторами ожирения [14].

Таким образом, остро встает необходимость оценки рисков, связанных с негативным воздействием фталатов на здоровье человека, в частности детей как одной из наиболее уязвимых групп. На этапе оценки экспозиции возникает проблема определения основного источника поступления фталатов в организм, поскольку эта группа химических соединений необычайно распространена и входит в состав многих предметов повседневного пользования человека: косметика, игрушки, кишечнорастворимые покрытия лекарственных капсул, принадлежности для художников, и, как уже отмечалось ранее, в состав упаковки продуктов питания. В связи с этим необходимо разрабатывать методы оценки экспозиции фталатов для каждого ис-

точника отдельно, чтобы в итоге сформировать инструмент, позволяющий получить целостное представление о ней.

Специалисты ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» для оценки экспозиции фаталатов проанализировали особенности потребления детьми дошкольного и школьного возраста (от 4 до 17 лет) молочных продуктов в упаковке из полимерных материалов, поскольку известно, например, что наиболее крупные объемы пленки пищевого назначения потребляются в мясомолочном производстве (34,6 %). Установлено, что концентрация бутилбензилфталата в молоке, маргарине, масле и сыре, находившихся в упаковках из пластика, достигает 47,8 мг/кг [9].

В 2017 г. был проведен формализованный опрос (раздаточное анкетирование) родителей детей дошкольного и школьного возраста ( $n = 187$ ). Анкета включала вопросы, касающиеся упаковки, в которой родители, как правило, покупают детям молоко, и условий хранения молочных продуктов после покупки, уровня жирности молока, частоты и объема потребления молочных продуктов ребенком.

Определено, что 86,1 % респондентов покупают молоко для своего ребенка, из них 88,2 % приобретают молоко в мягкой полиэтиленовой упаковке, 8,6 % – в полужесткой (тетра-пак), а 27,6 % – в пластиковых бутылках.

Частота употребления детьми молока такова: его пьют регулярно (3 раза в неделю или чаще) 52,1 %, время от времени (1–2 раза в неделю) – 18,9 %, редко (реже 1 раза в неделю) – 18,9 %, еще 10,1 % детей не употребляют молоко.

В основном родители покупают молоко 2,5%-ной (61,2 %) и 3,2%-ной (21,7 %) жирности, еще 7,2 % покупают молоко 3,5%-ной жирности, 6,6 % предпочитают жирность в 6 %, а 3,3 % респондентов 1,5%-ную жирность молока. Купленное в магазине молоко переливается в стеклянную тару 32,7 % родителей, в пластиковую – 1,2 %, 69,1 % респондентов хранят его в той же упаковке, в которой оно продавалось. Перед употреблением купленное молоко всегда подвергают термической обработке 18,4 % респондентов, еще 28,2 % – иногда кипятят, а 53,4 % – никогда этого не делают.

В течение дня полкружки (небольшую чашку) или менее (100 мл и менее) молока выпивают 30,2 % детей, от половины кружки (небольшой чашки) до одной кружки (от 100 до 200 мл) – 37,7 %, полторы – две кружки (300–400 мл) – 23,9 %, две с половиной – три кружки (500–600 мл) – 6,3 %, больше трех кружек (более 600 мл) – 1,9 % детей.

Установлено, что 90,7 % родителей покупают жидкие кисломолочные продукты (кефир, ряженка, бифидок, питьевой йогурт) для своего ребенка, из них 85,5 % приобретают их в мягкой полиэтиленовой упаковке, 17,5 % – в полужесткой (тетра-пак), а 21,7 % – в пластиковых бутылках.

Кисломолочные продукты дети пьют регулярно (3 раза в неделю или чаще) в 23,2 % случаев, время от времени (1–2 раза в неделю) – в 48,6 % и в 23,8 % – редко (реже 1 раза в неделю); 4,4 % детей не употребляют кисломолочных продуктов.

В течение дня полкружки (небольшую чашку) или менее (100 мл и менее) какого-либо из кисломолочных продуктов выпивают 35,7 % детей, от половины кружки (небольшой чашки) до одной кружки (от 100 до 200 мл) – 50,0 %, полторы – две кружки (300–400 мл) – 13,1 %, две с половиной – три кружки (500–600 мл) – 0,6 %, больше трех кружек (более 600 мл) – 0,6 % детей.

Не выявлено значимых различий в характере потребления молока между мальчиками и девочками, а также нет корреляции с возрастом детей и переменными объема и частоты.

Проведенный анализ позволил сделать вывод о значимых объемах потребления дошкольниками и школьниками молока. Установленный приблизительный среднесуточный объем потребления молока составил от 5 до 60 мл для 51,7 % исследуемых, для четверти – от 40 до 115 мл в сутки, от 130 до 230 мл еще для 18,2 % и 4,5 % детей получают от 214 до 342 мл молока в сутки.

Учитывая факт того, что большинство родителей хранят молоко в упаковке производителя или переливают в пластиковую тару (70 %), риск поступления фталатов в организм детей довольно высок.

**Выводы.** Полученные данные могут быть использованы при дальнейших исследованиях в области оценки риска, связанного с негативным воздействием фталатов на здоровье человека.

### Список литературы

1. Андреа С. Гор. Химические вещества, нарушающие работу эндокринной системы (ХВНРЭС). Введение: руководство для организаций, защищающих общественные интересы, и для политических руководителей // Endocrine Society. – 2014.
2. Декларация Шестой министерской конференции по окружающей среде и охране здоровья [Электронный ресурс]. – URL [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/342287/170574\\_Ostrava-Declaration-FINAL-RUS.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/342287/170574_Ostrava-Declaration-FINAL-RUS.pdf). (дата обращения: 05.08.2017).
3. Информация о результатах анализа состояния и развития отрасли производства полимерной продукции государств-членов Евразийского экономического союза // Евразийская экономическая комиссия. Департамент промышленной политики. – М., 2015.
4. Карнажицкая Т.Д. Определение фталатов в питьевом молоке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [Электронный ресурс]. – URL: [http://fcrisk.ru/sites/default/files/upload/conference/781/fcrisk\\_conf\\_21-23.05.2014-karnazhytskya.pdf](http://fcrisk.ru/sites/default/files/upload/conference/781/fcrisk_conf_21-23.05.2014-karnazhytskya.pdf) (дата обращения: 05.08.2017).
5. Коренева Е.М. Экзогенные факторы гипофертильности. Компоненты пластмасс – фталаты // Репродуктивная эндокринология. – 2011. – № 2.
6. Федеральный портал проектов нормативных правовых актов [Электронный ресурс] // Официальный сайт для размещения информации о подготовке федеральными органами исполнительной власти проектов нормативных правовых актов и результатах их общественного обсуждения. – URL: <http://regulation.gov.ru/projects#> (дата обращения: 05.08.2017).
7. Фталаты, содержащиеся в упаковке продуктов, вредны для здоровья детей // Медицинский совет. – 2013. – № 10. – С. 4–5.
8. Increased incidence of infertility treatment among women working in the plastics industry / K.S. Hougaard, H. Hannerz, H. Feveile, J.P. Bonde // Reproductive toxicology. – 2009. – Vol. 27. – P. 186–189.
9. Levels of di-(2-ethylhexyl) phthalate and total phthalate esters in milk, cream, butter and cheese / M. Sharman, W.A. Read, L. Castle [ et al.] // Food Additives and Contaminants. – 1994. – Vol. 11. – P. 375–385.

10. Geographic differences in semen quality of fertile US males / S.H. Swan, C. Brazil, E.Z. Drobnis, F. Liu, R.L. Kruse, M. Hatch, J.B. Redmon, C. Wang, J.W. Overstreet // *Environmental Health Perspectives*. – 2003. – Vol. 111. – P. 414–420.

11. Regional differences and temporal trends in male reproductive health disorders: semen quality may be a sensitive marker of environmental exposures / L. Nordkap, U.N. Joensen, M. Blomberg Jensen, N. Jorgensen // *Molecular and Cellular Endocrinology*. – 2012. – Vol. 355. – P. 221–230.

12. Skakkebaek N.E., Rajpert-De Meyts E., Main K.M. Testicular dysgenesis syndrome: an increasingly common developmental disorder with environmental aspects // *Human Reproduction*. – 2001. – Vol. 16. – P. 972–978.

13. The 2013 Berlaymont Declaration on Endocrine Disrupter [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.brunel.ac.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/300200/The\\_Berlaymont\\_Declaration\\_on\\_Endocrine\\_Disrupters.pdf](http://www.brunel.ac.uk/__data/assets/pdf_file/0005/300200/The_Berlaymont_Declaration_on_Endocrine_Disrupters.pdf) (дата обращения: 05.08.2017).

14. The OBELIX project: early life exposure to endocrine disruptors and obesity / J. Legler, T. Hamers, M. van Eck van der Sluijs-van de Bor, G. Schoeters, L. van der Ven, M. Eggesbo, J. Koppe, M. Feinberg, T. Trnovec // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2011. – Vol. 94 (6 Suppl). – P. 1933S–1938S.



Раздел V

---

**Актуальные проблемы анализа  
рисков для здоровья детей  
и подростков**





## Оценка неканцерогенного риска для здоровья детского населения при комплексном поступлении химических веществ с питьевой водой

Н.В. Степанова, С.Ф. Фомина

ФГБОУ ВО «Казанский федеральный университет»,  
Институт фундаментальной медицины и биологии,  
г. Казань, Россия

Оценка неканцерогенного риска химических веществ, поступающих с питьевой водой, включала пероральный, накожный и ингаляционный пути контакта с водой. Исследование проводилось для детей в возрасте 3–6 лет, проживающих в 4 районах (зонах) г. Казани. Расчет суточных доз проводился с учетом региональных параметров экспозиции (РФЭ) на уровне медианы (*Me*) и 95-го перцентиля (95P), которые были установлены по результатам анкетированного опроса. Основной вклад в суммарный неканцерогенный риск вносит пероральный путь поступления химических веществ с питьевой водой (65,8–82,6 %), обусловленный во 2-й и 4-й зонах на 32,9–54,71 % нефтепродуктами. Ингаляционный путь составляет от 16,01 до 33,2 % и обусловлен во всех зонах хлороформом (65,4 %), доля накожного пути незначительна – от 0,5 до 1,1 %. Величина суммарных индексов опасности (*ТНІ*), рассчитанных с использованием РФЭ на уровне медианы и 95-го *Perc* составила  $ТНІ_{me} = 14,2$  и 15,03 и  $ТНІ_{95perc} = 13,03$  и 14,8 в зонах со смешанным типом водоснабжения. Поступление химических веществ с питьевой водой в различных зонах г. Казани свидетельствует о нарастающем и высоком уровне неканцерогенного риска для здоровья детского населения.

**Ключевые слова:** оценка неканцерогенного риска здоровью, детское население, питьевая вода.

По данным государственного доклада Роспотребнадзора «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» качество питьевой воды оказывает значительное влияние на общественное здоровье: отмечается рост смертности (18,9 тысяч против 5,9 тысячи в 2015 г.) и заболеваемости, связанных с водным фактором: болезней мочеполовой системы, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, костно-мышечной и эндокринной систем, системы кровообращения и других (1,455 млн по итогам 2015 г.) [1]. Основное негативное воздействие на здоровье людей связано с химическими примесями водопроводной воды как природного (нитраты, нитриты), так и промышленного происхождения (соединения металлов, нефтепродукты) и другие вещества. Актуальной проблемой остается наличие соединений хлора и побочных продуктов, образующихся в процессе водоподготовки питьевой воды. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) подходы, основанные на оценке риска для здоровья, должны использоваться для обоснования управленческих решений по обеспечению безопасности питьевой воды [11]. Обзор публикаций по оценке риска в России показал, что основная часть вопросов связана с неопределенностями оценки экспозиции, отсутствием региональных, национальных и возрастных различий в факторах экспозиции и чувствительности к канцерогенам [7, 9]. Использование и важность

применения повозрастных факторов воздействия в оценке риска постоянно обсуждается в научной литературе [6, 14]. Так, Агентство по охране окружающей среды USEPA содержит рекомендации для оценки воздействия поступления химических веществ с питьевой водой от 0 до < 21 года. Эти данные основаны на наборе результатов опроса (CSFII), которые содержат оценку питьевого потребления водопроводной воды для более чем 5000 детей (от рождения до 19 лет) [17]. В Российской Федерации региональные факторы экспозиции взрослого (18 и старше) и детского населения (1–6 и 7–17) изучены в отдельных городах и федеральных округах России и нуждаются в систематизации [8]. В Республике Татарстан впервые проведены исследования по изучению региональных факторов экспозиции потребления питьевой воды для детей 3–6 лет г. Казани [2]. Зависимость доза-эффект и доза-ответ у детей до 6 лет из-за различий от старших детей и взрослых в структурных и функциональных характеристиках, обуславливает их большую уязвимость при экспозиции к химическим веществам [12].

**Цель исследования** – провести оценку неканцерогенного риска для здоровья детского населения при комплексном поступлении химических веществ с питьевой водой с использованием региональных значений факторов экспозиции.

Исследование проводилось для детей в возрасте 3–6 лет, проживающих в 4 районах (зонах) г. Казани. Источником водоснабжения выделенных зон (Кировский район (1-я зона) и Вахитовский районы (3-я зона)) является водозабор «Волжский». Население Советского (2-я зона) и Приволжского района города (4-я зона) пользуется питьевой водой смешанного характера («Волжский» водозабор и подземные водоисточники). Оценка неканцерогенного риска осуществлялась по результатам исследований, выполненных на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» согласно руководствам по оценке риска для здоровья населения (Р 2.1.10.1920-04) и Агентства по охране окружающей среды USEPA. Оценка экспозиции химических веществ путем проглатывания, ингаляции и дермальных путей проводилась с использованием оценки хронического суточного потребления (ADDch) с использованием стандартных формул [3]. 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». В качестве ориентировочной меры допустимого кожного воздействия ( $RfD_d$ ) химических веществ используется величина поглощенной дозы, рассчитанная исходя из референтной дозы ( $RfD_o$ ) при пероральном пути поступления и коэффициента абсорбции в желудочно-кишечном тракте (GIABS). При кожном воздействии в нашем исследовании оценивается величина поглощенной дозы при поступлении химических веществ при умывании и приеме ванны (душа) для детей  $3 \geq 6$  лет. В текущей политике EPA используются различные подходы к оценке  $DA_{event}$  (absorbed dose per event ( $mg/cm^2$ -event)) в отношении неорганических и органических химических веществ [17]. Характеристика общетоксических эффектов выполнена на основе коэффициентов опасности ( $HQ$ ) отдельных веществ и суммарных индексов опасности ( $HI$ ) для веществ с односторонним механизмом действия [3]. За допустимый уровень неканцерогенных эффектов принимали значения  $HI$  от 1,1 до 3,0, диапазон значений  $HI$  от 3 до 6 рассматривали как наступающий уровень риска, а  $HI$  выше 6 – как высокий [4].

**Результаты.** Процесс оценки риска состоит из четырех этапов: идентификации опасности, оценки воздействия (экспозиции), оценки «доза – ответ», и оценки риска. На начало 2016 г. 98 % населения г. Казани пользуется водой из централизованных систем водоснабжения. Качество природного поверхностного водоисточника (река Волга) в регионе в последние годы ухудшилось: загрязненность воды характеризуется как «грязная». Подача воды жителям Казани осуществляется от поверхностного водозабора «Волжский», подземных водозаборов и артезианских скважин с помощью 98 насосных станций. Водозабор «Волжский» обеспечивает питьевой водой 80 % населения города, в том числе Кировский (1-я зона) и Вахитовский районы (3-я зона). Население Советского района (2-я зона) пользуется питьевой водой смешанного характера («Волжский» водозабор и подземные водоисточники Аки, Азино и Солидарность). Приволжский район города (4-я зона) обеспечивается смешанной водой из водозаборов «Мирный», «Танкодром» и «Волжский». Для подземных вод республики характерно повышение концентрации железа на уровне 3–5 ПДК (г. Казань – водозабор «Мирный»). Анализ среднего содержания отдельных металлов в источниках централизованного водоснабжения г. Казани за 2010–2015 гг. выявил достоверные различия между ними по содержанию цинка и магния, которые в подземных водоисточниках были выше нормативов. Подробная информация представлена в [5]. Ключевыми критериями выбора приоритетных химических соединений было соотношение неудовлетворительных образцов в гигиенических исследованиях, количество обнаружения которых в образцах питьевой воды превышало 5 % на всех исследуемых территориях (табл. 1). Остаточный хлор, был исключен из расчетов в связи с тем, что в настоящее время не определены референтные дозы ( $RfD$ ), при хроническом поступлении [2].

Таблица 1

Концентрации химических соединений в питьевой воде г. Казани по зонам исследования (мг/л)

Химическое вещество	CAS	Предел обнаружения	ПДК, мг/л	$RfD$ , мг/кг	Верхняя граница 95 %-ного ДИ			
					1з.	2з.	3з.	4з.
Алюминий	7429-90-5	0,05	0,2	1	0,373	0,42	0,4	0,58
Барий	7440-39-3	0,01	4	0,2	0,024	0,034	0,045	0,024
Железо	7439-89-6	0,1	0,3	0,3	0,8	1,71	1,9	0,7
Магний	7439-95-4	1	50	11	24,3	63,2	85,05	47,4
Нитраты (по $NO_3$ )	14797-55-8	0,2	45	1,6	9,8	24,93	26	58,79
Нитриты (по $NO_2$ )	14797-65-0	0,003	3,3	0,1	0,05	0,2	0,4	0,2
Сульфаты	7440-43-9	0,0003	0,001	0,0005	0,0007	0,0006	0,0006	–
Кадмий	7439-96-5	0,01	0,1	0,14	–	0,131	–	0,02
Марганец	7439-92-1	0,05	0,01	0,024	0,007	0,0036	0,0076	0,004
Свинец		0,01	7	0,6	1,01	0,64	0,92	0,68
Стронций	7440-50-8	0,02	1	0,019	0,021	0,017	0,015	0,028
Медь	7440-66-6	0,2	1	0,04	0,031	0,062	0,09	0,143
Цинк	16984-48-8	200	1,5	0,06	0,296	0,471	0,57	0,384
Нефтепродукты (сум)		0,005	0,1	0,03	0,0172	1,993	0,1	1,01
Хлороформ	67-66-3	0,001	0,1	0,01	0,106	0,119	0,147	0,115

Региональные факторы экспозиции (РФЭ) на уровне медианы ( $Me$ ) и 95-го перцентиля ( $95P$ ) были установлены по результатам анкетированного опроса роди-

телей, бабушек и нянь [2]. Исходные значения для расчета оценки воздействия и оценки риска приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Исходные параметры для расчета экспозиции

Исходные данные	Единицы измерения	Значения (дети), <i>Me</i>	Значения (дети), 95 th Perc	Источник
Концентрация вещества в воде ( <i>CW</i> )	мг/л	мг/л	мг/л	Данные исследований [9]
Величина водопотребления ( <i>IR</i> )	л/день	1,0	2,0	[11]
Концентрация в воздухе ( <i>C<sub>air</sub></i> )	мг/л	Расчетный метод	Расчетный метод	[11]
Скорость вентиляции ( <i>VR</i> )	м <sup>3</sup> /ч	0,5 (дети)	0,5 (дети)	[11]
Константа закона Генри ( <i>H</i> )	Па·м <sup>3</sup> /моль			IRIS
Watertemperature ( <i>T</i> )	44			
Эффективность массопереноса вещества из воды в воздух ( <i>Theta</i> )		$Theta = 3000000 / (2,5/Dw^{0,67}) + [(RT/ (H Da)^{0,33})]$		[11]
Универсальная газовая постоянная ( <i>R</i> )		8,31		[11]
Skinsurfacearea ( <i>SA</i> )	см <sup>2</sup>	5400	7050	[9]
Фракция кожи при контакте с водой ( <i>F</i> )	Percent	100	100	[9]
Коэффициент диффузии в воду ( <i>Dw</i> )	см <sup>2</sup> /с	Для органических веществ ( <i>Dw</i> ) = 22 · 0,00001/MV <sup>0,67</sup> . Для большинства неорганических веществ <i>Dw</i> близок к нулю		[11]
Коэффициент диффузии в воздух ( <i>Da</i> )	см <sup>2</sup> /с	Для органических веществ ( <i>Da</i> ) = 1,9/MV <sup>0,67</sup> . Для большинства неорганических веществ <i>Da</i> близок к нулю		[11]
Exposuretime ( <i>ET</i> )	мин/день	30	90	[9]
Conversionfactor ( <i>CF</i> )	л/см <sup>3</sup>	0,001	0,001	–
Exposureduration ( <i>ED</i> )	лет	3	3	[13]
Exposurefrequency ( <i>EF</i> )	дней/год	296	364	[9]
Meanexposuretime ( <i>AT</i> )	дней	<i>ED</i> · 365	<i>ED</i> · 365	[9]
Bodyweight ( <i>BW</i> )	кг	10,3	16,4	[9]

Анализ суммарных индексов опасности (*HI*), рассчитанных по значениям РФЭ (*Me* и 95-го *Perc*) для детского населения г. Казани, показал (кроме 1-й зоны) превышение верхней границы референтного уровня (3,0) для трех систем: кровь, почки и сердечно-сосудистая система. Основной вклад в развитие общетоксических эффектов со стороны критических органов и систем при пероральном поступлении (на уровне *Me*) оказывают во 2-й и 4-й зонах нефтепродукты (от 29 до 54,7 %), во всех зонах – хлороформ (от 10 до 30,6 %) и нитраты (от 12,8 до 35,9 %), в 3-й зоне – магний (до 11,2 %) и фториды – в 1-й и 3-й зонах (от 13,7 до 14,3 %). Основным путем поступления во всех зонах является пероральный (65,4–83,3 %) (табл. 3).

Ингаляционный путь составляет от 16,01 до 33,2 % и обусловлен во всех зонах хлороформом (65,4 %), доля кожного пути незначительна – от 0,5 до 1,1 %. Количественная оценка региональных факторов экспозиции (на уровне *Me* и 95-го *Perc*) определила различия в 1,25 раза, которые выявляются при характеристике экспозиционных доз и коэффициентов опасности и уровнях неканцерогенного риска химических веществ, поступающих комплексно (одновременно несколькими путями) с питьевой водой. Поступление химических веществ с питьевой водой

в различных зонах г. Казани свидетельствует о настораживающем и высоком уровне неканцерогенного риска для здоровья детского населения, проживающего во 2-й и 4-й зонах. Величина суммарных индексов опасности (*ТНІ*), рассчитанных с использованием РФЭ на уровне медианы и 95-го *Perc*, составила  $TNI_{me} = 14,2$  и  $15,03$  и  $TNI_{95perc} = 13,03$  и  $14,8$  в зонах со смешанным типом водоснабжения. Уровень неканцерогенного риска в 1-й и 3-й зонах также превысил верхнюю границу референтного уровня: составив на уровне *Me* – 6,1 и 9,1 и 95<sup>th</sup> *Perc* – 7,63 и 11,45 (табл. 3).

Таблица 3

Суммарные индексы опасности химических веществ, поступающих различными путями с питьевой водой (*Me*)

Зона исследования	Пероральный путь	Накожный путь	Ингаляционный путь	Суммарный риск ( <i>ТНІ</i> )
1	4,018 (65,8 %)	0,059 (0,96 %)	2,027 (33,2 %)	6,104
2	11,838 (83,3 %)	0,098 (0,69 %)	2,275 (16,01 %)	14,211
3	6,256 (68,3 %)	0,100 (1,1 %)	2,811 (30,7 %)	9,166
4	10,768 (82,6)	0,069 (0,53 %)	2,199 (16,9 %)	13,036

Формирование перечня приоритетных показателей по результатам оценки риска, представляющих реальную опасность для здоровья его чувствительных групп (детское население), является неотъемлемой частью разработки эффективных мероприятий по предупреждению, предотвращению или минимизации возможного негативного воздействия на здоровье. В контексте нашего исследования важной задачей является обоснование не только достаточности включаемых в контролируемый перечень химических веществ с учетом характера и особенностей их воздействия на организм, но и их приоритетности с точки зрения региональных особенностей Республики Татарстан, которая входит в тройку лидеров среди регионов РФ по объему добычи углеводородного сырья. Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по обобщенным показателям, содержанию вредных химических веществ, обусловленным антропогенным происхождением и получивших глобальное распространение, а также присутствием вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения, и веществ на территории конкретного региона или города [5]. Приоритетными загрязнителями питьевой воды г. Казани, определяющими от 62,6 до 99, 0 % уровня суммарного неканцерогенного риска во всех зонах г. Казани при пероральном поступлении, являются нефтепродукты (суммарно), хлороформ, нитраты (по  $NO_3$ ), магний и фториды. Нефтепродукты представляют собой сложную смесь органических (и нескольких неорганических) соединений, отдельных углеводородов, что вносит основную неопределенность в оценку риска, усложняет определение их токсичности в случае загрязнения воды и означает, что традиционные подходы к оценке риска для них (при ингаляционном и кожном путях поступления) в значительной степени неуместны. На сегодняшний день содержание нефтепродуктов в питьевой воде (как и значение перорального референтного уровня) нормируется только в РФ, в отличие от стандартов питьевой воды ЕС, ВОЗ и других стран. Состав сырой нефти и нефтепродуктов варьируется в широких пределах, в зависимости от источника, фракции и переработки. Эти соединения отличаются по своей растворимости, токсичности,

устойчивости в окружающей среде и другим свойствам которые значительно влияют на их воздействие в окружающей среде. Нефтепродукты широко используются в ряде промышленных областях. Самое большое количество нашло применение в качестве топлива для целого ряда целей, включая бензин, дизельное топливо, авиационное топливо и топочный мазут. Главные процессы, влияющие на концентрацию в окружающей среде – улетучивание, биodeградация и растворимость в воде. Только небольшая часть углеводородных составляющих нефтепродуктов будут значительно растворимы в воде. Углеводороды, присутствующие в загрязненной питьевой воде, таким образом, не отражают углеводородный состав нефтяного масла. В случае загрязнения воды нефтепродуктами фактический характер присутствующих загрязнителей будет в значительной степени функцией их растворимости в воде. В целом, весовые ароматические соединения являются наиболее водорастворимыми компонентами. Измерять весь диапазон углеводородов, полученных из нефти, нецелесообразно, поскольку нефтепродукты могут включать от сотен до тысяч индивидуальных соединений с широким диапазоном молекулярных масс, многие из которых могут присутствовать только в количествах мг/кг. Методы обычно приводят к некоторому перекрытию в измерении фракций. Проводить анализ всех возможных углеводородов нефти в воде было бы непомерно дорогостоящим для количественного определения каждого отдельного соединения с использованием текущих аналитических технологий и методов. В соответствии с публикациями ВОЗ, так как определенные данные не доступны для многих из отдельных компонентов нефтяных углеводородов, фракции были охарактеризованы из имеющихся в литературе данных по критериям группы Total Petroleum Hydrocarbons Criteria (ТРНСWГ) в США. ВОЗ предусматривает прагматичный подход к оценке возможных рисков для здоровья после загрязнения разлива нефтепродуктов с участием питьевой воды [5]. Хотя, как указывается в документе, в большинстве случаев, это будет относиться к краткосрочному воздействию, но могут возникнуть обстоятельства, при которых может произойти долгосрочное воздействие через питьевую воду. Более целесообразно рассматривать серию фракций углеводородов, основанных на количестве атомов углерода в соединении с общей структурой и определять приемлемые переносимые концентрации для этих фракций [5]. К ним отнесены две ароматические фракции EC5-EC6 и > EC6-EC8, которые состоят из одного соединения, представляющего собой бензол и толуол соответственно. Для обоих веществ установлены руководящие принципы для питьевой воды. Другая фракция EC8-EC10, > EC10-EC12 и > EC12-EC16, которая включает этилбензол (300 мкг/л), м-ксилол, о-ксилол и р-ксилол. Фракции >EC10-EC12 и > EC12-EC16, для которых предлагаемый уровень *RfD* 0,03 мг/кг веса тела считается целесообразным, определен на вес взрослого в 60 кг и потребление воды 2 л/сут. Полагается консервативный подход с выделением 10 % от *RfD* 0,03 мг/кг массы тела в день в питьевой воде, которое дало бы значение 0,09 мг/л. Последующая ароматическая фракция включает >EC16-EC21 и > EC21-EC35, в которой имеется небольшое количество *RfD* для химических веществ. К ним относятся флуорен (EC16.55), антрацен (EC19.43), флуорантен (EC21.85) и пирен (EC20.8). Ряд этих соединения также считаются ПАУ. ВОЗ (2004) предложила рекомендуемую величину питьевой воды для бензо(а)пирена 0,7 мкг/л, но это не было сочтено необходимым, чтобы предложить официальное ориентировочное значение флуорантена. Другие ПАУ не были рассмотрены для разработки конкретных ориентировочных значения. Описанный вы-

ше подход обеспечивает прочную основу для оценки потенциальных рисков для здоровья, связанного с крупномасштабным загрязнением питьевой воды нефтепродуктами. Выделение 10 % каждого из *RfDs* или *TDI*s для пяти фракций в питьевой воде обеспечивает резерв для потенциальной аддитивной токсичности, а также одновременной экспозиции из других источников (почва и воздух в районах нефтедобычи). Однако такой подход требует затратных аналитических методов исследования для определения концентрации каждой из фракций, но так как большинство из них малорастворимы, то наиболее растворимые фракции будут присутствовать в наибольшей концентрации. В некоторых случаях единственным доступным методом является измерение общего количества углеводов. Этот подход менее удовлетворителен, но, используя самое низкое значение в питьевой воде, это обеспечило бы консервативную оценку. Однако, что особенно важно, эти значения должны быть использованы только в комплексе с сенсорной оценкой для вкуса и запаха, которая в большинстве случаев обнаруживается при концентрациях ниже тех, что вызывают озабоченность для здоровья, в частности, с кратковременной экспозицией (для этилбензола, триметилбензола и метил-трет-бутилового эфира). Таким образом, предлагаемые подходы по оценке влияния содержания нефтепродуктов в питьевой воде г. Казани возможны по результатам дальнейшего исследования по количественному определению отдельных фракций нефтепродуктов в питьевой воде выделенных зон города или процентного соотношения каждой их них к общему количеству нефтепродуктов.

Величина суммарных индексов опасности (*THI*), рассчитанных с использованием РФЭ на уровне медианы и 95-го *Perc* свидетельствует о настораживающем и высоком риске при комплексном поступлении химических веществ с питьевой водой для детского населения города. Основной вклад в суммарный неканцерогенный риск вносит пероральный путь поступления химических веществ с питьевой водой (65,8–82,6 %), обусловленный во 2-й и 4-й зонах на 32,9–54,71 % нефтепродуктами. Второе место занимает ингаляционное поступление химических веществ с питьевой водой (16,01–33,21 %), что на 41,0 – 95,0 % обусловлено хлороформом. Доля кожного пути составила от 0,53 до 1,1 % в отдельных зонах города. Полученные результаты предполагают обоснование управленческих решений по минимизации риска для здоровья детского населения Советского (2-я зона) и Приволжского района города (4-я зона). Детское здоровье имеет более высокий приоритет, поскольку их токсико-кинетические механизмы и токсико-динамическая реакция на химические вещества часто отличаются от остальной части населения [7, 13]. Кроме того, детские физиологические и поведенческие факторы могут сделать их наиболее уязвимым сектором населения для химических веществ, которые имеют широкое распространение. Использование методологии оценки риска для здоровья населения с использованием местных (региональных) факторов экспозиции позволяет на местном уровне определить, каким химическим веществам в конкретных условиях следует уделять приоритетное внимание при разработке стратегии управления рисками и мониторинга химических веществ в питьевой воде.

### Список литературы

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации: Государственный доклад Роспотребнадзора. – М., 2015.

2. 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-11-1079-1083>

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: Труды Всероссийской научно-практической конференции с межд. участием. – Ангарск: РИО АТА. – 2012. – С. 12–16.

5. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.docload.ru/Basesdoc/9/9742/index.htm.134> (дата обращения: 27.05.2017).

6. 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. Синицына, Т.А. Шашина // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–11.

7. Унгурияну 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.

8. Характеристика количественных значений региональных факторов экспозиции на исследуемых территориях / Ю.А. Рахманин, Т.А. Шашина, Т.Н. Унгурияну, С.М. Новиков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2012. – № 6. – С. 30–33.

9. Firestone M. Protecting children from environmental risks throughout each stage of their childhood // Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. – 2010. – Vol. 20. – P. 227–228.

10. Guidance on Selecting Age Groups for Monitoring and Assessing Childhood Exposures to Environmental Contaminants (U.S. EPA, 2005a) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.epa.gov/risk/guidance-selecting-age-groups-monitoring-and-assessing-childhood-exposures-environmental> (дата обращения: 20.07.2017).

11. Guidelines for drinking water quality. 4th edition. Geneva: World Health Organization, 2011.

12. Mechanisms underlying Children's susceptibility to environmental toxicants / E.M. Faustman, S.M. Silbernagel, R.A. Fenske, T.M. Burbacher, R.A. Ponce // Environ. Health Perspect. – 2000. – Vol. 108. – P. 13–21.

13. Moya J., Bearer CF., Etzel R.A. Children's behavior and physiology and how it affects exposure to environmental contaminants // Pediatrics. – 2004. – Vol. 113. – P. 996–1006.

14. Overview of the Development of the Korean Exposure Factors Handbook / Jang Jae-Yeon, Jo Soo-Nam, Kim, So-Yeon, Myung, Hyung-Nam [et al.] // Journal of Preventive Medicine and Public Health. – 2014. – Vol. 47, № 1. – P. 1–6.

15. Peculiarities of children's risk assessment on ingestion of chemicals with drinking water / N.V. Stepanova, E.R. Valeeva, A.I. Ziyatdinova, S.F. Fomina // Research



Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7, № 3. – С. 1677–1681.

16. Stepanova N.V., Valeeva E.R., Fomina S.F. Approaches to city territory ranking in heavy metal pollution level // Hygiene and sanitation. – 2015. – № 5. – С. 56–61.

17. U.S. EPA. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report). 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: 15.05.2017).

18. 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: 27.05.2017).

*Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности 19.9777.2017/8.9.*

## **Комплексная гигиеническая оценка внутришкольной среды общеобразовательных организаций**

**М.В. Перекусихин<sup>1</sup>, В.В. Васильев<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пензенской области,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,

<sup>3</sup>Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Пенза, Россия

Осуществлена гигиеническая оценка эффективности внутришкольной профилактической среды в отдельных общеобразовательных организациях региона. Показана позитивная роль профилактической среды в формировании здоровья обучающихся: показатели здоровья в таких школах лучше, чем в школах, где не создана единая профилактическая среда.

**Ключевые слова:** внутришкольная профилактическая среда, медицинское обеспечение, здоровый образ жизни, здоровье обучающихся.

В последние два десятилетия прослеживается неблагополучие в динамике показателей здоровья детского населения еще с дошкольного возраста [13]. Более половины детей еще перед поступлением в многопрофильную гимназию имеют риск развития хронической патологии [4], а к моменту окончания школы доля абсолютно здоровых детей сокращается в несколько раз [3, 6]. Среди множества

факторов, вызывающих или способствующих снижению уровня здоровья обучающихся в школах, гимназиях и лицеях существенное место принадлежит внутришкольной среде, включающей в себя как и санитарно-гигиенические условия обучения и образовательный процесс, так и учебную нагрузку, связанную с выполнением домашнего задания [5, 15, 16]. Повышение интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса увеличивает риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся [3]. В связи с необходимостью решения проблемы продолжающегося ухудшения здоровья школьников в научной среде все чаще появляются работы, обосновывающие создание профилактической среды в общеобразовательных организациях (ОО) [6, 11, 16]. Наряду с этим началось теоретическое обоснование современного подхода к организации профилактической работы и медицинского обеспечения обучающихся в общеобразовательных организациях [11, 12, 14]. Но работ, посвященных практическому внедрению данного направления, тем более результатам внедрения, крайне мало, что и предопределило выполнение настоящей работы.

**Цель исследования** – оценка результатов многолетней работы по созданию единой профилактической среды в общеобразовательных организациях.

**Материалы и методы.** Исследование выполнялось на территории Пензенской области. Объектами наблюдения являлись МБОУ СОШ № 74 и МБОУ СОШ № 68 в городе Пензе, общеобразовательные организации, расположенные на территории двух сельских районов Пензенской области – Бековского и Тамалинского. Единицей наблюдения являлись учащиеся 1–11-х классов. Объем выборки составил соответственно 1005 и 1380 учащихся в городе и 1677 и 1879 – в районах.

Обе школы в Пензе расположены рядом (на расстоянии 300 м) в одном (спальном) микрорайоне с одинаковыми природно-климатическими и экологическими условиями, построены по одному и тому же типовому проекту и не отличаются санитарно-гигиеническими условиями обучения, организацией школьного питания, напряженностью учебно-воспитательного процесса. Сравнительная характеристика школ осуществлена с учетом требований, изложенных в Сан ПиН [8].

Территории двух сельских районов не отличаются по экологическим условиям, показателям социально-экономического развития, ОО характеризуются одинаковыми санитарно-гигиеническими условиями обучения, одинаково организовано школьное питание, не имеется также отличий в напряженности учебно-воспитательного процесса.

В МБОУ СОШ № 74 и ОО Бековского района (опытная группа), в отличие от МБОУ СОШ № 68 и ОО Тамалинского района (контрольная группа), с 2006 г. целенаправленно создается единая профилактическая среда, направленная на укрепление здоровья обучающихся. Проведен опрос учащихся в ОО сельских районов, изучено состояние здоровья обучающихся, осуществлена статистическая обработка результатов.

**Результаты.** Создание единой профилактической среды в ОО опытной группы осуществлялось по двум основным направлениям: организация медицинского обеспечения учащихся непосредственно в школах; целенаправленное формирование здорового образа жизни (ЗОЖ).

С 2006 г. традиционная форма медицинского обеспечения учащихся ОО в опытной группе была дополнена новшеством в виде открытия на базе МБОУ

СОШ № 74 и 3 школ в Бековском районе отделений 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 функционирует и во время осенних, зимних и весенних каникул, а также в июне в дни работы пришкольных лагерей. ОПР является структурным подразделением медицинской организации, которая укомплектовывает штаты сотрудниками и оснащает медицинские кабинеты оборудованием. Структурно ОПР состоит из кабинета врача-педиатра, кабинета ЛФК, массажного кабинета, физиотерапевтического кабинета, стоматологического кабинета. Целью ОПР является проведение профилактической и оздоровительной работы среди школьников, оздоровление без отрыва от учебного процесса всех нуждающихся и снижение заболеваемости. Образовательная организация предоставляет подготовленные помещения для развертывания ОПР. По функциональной сущности ОПР является отделением медицинской помощи обучающимся и гармонизирует с европейскими подходами к теории и практике школьной медицины.

В ОО опытной группы решение проблемы формирования ЗОЖ учащихся с 2008 г. осуществляется на основе межсекторального партнерства, а в контрольной – в традиционной форме. В процессе формирования здорового образа жизни у учащихся 1–11-х классов используются разработанные при участии специалистов учреждений Роспотребнадзора, профессорско-преподавательского состава высшего образования [1] педагогические технологии обучения, социальные, медицинские и информационные технологии, которые позволяют расширить информирование учащихся и родителей, педагогов и персонал школы о факторах риска и обеспечить мотивирование и создание условий для формирования ЗОЖ.

Проведенный в 2016 г. опрос учащихся сельской местности позволил выявить различия в ответах старшеклассников двух сравниваемых групп. Так, среди жизненных целей и ценностей наиболее значимыми оказались категории, определяющие жизненные смыслы, – здоровье (83,1 в Бековском и 67,7 % в Тамалинском районе;  $p < 0,05$ ), семья (80,3 и 73,6 %), достойное образование (69,2 и 45,8 %,  $p < 0,01$ ). Факторы, стимулирующие движение к здоровому образу жизни, также различаются. Ведущими были забота о своем здоровье – 93,5 и 73,8 % ( $p < 0,05$ ), забота о своем будущем – 82,5 и 75,3 %, пример родителей, братьев и сестер – 69,8 и 53,3 % ( $p < 0,05$ ), а также забота о своих будущих детях – 63,9 и 41,7 % соответственно ( $p < 0,05$ ).

Об эффективности работы ОПР можно судить по увеличению количества учащихся, занимающихся физкультурой в основной группе здоровья и снижению – в подготовительной и специальной, а также по показателю острой заболеваемости в случаях пропусков на одного ребенка. Так, в 2015–2016 учебном году по сравнению с 2009–2010 учебным годом количество учащихся основной группы здоровья в МБОУ СОШ № 74 увеличилось с 96,1 до 96,7 % ( $p < 0,05$ ). Показатель пропуска по причине острой заболеваемости уменьшился на 3,5 % ( $p > 0,05$ ).

Функционирование ОПР на базе ОО полностью соответствует требованиям, предусмотренным Приказом Министерства здравоохранения РФ № 822н от 5 ноября 2013 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи несовершеннолетним, в том числе в период обучения и воспитания в образовательных организациях» [9], согласно которым в структуре отделения медицин-

ской помощи обучающимся предусматривается медицинский блок, который размещается в помещениях образовательной организации. При этом для оказания первичной медико-санитарной помощи несовершеннолетним, нуждающимся в лечении, реабилитации и оздоровительных мероприятий, рекомендуется в медицинском блоке ОО выделить кабинеты врачей-специалистов и иные кабинеты согласно порядкам оказания медицинской помощи соответствующего вида, профиля медицинской помощи, заболевания или состояния (группы заболеваний или состояний).

В 2015 г. показатель уровня распространенности заболеваний, составивший 2104 случая (1524,6 %) у учащихся МБОУ СОШ № 68 был достоверно выше ( $p < 0,01$ ), чем у учащихся МБОУ СОШ № 74 – 1360 случаев (1353,2 %). Различие в уровнях общей заболеваемости преимущественно произошло за счет различия в уровнях распространенности болезней органов дыхания – соответственно 1116 (808,7 %) и 590 (587,1 %) ( $p < 0,01$ ).

Установлено значимое различие в уровнях впервые выявленной заболеваемости учащихся двух школ, обусловленное также преимущественно более высоким показателем по болезням органов дыхания. Имеющиеся различия в уровне заболеваемости по всем остальным классам не являются значимыми ( $p > 0,05$ ) – 1049 (760,1 %), поэтому приводим данные лишь по некоторым школьно-обусловленным заболеваниям (таблица). Необходимо отметить, что в 2015 г. в обоих ОО случаев гриппа не зарегистрировано.

Заболеваемость учащихся в сравниваемых школах в 2015 г.

Наименование класса болезней	МБОУ СОШ № 74		МБОУ СОШ № 68		<i>p</i>	Хи-квадрат	С – коэффициент сопряженности Пирсона
	абс.	‰	абс	‰			
Всего	644	640,8	1179	854,3	<0,01	147,23	0,241
Болезни органов дыхания	558	555,2	1049	760,1	<0,01	111,09	0,211
Болезни костно-мышечной системы	10	9,9	18	13	>0,05	0,48	0,014
Болезни глаза и его придаточного аппарата	7	6,9	11	7,9	>0,05	0,079	0,006

Следовательно, проводимые в ОПР на базе МБОУ СОШ № 74 оздоровительные мероприятия положительно влияют на формирование здоровья учащихся, в результате чего они в 1,36 раза реже болеют болезнями органов дыхания. Влияние оздоровительных мероприятий на формирование здоровья учащихся прослеживается и по другим классам, но сила связи несущественная. Тем не менее оздоровительные мероприятия оказывают положительное влияние на формирование здоровья учащихся, что вытекает из анализа результатов профилактических медицинских осмотров.

Доля практически здоровых учащихся МБОУ СОШ № 74 без факторов риска (1-я группа здоровья) за 2009–2015 гг. увеличилась с 5,61 % в 2009 г. до 5,97 % в 2015 г. За этот же период доля школьников со 2-й группой здоровья, в которую входят учащиеся, имеющие функциональные отклонения и риск развития хронической патологии, уменьшилась с 88,78 до 86,77 % ( $p < 0,05$ ). Вместе с тем число де-

тей, страдающих хроническими заболеваниями в стадии компенсации и отнесенных к 3-й группе здоровья, и число детей с 4-й группой здоровья, то есть с хроническими заболеваниями в стадии субкомпенсации, изменилось незначительно – соответственно с 5,28 до 5,87 % ( $p > 0,05$ ) и с 0,33 до 1,39 % ( $p > 0,05$ ).

В МБОУ СОШ № 68 прослеживается другая тенденция. Так, доля практически здоровых детей уменьшилась с 13,84 % в 2009 г. до 11,52 % в 2015 г. ( $p > 0,05$ ). За аналогичный период увеличилась доля детей, имеющих функциональные отклонения и риск развития хронической патологии, – с 68,85 % до 71,42 % ( $p < 0,05$ ). Количество детей 3-й группы здоровья, уменьшилось с 17,06 до 8,41 % ( $p < 0,05$ ), а число детей, отнесенных к 4-й группе здоровья увеличилось с 0,25 до 0,94 % ( $p > 0,05$ ).

Впервые выявленная заболеваемость детей Бековского района в 2016 г. по сравнению с 2008 г. снизилась на 40,9 % и составила 99 190,8 на 100 тысяч детей, в Тамалинском районе – уменьшилась на 26,9 % ( $p < 0,01$ ) и составила 164384,2; а в указанный период заболеваемость подростков в Бековском районе уменьшилась на 18 % и в 2016 г. составила 126340,3 на 100 тысяч подростков, в Тамалинском районе заболеваемость снизилась на 4,2 % и составила 114078,3 ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, проведенное исследование свидетельствует о позитивном влиянии единой профилактической среды, включающей в себя современные формы медицинского обеспечения и модели формирования ЗОЖ, на формирование здоровья, повышение качества информирования учащихся о факторах риска и мотивирование и создание условий для формирования ЗОЖ. Результаты исследования по обобщению многолетнего опыта по созданию единой профилактической среды в отдельных ОО явились основой для разработки научно обоснованных рекомендаций для его внедрения на территории всего региона.

### Список литературы

1. 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. – С. 17–19.
2. 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.
3. Иванов А.В., Тафеева Е.А., Васильев В.В. Опыт реализации программы по формированию навыков здорового образа жизни среди школьников // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 7 – С. 55–57.
4. Комплексная оценка состояния здоровья детей, поступающих в 1-й класс многопрофильной гимназии / Р.Т. Галеева, В.И. Струков, Ю.Е. Алленова, Г.В. Долгушкина, А.Н. Астафьева // Педиатрия. – 2015. – Т. 94, № 5. – С. 162–164.
5. Кучма В.Р. Формирование здорового образа жизни детей и единого профилактического пространства в образовательных организациях: проблемы и пути решения // Гигиена и санитария. – 2015. – № 6. – С. 20–25.
6. Кучма В.Р., Макарова А.Ю., Рапопорт И.К. Медицинское обеспечение детей в образовательных учреждениях в Российской Федерации: проблемы и пути решения // Здравоохранение Российской Федерации. – 2014. – № 3. – С. 4–9.

7. Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи несовершеннолетним, в том числе в период обучения и воспитания в образовательных организациях: Приказ МЗ РФ от 5 ноября 2013 года № 822н. – М., 2013.

8. 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.

9. Профилактическая среда в образовательных организациях профессионального образования: актуальные проблемы и пути решения / Е.И. Шубочкина, В.Р. Кучма, Е.М. Ибрагимова, В.В. Молдованов, В.Ю. Иванов // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 8. – С. 46–49.

10. Рапопорт И.К., Соколова С.Б., Чубаровский В.В. Заболеваемость школьников и проблемы создания профилактической среды в общеобразовательных организациях // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2014. – № 3. – С. 10–16.

11. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, К.П. Лужецкий, О.А. Маклакова, М.А. Землянова, О.В. Долгих, С.В. Клейн, Н.В. Никифорова // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 66–83.

12. Санитарно-эпидемиологическое благополучие и риски здоровью детей и подростков при обучении в образовательных учреждениях / В.Р. Кучма, Е.И. Шубочкина, С.Г. Сафонкина, В.В. Молдованов, Е.М. Ибрагимова // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 65–73.

13. СанПиН 2.4.2.2821-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902256369> (дата обращения: 30.07.20167).

14. Соколова С.Б., Кучма В.Р. Концепция оценки качества медицинской помощи обучающимся в образовательных организациях // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – Т. 281, № 8. – С. 8–12.

15. Степанова М.И., Березина Н.О., Сазанюк З.И. Особенности жизнедеятельности и состояния здоровья современных дошкольников // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – Т. 281, № 8. – С. 13–15.

16. Сухарева Л.М., Рапопорт И.К., Поленова М.А. Заболеваемость и умственная работоспособность московских школьников // Гигиена и санитария. – 2013. – № 3 – С. 42–50.

## Особенности формирования здоровья детского населения на территории относительного санитарно-эпидемиологического благополучия

Ю.В. Корочкина<sup>1</sup>, В.В. Васильев<sup>2,3</sup>

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

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,

<sup>3</sup>Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Пенза, Россия

Обосновано отнесение конкретного региона к территории относительного санитарно-эпидемиологического благополучия и представлены результаты углубленного анализа динамики заболеваемости детского населения с расчетом показателей динамического ряда за 2001–2016 гг. в таком регионе. Наибольший вклад в прирост первичной заболеваемости детей и подростков региона внесли болезни органов дыхания, болезни мочеполовой системы, травмы и отравления, болезни уха. Особенностью динамики заболеваемости является то, что для детей характерен высокий прирост болезней нервной системы, а для подростков – болезней органов пищеварения.

**Ключевые слова:** относительное санитарно-эпидемиологическое благополучие региона, динамика заболеваемости детей, прирост заболеваемости.

Результаты научных исследований и данные официальной статистики свидетельствуют, что на протяжении последних двух десятилетий в России продолжается тенденция ухудшения здоровья детского населения [1, 2, 6, 12, 13]. Отмечается рост мультифакториальной и возрастной патологии, инвалидизирующих заболеваний [15]. Подобная тенденция наблюдается не только в регионах санитарно-эпидемиологического неблагополучия, но и в регионах с благоприятными показателями социально-экономического развития [7, 10]. Исследованию формирования здоровья детей, проживающих на территории санитарно-эпидемиологического неблагополучия, посвящено по понятным причинам множество научных работ, чего нельзя сказать о регионах относительного санитарно-эпидемиологического благополучия, что и предопределило выполнение настоящей работы.

**Цель исследования** – изучение формирования здоровья детского населения в регионе относительного санитарно-эпидемиологического благополучия.

**Материалы и методы.** Исследование выполнялось на территории Пензенской области. Отнесение области к региону относительного санитарно-эпидемиологического благополучия проведено в соответствии с определением понятия «санитарно-эпидемиологическое благополучие населения», приведенном в Федеральном законе № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. [11]. При этом нами использовалась методика, разработанная научным коллективом под руководством академиков РАН Г.Г. Онищенко и Н.В. Зайцевой [16], согласно которой территория относительного санитарно-эпидемиологического благополучия характеризуется средним уровнем социально-экономического развития, сравнительно благоприятными для Российской Федерации медико-демографическими показателями и отсутствием серьезных санитарно-

эпидемиологических проблем регионального уровня. В работе проанализированы данные РИФ СГМ за 2001–2016 гг. по Пензенской области, формы статистического учета № 18 «Сведения о санитарном состоянии территории». Подвергнуты анализу ежегодные данные Росстата по Пензенской области: основные показатели уровня жизни населения и социально-экономического развития, демографические показатели, заболеваемость населения. Формирование здоровья детского населения, наиболее чутко реагирующего на воздействие среды обитания, изучено по показателям заболеваемости, снижение которой является государственной целью. Анализу подвергнуты статистические формы учета № 12 за период с 2001 по 2016 г., проведено выравнивание динамических рядов. Для обобщенной количественной оценки тенденций заболеваемости за наблюдаемый период рассчитан средний темп прироста.

**Результаты.** В период с 2001 по 2016 г. частота превышения гигиенических нормативов качества воздуха в населенных пунктах региона составила от 0,1 в 2014 г. до 2,8 % в 2005 г. Частота несоответствий качества питьевой воды по санитарно-химическим показателям была в пределах от 4,2 % в 2001 г. и 8,0 % в 2012 г., по микробиологическим показателям – от 3,2 % в 2001 г. до 4,7 % в 2012 г. Доля нестандартных проб почв по санитарно-химическим показателям колебалась от 0 % в 2001 г. до 8,4 % в 2013 г., по микробиологическим показателям – от 1,4 % в 2016 г. до 8,5 % в 2011 г. Таким образом, частота нестандартных проб атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы в регионе значительно ниже, чем в среднем по РФ.

В области невысокий уровень валового регионального продукта на душу населения: 2001 г. – 53,7; 2005 г. – 52,1; 2010 г. – 124; 2011 г. – 154,6; 2012 г. – 174,8; 2013 г. – 198,1; 2014 г. – 219,1; 2015 г. – 248,8; 2016 г. – 256,3 тыс. рублей. Соотношение среднемесячной заработной платы и минимальной потребительской корзины составило: 2001 г. – 1,64; 2005 г. – 2,13; 2010 г. – 2,92; 2011 г. – 2,98; 2012 г. – 3,46; 2013 г. – 3,44; 2014 г. – 3,4; 2015 г. – 3,15; 2016 г. – 2,99. По данному показателю регион почти не отличается от среднего по РФ. По численности населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума регион выглядит хуже, чем РФ: в 2000 г. – 49,4 и 29,0 %; в 2005 г. – 26,0 и 17,8 %; в 2010 г. – 15,0 и 12,5 %; 2011 г. – 15,4 и 12,7 %; 2012 г. – 13,1 и 10,7 %; 2013 г. – 12,6 и 10,8 %; 2014 г. – 12,6 и 11,2 %; 2015 г. – 14,2 и 13,3 % соответственно. Доля ветхого и аварийного жилья в регионе практически не отличается от аналогичного показателя по стране в целом: в 2015 г. в регионе – 2,7 %, в РФ – 2,6 %.

Коэффициент смертности в регионе из-за большей доли лиц пожилого возраста несколько выше, чем в среднем по стране: в 2001 г. – 16,3 и 15,6; в 2015 г. – 14,8 и 13,0 на 1000 человек соответственно. Если с 2001 по 2009 г. уровень первичной заболеваемости населения региона превышал аналогичный показатель по РФ, то с 2010 г. региональный уровень заболеваемости меньше, чем в среднем по стране: в 2001 г. – 768,7 и 730,5; в 2005 г. – 850,5 и 743,7; в 2010 г. – 768,8 и 782,6; 2011 г. – 764,8 и 769,9; в 2012 г. – 748,2 и 793,9; в 2013 г. – 733,9 и 799,4; 2014 г. – 715,9 и 790,1; в 2016 г. – 745,1 и 778,8 на 1000 человек соответственно.

Таким образом, по совокупной оценке в последние 6 лет Пензенскую область можно отнести к регионам относительного санитарно-эпидемиологического благополучия, где вклад негативных факторов среды обитания в формирование дополнительной смертности и заболеваемости населения минимален.

В Пензенской области первичная заболеваемость детей в возрасте 0–14 лет с 2001 по 2009 г. имела тенденцию роста (в 2001 г. – 141 662,5, а в 2009 г. –



184 279,3 на 100 тысяч детей), с 2010 г. наметилось постепенное снижение (в 2016 г. – 1651 12,7 на 100 тысяч детей). За все анализируемые годы уровень первичной заболеваемости детей в регионе был ниже, чем в РФ на 4,2–7,1 % (2001 г. – 148 122,5; 2009 г. – 192 405,9; 2015 г. – 177 588,1 на 100 тысяч детей). Тенденция первичной заболеваемости детей региона согласуется с аналогичной тенденцией по стране. В 2001–2015 гг. показатели уровня заболеваемости детей региона практически по всем классам болезней (за исключением 1–2-го классов в отдельные годы) ниже, чем в РФ.

В результате углубленного изучения динамики первичной заболеваемости по классам болезней за 2001–2016 гг. установлен абсолютный прирост выровненного динамического ряда по новообразованиям, болезням нервной системы, болезням уха, системы кровообращения, органов дыхания, мочеполовой системы, травмам и отравлениям. Следует отметить, что наибольший средний темп прироста отмечается по болезням нервной системы и болезням органов дыхания, а наибольший средний темп убыли – по врожденным аномалиям (табл. 1). Динамика первичной заболеваемости подростков региона за 16-летний период, в отличие от динамики заболеваемости детей в возрасте 0–15 лет, более неравномерная. Так, с 2001 по 2015 г. продолжалось увеличение заболеваемости с 115 729,3 до 168 017,5 на 100 тысяч подростков, лишь в 2016 г. она снизилась до 153 994,6 на 100 тысяч подростков. В динамике первичной заболеваемости подростков абсолютный прирост выровненного ряда имеют следующие классы болезней: инфекционные и паразитарные болезни, психические расстройства, болезни нервной системы, болезни уха, болезни органов дыхания, органов пищеварения, мочеполовой системы, врожденные аномалии, травмы и отравления. Наибольший средний темп прироста наблюдается по болезням органов пищеварения, наибольший темп убыли – по классу «беременность, роды и послеродовый период» (табл. 2). Несмотря на более благоприятные показатели уровня заболеваемости детского населения в Пензенской области (достоверность официальной статистической отчетности – ф. 12. по Пензенской области не вызывает сомнений [5]), нельзя не указать на имеющие место отрицательные показатели, полученные в ходе углубленного анализа динамики заболеваемости. Результаты проведенных нами ранее исследований [9, 18] свидетельствуют о том, что на территории относительного санитарно-эпидемиологического благополучия могут возникать нарушения в состоянии здоровья детей и подростков при длительном воздействии неблагоприятных факторов среды обитания. Данный вывод согласуется с результатами ряда других исследований [3, 4, 8, 14].

Таблица 1

Заболеваемость детей в 2001–2016 гг.

Класс болезни	Абсолютный прирост	Средний темп прироста, %	Среднее значение 1 % прироста
Всего болезней	1173,07	0,43	2724,8
I. Инфекционные и паразитарные болезни	-154,11	-1,22336	125,971
II. Новообразования	3,52	0,543	6,253
III. Болезни крови и кроветворных органов	-33,64	-1,55288	21,66
IV. Болезни эндокринной системы	-18,90	-0,91502	20,652
V. Психические расстройства	-19,05	-1,99727	9,538
VI. Болезни нервной системы	108,41	2,989599	36,262

Окончание табл. 1

Класс болезни	Абсолютный прирост	Средний темп прироста, %	Среднее значение 1 % прироста
VII. Болезни глаза	-5,10	-0,06198	82,28
VIII. Болезни уха	52,02	0,667242	77,968
IX. Болезни системы кровообращения	4,70	0,25687	18,296
X. Болезни органов дыхания	1719,54	1,028156	1672,453
XI. Болезни органов пищеварения	-245,51	-1,5802	155,366
XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки	-107,17	0,90627	118,253
XIII. Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	-74,88	-0,92684	80,795
XIV. Болезни мочеполовой системы	40,96	0,922816	44,383
XVII. Врожденные аномалии	-40,19	-2,60542	15,426
XVIII. Симптомы, признаки и отклонения от нормы	-41,69	-1,09451	38,087
XIX. Травмы, отравления	113,13	0,785621	144

Таблица 2

Заболеваемость подростков в 2001–2016 гг.

Класс болезни	Абсолютный прирост	Средний темп прироста, %	Среднее значение 1 % прироста
Все болезни	2703,98	1,165088	2320,833
I. Инфекционные и паразитарные болезни	30,0	0,401123	74,779
II. Новообразования	-12,08	-2,02997	5,952
III. Болезни крови и кроветворных органов	-0,267	-0,26249	7,625
IV. Болезни эндокринной системы	-39,65	-1,42904	27,749
V. Психические расстройства	2,99	0,141145	21,161
VI. Болезни нервной системы	3,53	0,071968	49,021
VII. Болезни глаза	-4,59	-0,04422	103,884
VIII. Болезни уха	61,60	1,098013	56,104
IX. Болезни системы кровообращения	-45,24	-1,50703	30,022
X. Болезни органов дыхания	1872,9	1,559053	1201,306
XI. Болезни органов пищеварения	653,26	3,654734	178,44
XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки	-4,58	-0,03165	144,537
XIII. Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	-11,51	-0,10526	109,37
XIV. Болезни мочеполовой системы	98,17	1,169512	83,944
XV. Беременность, роды и послеродовый период	-67,95	-2,96304	22,933
XVII. Врожденные аномалии	2,44	0,878747	2,773
XVIII. Симптомы, признаки и отклонения от нормы	-27,05	-1,933	13,993
IX. Травмы, отравления	268,87	1,391856	193,172

**Выводы.** Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют, что при определении типа санитарно-эпидемиологического благополучия региона данные по первичной заболеваемости детского населения могут использоваться наряду с показателями суммарной заболеваемости. При этом целесообразно проведение углубленного анализа динамики заболеваемости за длительный период с получением показателей выровненного ряда.

Результаты проведенного исследования показали, что основной вклад в прирост первичной заболеваемости детей Пензенской области внесли болезни нервной системы

и болезни органов дыхания, мочеполовой системы, травмы и отравления, болезни уха. Прирост заболеваемости подростков региона обусловлен преимущественно болезнями органов пищеварения, болезнями органов дыхания, травмами и отравлениями, болезнями мочеполовой системы, болезнями уха. Эти особенности характеристики динамики заболеваемости детей и подростков послужили основой для разработки приоритетных организационных, гигиенических и медицинских мероприятий, направленных на снижение риска нарушений здоровья детского населения, проживающего на территории относительного санитарно-эпидемиологического благополучия.

### Список литературы

1. Баранов А.А. Состояние здоровья детей в Российской Федерации // Педиатрия. – 2012. – Т. 91, № 3. – С. 9–14.
2. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Медико-социальные проблемы воспитания подростков. – М.: Союз педиатров России, 2014.
3. 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. – Т. 95, № 8. – С. 760–764.
4. 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.
5. Гончаровская О.В., Соколовская Т.А. Заболеваемость детей 0–14 лет в Российской Федерации: лонгитудинальное и проспективное исследования [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.remedium.ru/doctor/detail.php?ID=66489> (дата обращения: 29.07.2017).
6. Заболеваемость детского населения России / А.А. Баранов, В.Ю. Альбицкий, А.А. Модестов, С.А. Косова, В.И. Бондарь, И.М. Волков. – М.: ПедиатрЪ, 2013. – 280 с.
7. 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.
8. 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. – № 1. – С. 4–12.
9. Кучма В.Р., Сухарев А.Г. Гигиена детей и подростков как раздел профилактической медицины // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 6. – С. 66–70.
10. Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Санитарно-эпидемиологическое благополучие детей и подростков в современных условиях: проблемы и пути решения // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 8. – С. 4–6.
11. Миненко Е.Ю., Курамшин Д.Ю. Воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду и здоровье населения Пензы // Интернет-вестник ВолГАСУ. – 2017. – Т. 34, № 3. – С. 22.
12. Нарушения физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровневого загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами на примере Пермского края / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, А.Ю. Вандышева, С.А. Вековщина // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 70–75.
13. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. – М., 1999.

14. Оценка качества информации о здоровье детей в России: межрегиональные сравнения и классификация / Ж.В. Гудинова, Г.Н. Жернкова, С.С. Болотова, И.В. Гегечкори // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 77–82.

15. Российский статистический ежегодник. Выпуск 2016 [Электронный ресурс]. – URL [http://www.statproject.ru/load/statisticheskije\\_sborniki/statisticheskije\\_sborniki/rossijskij\\_statisticheskij\\_ezhegodnik/26-1-0-113](http://www.statproject.ru/load/statisticheskije_sborniki/statisticheskije_sborniki/rossijskij_statisticheskij_ezhegodnik/26-1-0-113) (дата обращения: 28.07.2017).

16. Санитарно-эпидемиологическое благополучие и риски здоровью детей и подростков при обучении в образовательных учреждениях / В.Р. Кучма, Е.И. Шубочкина, С.Г. Сафонкина, В.В. Молдованов // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 65–73.

17. Суворова А.В., Якубова И.Ш., Чернякина Т.С. Динамика показателей состояния здоровья детей и подростков Санкт-Петербурга за 20-летний период // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 4. – С. 332–338.

18. Сухарева Л.М., Рапопорт И.К., Поленова М.А. Состояние здоровья московских школьников и факторы, влияющие на его формирование (лонгитудинальное исследование) // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 3. – С. 28–30.

## **Неканцерогенный риск для здоровья детского населения г. Казани, обусловленный контаминацией пищевых продуктов и сырья**

**С.Ф. Фомина, Н.В. Степанова**

ФГБОУ ВО «Казанский федеральный университет»,  
Институт фундаментальной медицины и биологии,  
г. Казань, Россия

Представлены результаты оценки неканцерогенного риска для здоровья детей г. Казани, обусловленного потреблением пищевых продуктов, контаминированных химическими веществами. Исследование проводилось за два периода (2007–2010 гг. и 2011–2014 гг.) для детей в возрасте 3–6 лет. Расчет суточных доз проводился с учетом региональных параметров экспозиции на уровне медианы (*Me*) и 95-го перцентиля (*95P*), которые были установлены по результатам изучения фактического питания детей анкетно-опросным хронометражно-весовым методами. Установлен высокий уровень неканцерогенного риска на уровне 95-го перцентиля для метилртути (3,89 и 3,33 за оба периода соответственно), высокий и недопустимый для мышьяка (10,67 в первом периоде). Определены органы и системы организма, подверженные наибольшему токсическому воздействию.

**Ключевые слова:** оценка неканцерогенного риска, детское население, продукты питания, химические контаминанты.

Актуальность вопросов безопасности пищи возрастает с каждым годом, поскольку обеспечение должного качества пищевого сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих отсутствие опасности для здо-

ровья человека при их употреблении. Управление гигиенической безопасностью продуктов входит в число приоритетных задач государственной политики в области здорового питания и является необходимым условием обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [6, 12, 13]. В современных условиях пищевые продукты содержат различные количества контаминантов, в ряде случаев преимущественно ниже уровня установленных гигиенических нормативов [1, 3, 4]. Однако некоторые контаминанты в конкретных видах пищевых продуктов даже в пределах допустимых уровней оказывают нагрузку на организм человека [5]. Длительные химические нагрузки малой интенсивности являются одним из наиболее значимых факторов риска для здоровья, снижающих устойчивость организма к воздействию других неблагоприятных экологических и социально обусловленных факторов окружающей среды [2, 18]. Поэтому необходимость проведения контроля за обеспечением безопасности продуктов, изучение возможного негативного влияния малых доз чужеродных веществ на здоровье детей рассматриваются в качестве важных научных и практических задач гигиены. Дети являются наиболее чувствительным контингентом к действию неблагоприятных факторов окружающей среды, поэтому здоровье детского населения может служить надежным индикатором экологического благополучия региона. Обзор публикаций по оценке риска в России показал, что основная часть вопросов связана с неопределенностями оценки экспозиции, отсутствием региональных, национальных и возрастных различий в факторах экспозиции и чувствительности к канцерогенам [14]. Использование и важность применения повозрастных факторов воздействия в оценке риска постоянно обсуждается в научной литературе [10, 17]. Зависимость «доза – эффект» и «доза – ответ» у детей до 6 лет из-за различий от старших детей и взрослых в структурных и функциональных характеристиках обуславливает их большую уязвимость при экспозиции к химическим веществам [16].

**Цель исследования** – дать оценку неканцерогенного риска для здоровья детского населения 3–6 лет в зависимости от нагрузки пищевых продуктов контаминантами в регионе.

**Материалы и методы.** Изучение фактического питания детей проводилось нами 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). Характер фактического питания детей в МДОУ № 146 г. Казани определялся путем анализа ежемесячных отчетов 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 измерением объемов пищевых продуктов (блюд). Был 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 ДОУ позволил определить уровень потребления продуктов питания каждым ребенком в отдельности. Для расчета экспозиции использовались данные о содержании изучаемых химических веществ в пищевых продуктах и данные о потреблении пищевых продуктов детским населением. Оценка экспозиции свинца, кадмия, мышь-

яка и ртути, поступающих с продуктами питания, была проведена за два периода (2007–2011 гг. и 2011–2014 гг.) на основании медианы и 95-го перцентиля, в соответствии с МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценки риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население». Оценку неканцерогенного риска осуществляли по результатам исследований в пищевых группах продуктов свинца, кадмия, мышьяка и ртути, выполненных 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 [8]. За допустимый уровень неканцерогенных эффектов принимали значения  $HI$  от 1,1 до 3,0, диапазон значений  $HI$  от 3 до 6 рассматривали какстораживающий уровень риска, а  $HI$  выше 6 – как высокий [9].

Результаты оценки показали, что в общую суммарную экспозицию за оба периода наибольший вклад (69,34 и 85,91 % на уровне медианы и 50,93 и 87,77 % на уровне 95-го *perc*) вносит поступление с продуктами питания свинца. На втором месте, за период 2007–2010 гг. был определен значительный вклад в величину суммарной экспозиции мышьяка (14,13 % на уровне медианы и 34,28 % на уровне 95-го *perc*) (табл. 1). Превышение экспозиционной дозы свинца, поступающего в организм детского населения с продуктами питания, в 2011–2014 гг. на уровне медианы и 95-го *perc* составило 1,7 раза, по сравнению с периодом 2007–2010 гг. Основную долю свинца за оба периода в общую экспозицию внесли зерно, крупяные и хлебобулочные изделия (31,08 и 31,63 % на уровне медианы, 44,24 и 35,02 % на уровне 95-го *perc*) и мясо и мясопродукты; птица, яйца (28,85 и 30,22 % на уровне медианы, 18,03 и 22,58 % на уровне 95-го *perc*). Второе ранговое место по значимости поступления свинца с группами продуктов в изученные периоды заняли молоко и молочные продукты (16,66 и 18,94 % на уровне медианы, 14,31 и 20,42 % на уровне 95-го *perc*), а также рыба, нерыбные объекты промысла (16,61 и 13,19 % на уровне медианы, 14,01 и 15,88 % на уровне 95-го *perc*). Группами продуктов с наибольшим вкладом в экспозицию кадмием за период 2007–2010 гг. являются зерно, крупяные и хлебобулочные изделия (42,63 % на уровне медианы и 39,81 %, на уровне 95-го *perc*), рыба, нерыбные объекты промысла (18,47 % и 21,51 % соответственно), плодоовощной продукция (15,19 и 14,11 % соответственно). За период 2011–2014 гг. основными группами продуктов с наибольшим вкладом были молоко и молочные продукты (64,57 % на уровне медианы и 27,35 % на уровне 95-го *perc*), а также зерно, крупяные и хлебобулочные изделия (17,82 % на уровне медианы и 40,17 % на уровне 95-го *perc*). Наибольший вклад в экспозицию ртутью за оба периода вносят мясо и мясопродукты, мясо птицы, яйца (28,78 и 36,86 % на уровне медианы и 20,73 и 28,84 % на уровне 95-го *perc*), зерновые, крупяные и хлебобулочные изделия (28,52 и 18,45 % на уровне медианы и 40,49 и 42,74 % на уровне 95-го *perc*), рыба, нерыбные объекты промысла (18,55 и 28,79 % на уровне медианы, 10,94 и 19,80 % на уровне 95-го *perc*), а в 2007–2010 гг. еще молоко и молочные продукты (20,04 % на уровне медианы, 21,48 % на уровне 95-го *perc*). Высокие уровни вклада в общее значение экспозиции мышьяком выявлены за период 2007–2010 гг. для рыбы и нерыбных

объектов промысла (83,13 % на уровне медианы, 77,44 % на уровне 95-го *perc*), а за период 2011–2014 гг. – для молока и молочных продуктов (57,78 % на уровне медианы, 64,37 % на уровне 95-го *perc*) и сахара и кондитерских изделий (42,22 % на уровне медианы, 35,63 % на уровне 95-го *perc*). Это объясняется тем, что в период 2011–2014 гг. в остальных группах продуктов содержание мышьяка не было выявлено (табл. 2, 3).

Таблица 1

Результаты оценки экспозиции (поступления) химических контаминант с пищевыми продуктами

Контаминанты	2007–2010 гг.				2011–2014 гг.			
	Экспозиция		%		Экспозиция		%	
	медиана	95 % <i>perc</i>	медиана	95 % <i>perc</i>	медиана	95 % <i>perc</i>	медиана	95 % <i>perc</i>
Свинец	0,00952	0,03329	69,34	50,93	0,01694	0,05072	85,91	87,77
Кадмий	0,00154	0,00710	11,22	10,86	0,00246	0,00580	12,47	10,04
Мышьяк	0,00194	0,02241	14,13	34,28	0,00006	0,00008	0,3	0,01
Ртуть <sup>1</sup>	0,00055	0,00218	4,00	3,33	0,00016	0,00093	0,81	1,61
Метилртуть <sup>2</sup>	0,00018	0,00039	1,31	0,6	0,00010	0,00033	0,51	0,57
Сумма	0,01373	0,06537	100,0	100,0	0,01972	0,05778	100,0	100,0

Примечание: <sup>1</sup> экспозиционная доза по ртути рассчитана для групп продуктов без учета рыбы и нерыбных объектов промысла;

<sup>2</sup> экспозиционная доза по метилртути рассчитана для рыбы и нерыбных объектов промысла.

Таблица 2

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции за период 2007–2010 гг.

Группа продуктов	Свинец		Кадмий		Мышьяк		Ртуть	
	Медиа-на, %	95 % <i>perc</i> , %	Медиа-на, %	95 % <i>perc</i> , %	Медиа-на, %	95 % <i>perc</i> , %	Медиа-на, %	95 % <i>perc</i> , %
Мясо и мясопродукты; птица, яйца	28,845	18,039	8,253	11,661	6,641	7,558	28,784	20,729
Молоко и молочные продукты	16,663	14,311	11,737	9,854	9,004	14,822	20,044	21,478
Рыба, нерыбные объекты промысла	16,613	14,015	18,472	21,509	83,132	77,44	18,547	10,940
Зерно, крупяные и хлебобулочные изделия	31,080	44,237	42,675	39,808	0	0	28,518	40,491
Сахар и кондитерские изделия	1,238	2,093	2,678	0,573	0,060	0,005	1,389	2,853
Флодоовощная продукция	4,931	6,727	15,188	14,117	1,163	0,175	1,910	2,615
Масло растительное и другие жиры	0,630	0,578	0,997	2,478	0	0	0,808	0,894

Поскольку большая часть ртути в рыбе представляет собой метилртуть, то по рекомендациям UNEP and WHO 2008 г. был сделан перерасчет ртути в рыбе и нерыбных объектах промысла на метилртуть. Метилртуть легко всасывается в организм через желудочно-кишечный тракт и имеет более высокие уровни воздействия.

К ней более восприимчивы беременные женщины и дети, даже при более низких уровнях воздействия. Следует также отметить, что неорганическая ртуть является загрязнителем пищи, но считается, что воздействие ее менее важно из-за меньшей токсичности по сравнению с метилртутью [19].

Таблица 3

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции за период 2011–2014 гг.

Группа продуктов	Свинец		Кадмий		Мышьяк		Ртуть	
	Медиана, %	95 % perc, %	Медиана, %	95 % perc, %	Медиана, %	95 % perc, %	Медиана, %	95 % perc, %
Мясо и мясопродукты; птица, яйца	30,217	22,578	8,066	12,276	0	0	36,861	28,843
Молоко и молочные продукты	18,941	20,421	64,566	27,346	57,784	64,372	7,609	1,058
Рыба, нерыбные объекты промысла	13,187	15,875	6,715	12,005	0	0	28,791	19,796
Зерно, крупяные и хлебобулочные изделия	31,630	35,019	17,818	40,173	0	0	18,445	42,743
Сахар и кондитерские изделия	1,764	1,848	0,531	2,668	42,216	35,628	0,505	0,080
Флодоовощная продукция	3,900	3,999	1,518	3,809	0	0	1,710	5,095
Масло растительное и другие жиры	0,361	0,260	0,786	1,723	0	0	6,079	2,385

В качестве критериев оценки неканцерогенного риска для здоровья детского населения исследуемых химических веществ, поступающих с продуктами питания, использовались официально рекомендованные данные о референтных (безопасных) концентрациях (*RfD*) при хроническом воздействиях, расчета, поражаемых критических органах и системах организма человека (табл. 4).

Таблица 4

Показатели неканцерогенной опасности исследуемых химических веществ, поступающих пероральным путем

CAS	Вещество	Неканцерогенное действие		Источники данных
		<i>RfD</i> , 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
	Метилртуть*	0,0001	ЦНС, почки, нервная сист.	ВОЗ UNEP 2008

Примечание: \* – согласно рекомендациям экспертов ФАО/ВОЗ оценка неканцерогенного действия ртути, поступающей с рыбой и нерыбными объектами промысла, проводилась по содержанию метилртути.



Характеристика риска показала, что в первом периоде значения для метилртути на уровне медианы, для кадмия и ртути, рассчитанные на уровне 95-го перцентиля, превышают референтное значение, равное 1,0. На уровне 95-го перцентиля коэффициент опасности по метилртути превысил значение 3,0, что говорит о среднем уровне риска, по мышьяку же уровень риска чрезвычайно высокий (коэффициент опасности больше 10,0). Во втором периоде коэффициент опасности по метилртути на уровне 95-го перцентиля также превысил значение 3,0. Уровни неканцерогенного риска от воздействия свинца в первом периоде и свинца, кадмия, ртути во втором периоде являются допустимыми (табл. 5).

Таблица 5

Неканцерогенный риск для здоровья детского населения г. Казани при поступлении контаминантов с пищевыми продуктами

Контаминанты	2007–2010 гг.				2011–2014 гг.			
	Коэффициенты опасности ( <i>HQ</i> )		%		Коэффициенты опасности ( <i>HQ</i> )		%	
	медиана	95 % <i>perc</i>	медиана	95 % <i>perc</i>	медиана	95 % <i>perc</i>	медиана	95 % <i>perc</i>
Свинец	0,03878	0,13592	1,20	0,81	0,06898	0,20694	4,63	4,27
Кадмий	0,21429	1,01429	6,61	6,06	0,35143	0,82857	23,58	17,08
Мышьяк	0,92462	10,67048	28,50	63,72	0,02857	0,03880	1,92	0,80
Ртуть <sup>1</sup>	0,25952	1,03571	8,00	6,18	0,07810	0,44191	5,24	9,11
Метилртуть <sup>2</sup>	1,80601	3,88987	55,69	23,23	0,96321	3,33418	64,63	68,74
Сумма <i>HI</i>	3,24322	16,74627	100	100	1,49029	4,8504	100	100

Примечание: <sup>1</sup> экспозиционная доза по ртути рассчитана для групп продуктов без учета рыбы и нерыбных объектов промысла;

<sup>2</sup> экспозиционная доза по метилртути рассчитана для рыбы и нерыбных объектов промысла.

Изучаемые химические контаминанты (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть и метилртуть), обнаруженные в анализируемых группах пищевых продуктов на протяжении 2007–2010 гг. и 2011–2014 гг., обладают потенциальной способностью вызывать в организме различные вредные эффекты [7].

Индексы опасности (*HI*), рассчитанные на основе медианных значений коэффициентов опасности, в первом периоде были более 3,0, что указывает на средний уровень риска, во втором периоде менее 3,0 (допустимый риск). На уровне медианы в первом периоде у детей существует настораживающий уровень неканцерогенного риска для центральной нервной системы (*HI* = 3,03). В 2007–2010 гг. на уровне 95-го перцентиля коэффициента опасности существует высокий уровень неканцерогенного риска у детского населения центральной нервной системы (*HI* = 15,75), гормональной системы (*HI* = 12,87), иммунной системы (*HI* = 11,72), и настораживающий риск для развития (*HI* = 4,03). В 2011–2014 гг. наиболее подвержены общетоксическому действию центральная нервная система и развитие (*HI* = 4,02 и 3,98 соответственно). Риск развития неканцерогенных эффектов за 2007–2010 гг. со стороны гормональной системы (64 %), центральной нервной системы (79 %) и иммунной системы (91 %) обусловлен преимущественно контаминацией пищевых продуктов мышьяком, а за период 2011–2014 гг. – свинцом: гормональной системы (46 %), центральной нервной системы (57 %).

Учитывая высокий уровень неканцерогенного риска на уровне 95-го перцентиля мышьяка и метилртути, а также особенности детского организма (количество продуктов и химических веществ, поступающих на килограмм массы тела, у детей больше, чем у взрослых), необходимо усилить контроль за содержанием изученных контаминант в продуктах питания. На разных стадиях жизни дети имеют разную чувствительность, что связано с динамикой их роста и процессами развития. В научных работах, где представлены расчеты уровней риска для детского населения, не учтена возрастная структура детей, отсутствует информация о значениях факторов экспозиции и лишь в единичных работах используются региональные значения. Вместе с тем известно, что поведенческие факторы экспозиции с возрастом изменяются. Поэтому необходимо оценивать экспозицию для отдельных возрастных групп детей в связи с особенностями их поведения на разных этапах жизни и с учетом региональных особенностей [15]. Появляются фактические данные, которые позволяют предположить, что повышенный риск развития у взрослых людей некоторых болезней, таких как рак и болезни сердца, может быть отчасти вызван воздействием в детстве некоторых химических веществ в окружающей среде [11]. Анализ уровней риска с использованием местных факторов и возрастных различий в экспозиции химических веществ, поступающих перорально с продуктами питания, показал, что применение стандартных значений в методологии оценки риска приводит к недооценке фактического риска для здоровья детского населения.

### Список литературы

1. Василовский А.М., Куркатов С.В. Гигиеническая оценка безопасности продовольственного сырья в Центральной Сибири // Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 57–60.
2. Гигиеническая оценка содержания микроэлементов в питьевой воде и продуктах питания в системе социально-гигиенического мониторинга / В.М. Боев, Н.А. Лесцова, Н.М. Амерзянова, Т.М. Макарова // Гигиена и санитария. – 2002. – № 5. – С. 71–73.
3. Джатдоева А.А., Брагина И.В., Хотимченко С.А. Оценка результатов межлабораторных сравнительных испытаний по определению содержания токсичных элементов в пищевых продуктах // Гигиена и санитария. – 2006. – № 4 – С. 46–49.
4. Литвинова О.С., Верещагин А.И., Михайлов Н.А. Разработка модели для оценки мониторинга за химическим загрязнением пищевых продуктов в режиме реального времени // Вопросы питания. – 2009. – Т. 78, № 3. – С. 18–24.
5. Мониторинг содержания меди, цинка и свинца в продуктах питания местного производства / В.М. Боев, Н.А. Лесцова, В.Н. Дунаев, М.В. Фокин // Здоровье населения и среда обитания. – 2005. – № 2. – С. 18–21.
6. 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.
7. 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; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 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. 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: труды всероссийской научно-практической конференции с межд. участием. – Ангарск: РИО АТА, 2012. – С. 12–16

10. 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.

11. Степанова Н.В., Фомина С.Ф. Новые направления в методологии оценки риска для здоровья населения – оценка детского риска (глава 1) // Тенденции и инновации фундаментальных и прикладных наук; под ред. И.Б. Красиной. – Ставрополь: Логос, 2016. – Кн. 3. – 162 с.

12. Тутельян В.А., Суханов Б.П., Керимова М.Г. Предпосылки и факторы формирования региональной политики в области здорового питания в России // Вопросы питания. – 2007. – Т. 76, № 6. – С. 39–43.

13. Хотимченко С.А. Использование концепции анализа риска в системе мониторинга за безопасностью пищевых продуктов // Матер. X Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – Т. I. – С. 1054–1055.

14. Firestone M. Protecting children from environmental risks throughout each stage of their childhood // Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. – 2010. – Vol. 20. – P. 227–228

15. Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review / A. Prüss-Ustün, C. Vickers, P. Haefliger, R. Bertollini // Environmental Health. – 2011. – Vol. 10, № 1. – P. 9–24.

16. Mechanisms underlying Children's susceptibility to environmental toxicants / E.M. Faustman, S.M. Silbernagel, R.A. Fenske, T.M. Burbacher, R.A. Ponce // Environ. Health Perspect. – 2000. – Vol. 108. – P. 13–21.

17. Overview of the Development of the Korean Exposure Factors Handbook / Jang Jae-Yeon, Jo Soo-Nam, Kim So-Yeon, Myung Hyung-Nam [et al.] // Journal of Preventive Medicine and Public Health. – 2014. – Vol. 47, № 1. – P. 1–6.

18. Renwick A.G. Risk characterisation of chemicals in food // Toxicology Letters. – 2004. – Vol. 149, № 1–3. – P. 163–176.

19. UNEP DTIE Chemicals Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses and Foodborne Diseases. Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure. – Geneva, 2008.

*Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности 19.9777.2017/8.9.*

## Изменение биохимических показателей процесса ремоделирования костной ткани у детей в зоне влияния предприятия по производству алюминия

**М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова**

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

У детей, постоянно проживающих в жилой застройке в зоне источников выбросов компонентов предприятий алюминиевого производства, в условиях внешнесредовой экспозиции алюминия и фторсодержащих соединений регистрируется повышенная частота заболеваний опорно-двигательного аппарата в виде нарушения осанки (М43), плоскостопия (М21) и сколиоза (М41). При оценке процессов резорбции и скорости синтеза костной ткани установлены отклонения показателей, характеризующих нарушения ремоделирования костной ткани с преобладанием процесса резорбции. Уровень ионизированного кальция, фосфора и С-концевых телопептидов в крови целесообразно учитывать для ранней диагностики и разработки мер профилактики нарушений со стороны опорно-двигательной системы у детей, проживающих на территориях с размещением производства алюминия.

**Ключевые слова:** внешнесредовая экспозиция, алюминий, гидрофторид, негативные эффекты, костная система, нарушение осанки.

Существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха селитебных территорий вносит цветная металлургия, в том числе алюминиевая промышленность. Производство алюминия базируется на технологии с использованием самообжигающихся непрерывных анодов верхнего токоподвода и сопровождается выбросом в атмосферный воздух значительного количества токсичных веществ, в том числе неорганической пыли, обогащенной соединениями алюминия, фтора, смолистых соединений, содержащих полициклические ароматические углеводороды и др. [5]. Алюминий и фторсодержащие соединения как специфические компоненты технологического процесса поступают в атмосферный воздух в виде диоксида алюминия триоксида и фтористых газообразных соединений в пересчете на фтор (гидрофторида), относящихся ко 2-му классу опасности (высокоопасные соединения) в соответствии с ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

Наиболее чувствительным контингентом к аэрогенной экспозиции алюминия и фторсодержащих соединений является детское население, что обусловлено продолжающейся морфофункциональной дифференцировкой органов и регуляторных систем, возрастными особенностями вентиляции легких, процессов всасывания в желудочно-кишечном тракте, проницаемости барьерных структур [4]. Одним из ведущих проявлений экзогенного воздействия алюминия и фторсодержащих соединений, наряду с другими, являются метаболические нарушения в структуре костной ткани.

Алюминий, проникая в костную ткань, способен оказывать токсическое действие на остеобласты, а также препятствовать росту кристаллов фосфата кальция, тем самым ингибируя минерализацию остеоида. Кроме этого, алюминий как антагонист кальция снижает усвоение фосфора в организме, что может привести к дисбалансу фосфорно-кальциевого обмена. Данные изменения способствуют снижению механической прочности костной ткани и развитию деформаций костей [3, 9]. Фторсодержащие соединения характеризуются выраженным митогенным действием на остеобласты, что нарушает кальциевый баланс [8] и синтез коллагена в костной ткани. Указанные сдвиги изменяют структуру, физико-химические свойства кости, способствуют активизации остеокластической реакции и нарушению ремоделирования костной ткани [2].

Модифицирующее влияние указанных соединений на механизм развития негативных эффектов со стороны костной системы может проявляться в виде формирования дополнительной заболеваемости населения, проживающего в условиях существующего качества атмосферного воздуха.

**Целью настоящего исследования** является оценка биохимических показателей процессов синтеза и резорбции костной ткани у детей в зоне влияния предприятия по производству алюминия.

**Материалы и методы.** Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха территории наблюдения с размещением алюминиевого производства и сравнительной территории без аналогичных источников выбросов проведена по данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за период 2014–2016 гг.

Объектом исследования явились дети, постоянно проживающие и посещающие детские организованные учреждения, расположенные в селитебной застройке в зонах экспозиции алюминия и фторсодержащих соединений (189 детей в возрасте 3–10 лет). Группу сравнения составили 45 детей аналогичного возраста, не подвергающиеся аэрогенному воздействию данных химических факторов. Выборки по половозрастному составу, социально-бытовым условиям проживания, среднему уровню материального обеспечения, по частоте и характеру вредных привычек и профессиональных вредностей у родителей были сопоставимыми.

Обследование осуществляли с 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) и обязательным наличием письменного информированного согласия на добровольное участие в обследовании от каждого законного представителя ребенка, включенного в выборку.

Количественную оценку связи развития негативного эффекта (заболевания) у детей с аэрогенным воздействием алюминия и фторсодержащих соединений проводили на основании расчета отношения шансов (*OR*) и его доверительного интервала (*DI*). Для оценки достоверности наличия связи «воздействие – негативный эффект» рассчитывали 95 %-ный доверительный интервал (*DI*). Критериями наличия достоверной связи являлись  $OR \geq 1$  и нижняя граница  $DI > 1$  [7]. В качестве негативного эффекта у детей оценивали деформирующую дорсопатию не-

уточненную (M43) как предиктор нарушения ремоделирования костной ткани, выявленную при комплексном объективном врачебном осмотре и удовлетворяющую критериям Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, десятого пересмотра (МКБ-10).

Количественное определение содержания алюминия в крови и моче у детей выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой СТО М25–2016, фторид-иона в моче методом ион-селективной потенциометрии. Исследования проведены в отделе химико-аналитических методов ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (заведующий – д-р биол. наук Т.С. Уланова). Оценку установленного содержания алюминия в биосредах проводили относительно референтных уровней [6] и показателей в группе сравнения.

Для оценки процесса синтеза костной ткани проводили биохимическое исследование на содержание N-остеокальцина, фосфора и остеопротегерина в сыворотке крови, ионизированного кальция в цельной крови; резорбции – содержание C-концевых телопептидов, активности тартрат-резистентной кислой фосфатазы, уровень цитокина остеорегуляции Ampli-sRANKL в сыворотке крови. Анализ выполнен с помощью стандартных унифицированных методов [6] на анализаторе электролитов крови EasyLyte Calcium, на автоматическом биохимическом Keylab и иммуноферментном Infinite F50 анализаторах.

Для описания количественных признаков использовали значения среднего ( $M$ ) и ошибки репрезентативности ( $m$ ), так как случайные величины анализируемых показателей соответствовали закону нормального распределения. Выявление и оценку зависимости концентрации алюминия в крови/моче и фторид-иона в моче от концентрации алюминия и гидрофторида в атмосферном воздухе выполняли с помощью парных моделей регрессии с оценкой достоверности и адекватности модели на основании однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера ( $F \geq 3,96$ ), коэффициенту детерминации ( $R^2$ ) и  $t$ -критерию Стьюдента ( $t \geq 2$ ) при заданном уровне значимости  $p \leq 0,05$  [1, 6]. При построении математических моделей определяли 95%-ные доверительные границы.

**Результаты.** Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха на территории жилой застройки в зоне влияния выбросов алюминиевого производства показала, что за 2014–2016 гг. наблюдались превышения как среднесуточных, так и разовых предельно допустимых концентраций гидрофторида: среднесуточная – до 12,4 ПДК<sub>сс</sub> (среднегодовая концентрация на уровне 3,33 ПДК<sub>сс</sub>), максимальная из разовых – до 3,75 ПДК<sub>мр</sub>. Содержание алюминия установлено в пределах 0,5 ПДК<sub>сс</sub>. Установленные концентрации алюминия и гидрофторида формируют аэрогенную экспозицию на уровне 0,0014–0,023 мг/(кг·сут), что может обусловить развитие у детей негативных эффектов со стороны костной системы. В зоне экспозиции проживает порядка 25 тысяч детей от 0 до 18 лет. В атмосферном воздухе территории сравнения алюминий и гидрофторид стабильно идентифицированы ниже предела обнаружения.

Сравнительный анализ структуры заболеваемости детей группы наблюдения и группы сравнения показал наличие достоверных различий в распространенности заболеваемости детей болезнями опорно-двигательного аппарата в 1,7 раза ( $p \leq 0,05$ ). В структуре заболеваемости болезнями опорно-двигательного аппарата

по нозологическим формам выявлены достоверные различия у детей группы наблюдения по деформирующей дорсопатии неуточненной (М43) в 7,6 раза, сколиозу (М41) – в 1,4 раза ( $p \leq 0,05$ ) и плоскостопия (М21) – в 1,5 раза ( $p \leq 0,02$ ) относительно показателей в группе сравнения. Связь с аэрогенными воздействием алюминия и гидрофторида установлена для болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани, в том числе для деформирующей дорсопатии неуточненной (М43) (табл. 1).

Таблица 1

Заболевания со стороны опорно-двигательного аппарата у обследованных детей и их связь с аэрогенным воздействием алюминия и гидрофторида

Код	Класс болезни, нозология	Структура заболеваний костно-мышечной системы, %		Отношение шансов (OR)	Доверительный интервал 95 % (DI)
		группа наблюдения (n = 189)	группа сравнения (n = 45)		
M00-99	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, в том числе:	91,0*	20,0	10,36	<b>4,93–21,77**</b>
M43	деформирующая дорсопатия	67,7*	8,9	13,35	<b>4,73–37,69**</b>
M41	сколиоз	9,7	6,8	1,56	0,44–5,54
M21	плоскостопие	9,1	6,2	1,38	0,39–4,94
M89	остеопенический синдром	2,9	1,4	1,44	0,17–12,29

Примечание: \* – показатель в группе наблюдения достоверно отличается от показателя в группе сравнения при  $p \leq 0,05$ ;

\*\* – показатель, имеющий достоверную связь по показателю отношения шансов и нижней границе доверительного интервала.

В условиях существующей экспозиции с атмосферным воздухом у детей установлено повышение содержания алюминия в крови в 1,3–1,9 раза соответственно относительно показателя в группе сравнения ( $p = 0,029$ ) и референтного уровня ( $p = 0,0001$ ) (табл. 2).

Таблица 2

Содержание алюминия и фторид-иона в биосредах обследованных детей, мг/дм<sup>3</sup>

Вещество	Референтный уровень	Среднее значение $\pm$ ошибка ( $M \pm m$ )		Достоверность различий по средним ( $p \leq 0,05$ )
		группа наблюдения (n = 189)	группа сравнения (n = 45)	
Кровь				
Алюминий	0,01 $\pm$ 0,0016	0,019 $\pm$ 0,003	0,015 $\pm$ 0,002	0,029*
Моча				
Алюминий	0,0065 $\pm$ 0,0035	0,036 $\pm$ 0,004	0,008 $\pm$ 0,003	0,0001*
Фторид-ион	0,20 $\pm$ 0,04	0,592 $\pm$ 0,076	0,337 $\pm$ 0,075	0,0001*

Примечание: \* – показатели в группе наблюдения, достоверно отличающиеся от показателей группы сравнения.

Средняя концентрация фторид-иона и алюминия в моче детей группы наблюдения превысила аналогичные показатели у детей группы сравнения в 1,8 и 4,5 раза соответственно ( $p = 0,0001$ ); референтные значения – в 3,0 и 5,5 раза ( $p = 0,0001$ ).

Моделирование зависимости «концентрация алюминия в крови/моче и фторид-иона в моче от концентрации алюминия и фтористого водорода в атмосферном воздухе» позволило получить адекватные модели зависимости: 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>); содержание фторид-иона в моче от дозы гидрофторида в атмосферном воздухе ( $R^2 = 0,38$ ;  $p = 0,002$ ), описываемую уравнением вида:  $y = 0,001 + 9,806x$  (область определения модели  $[0,0001; 0,023]$ , мг/дм<sup>3</sup>). Данные модели позволили обосновать концентрации алюминия и фторид-иона в моче в качестве маркеров ингаляционной экспозиции.

Выявлено достоверное повышение содержания ионизированного кальция ( $1,17 \pm 0,01$  ммоль/дм<sup>3</sup>) и снижение уровня фосфора ( $1,52 \pm 0,05$  ммоль/дм<sup>3</sup>) в крови детей группы наблюдения относительно аналогичных показателей в группе сравнения ( $1,13 \pm 0,02$  и  $1,64 \pm 0,053$  ммоль/дм<sup>3</sup> соответственно) при  $p = 0,0001-0,001$ . Установлена зависимость повышения уровня ионизированного кальция в цельной крови и снижения фосфора в сыворотке крови от повышенного содержания алюминия в моче ( $R^2 = 0,40-0,58$ ;  $-3,979 \leq b_0 \leq 0,515$ ;  $-2,212 \leq b_1 \leq 38,644$ ;  $p = 0,0001-0,040$ ). Нарушение баланса фосфорно-кальциевого обмена объясняется низким уровнем усвоения фосфора при накоплении алюминия в организме, следствием чего является также нарушение минерализации кости и развитие ее ломкости. Зарегистрирован повышенный уровень остепротегерина в сыворотке крови детей группы наблюдения ( $78,33 \pm 8,34$  пг/см<sup>3</sup>) по отношению к верхней границе физиологической нормы в 1,2 раза ( $p = 0,019$ ), что ассоциируется со сниженной способностью поддерживать формирование и активацию остеокластов. Установлено, что содержание N-остеокальцина в сыворотке крови ( $18,09 \pm 1,91$  нг/мл) в 1,2 раза ниже показателя у детей группы сравнения ( $p = 0,021$ ). Оценка активности тартрат-резистентной кислой фосфатазы ( $6,66 \pm 0,36$  Е/дм<sup>3</sup>) и уровня С-концевых телопептидов ( $1,93 \pm 0,17$  нг/см<sup>3</sup>) в сыворотке крови свидетельствует о достоверном повышении до 1,2 раза данных показателей относительно аналогичных в группе сравнения ( $p = 0,003-0,014$ ). Установлена зависимость вероятности повышения уровня С-концевых телопептидов в сыворотке крови от повышенного выведения алюминия и фторид-иона с мочой ( $R^2 = 0,49-0,59$ ;  $F = 144,0-177,41$ ;  $b_0 = -3,154 - -2,001$ ;  $b_1 = 12,313-12,372$ ;  $p = 0,0001$ ).

Выявленные изменения показателей процесса ремоделирования костной ткани могут выражаться в росте заболеваемости со стороны опорно-двигательного аппарата, что подтверждается повышенной частотой встречаемости заболеваний у детей группы наблюдения (в 1,7 раза) в виде нарушения осанки (М43), плоскостопия (М21) и сколиоза (М41) относительно показателей у детей в группе сравнения ( $p \leq 0,001$ ). Наиболее частым видом патологии являлись нарушения осанки (М43 – 67,7 %, в группе сравнения – 8,9 %,  $p = 0,05$ ) и сколиоз (М41 – 9,7 %, в группе сравнения – 6,8 %,  $p = 0,05$ ), чаще регистрировалась патология стопы (М21 – 9,1 %, в группе сравнения – 6,2 %,  $p = 0,04$ ), остеопенический синдром (М89 – 2,9 %, в группе сравнения – 1,4 %,  $p = 0,04$ ).



**Выводы.** В условиях внешнесредовой экспозиции алюминия и гидрофторида у детей, постоянно проживающих в жилой застройке в зоне источников выбросов компонентов предприятий алюминиевого производства, регистрируется повышенная частота заболеваний опорно-двигательного аппарата (нарушение осанки (M43), плоскостопие (M21) и сколиоз (M41)). При оценке процессов резорбции и скорости синтеза костной ткани установлены отклонения биохимических показателей, характеризующие нарушение ремоделирования костной ткани с преобладанием процесса резорбции (повышение уровня ионизированного кальция в цельной крови и С-концевых телопептидов в сыворотке крови, снижение уровня фосфора). Выявленные отклонения биохимических показателей целесообразно учитывать для ранней диагностики и разработки мер профилактики нарушений со стороны опорно-двигательной системы у детей, проживающих на территориях с размещением производства алюминия.

### Список литературы

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
2. Интоксикация фтором и его соединениями: учебное пособие / Н.С. Журавская, Н.А. Рущенко, Б.В. Окунь [и др.]. – Владивосток: Медицина ДВ, 2014. – 54 с.
3. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы / И.В. Шугалей, А.В. Гарабаджиу, М.А. Илюшин, А.М. Судариков // Экологическая химия. – 2012.– Т. 21, № 3. – С. 172–186.
4. 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.
5. Производство алюминия. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2016. – 146 с.
6. Тиц Н.У. Клиническое руководство по лабораторным тестам / под ред. В.В. Меньшикова. – М.: ЮНИМЕД-пресс, 2003. – 960 с.
7. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология: основы доказательной медицины. – М.: Медиа Сфера, 1998. – 352 с.
8. Cerklewski F.L. Fluoride bioavailability – nutritional and clinical aspects // Nutr. Res. – 1997. – Vol. 17, № 5. – P. 907–929.
9. Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide / D. Krewski, R.A. Yokel, E. Nieboer [et al.] // Journal of Toxicology and Environmental Health. – 2007. – № 10. – P. 1–269.

## Полиморфизм генов у детей, проживающих в зоне воздействия отходов глиноземного комбината

О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, А.В. Кривцов<sup>1</sup>, Е.А. Отавина<sup>1</sup>,  
К.Г. Старкова<sup>1</sup>, О.А. Казакова<sup>1</sup>, И.Н. Аликина<sup>1</sup>,  
М.А. Гусельников<sup>1,2</sup>, Н.А. Никоношина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,  
г. Пермь, Россия

Проанализирована частотность полиморфных вариантов кандидатных генов ассоциированных с риском возникновения нарушений здоровья детского населения, проживающего в условиях аэрогенного воздействия отходов глиноземного комбината. Исследование полиморфности генов показало, что к особенностям генетического полиморфизма у детей, проживающих в условиях воздействия аэрогенной экспозиции металлами и органическими загрязнителями, следует отнести повышенную частотность вариантного гомозиготного генотипа и вариантного аллеля генов *FOXP3 rs2069522*, *CPOX (rs1131857)*, *VEGFA rs7997012*. Исследованные полиморфизмы рекомендуется использовать в качестве маркерных показателей формирования у детей нарушений процессов детоксикации, функции эндотелия и иммунорегуляции в условиях аэрогенной экспозиции металлами и органическими загрязнителями.

**Ключевые слова:** аэрогенная экспозиция металлами, полиморфизм генов, *FOXP3*.

В силу своей высокой чувствительности иммунная система и ее генетическая база служат отражением воздействия на организм различных антропогенных факторов. В связи с этим любое токсическое воздействие химического вещества может привести к модификации иммунного ответа, а кумуляция изменений отдельных компартментов иммунной защиты может реализоваться нарушениями структурной целостности и функциональной полноценности иммунной системы в целом. Выявление структуры генов, кодирующих белковые молекулы человека, в том числе иммунные, а также внедрение в рутинную лабораторную практику новых диагностических технологий тестирования различных генных полиморфизмов (варианты одного и того же гена в популяции) позволяет предсказывать риски развития определенных заболеваний у конкретного индивидуума. В частности, генетическое тестирование позволяет выяснить, есть ли наследственная предрасположенность к нарушениям детоксикации ксеногенных соединений.

**Цель работы** – выявить особенности генетического полиморфизма у детей, проживающих в условиях воздействия аэрогенной экспозиции металлами и органическими загрязнителями.

**Материалы и методы.** Контингентом для генетических исследований выбраны дети (131 человек в возрасте 5–7 лет, в том числе 73 мальчика и 58 девочек), посещающие детские дошкольные учреждения, расположенные на территории воздействия отходов глиноземного комбината (алюминий, ванадий, марганец, никель, хром, медь, свинец, фенол, ароматические углеводороды, предельные альдегиды). Группа сравнения состояла из 51 ребенка, в том числе из 22 мальчиков и 29 девочек в возрасте 4–7 лет, проживающих вне зоны экспозиции изучаемых факторов риска.

Использовано аналитическое оборудование: хроматограф газовый «Хроматэк-Кристалл 5000» (Россия) с капиллярной колонкой HP-FFAP 50 м×0,32 мм×0,50 мм и детектором ионизации в пламени, хроматограф газовый «Кристалл-2000» (Россия) с капиллярной колонкой HP-1 30 м×0,32 мм и детектором ионизации в пламени, хроматограф жидкостной с диодно-матричным детектором и хроматограф жидкостной с флуориметрическим детектором Agilent 1200 (США), масс-спектрометр с индуктивно связанной аргоновой плазмой Agilent 7500cx (США).

У всех обследуемых был изучен полиморфизм SNP (single-nucleotide polymorphisms – однонуклеотидные замены) 23 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: иммуногенетические маркеры – *FAS*, *FOXP3*, *TLR4* (молл-рецептор 4), *HLA-DRA*, *TP53* (*rs1042522*), *IL17F* *rs612242*, ген промоторной области *TNFA* (*rs1800629*) фактора некроза опухолей; гены систем детоксикации – *CYP1A1* (*rs1048943*), копропорфириногенаксидазы *CPOX* (*rs1131857*), метилентетрагидрофолатредуктазы (*rs1801133*) *MTHFR*; гены сосудистых факторов – *VEGF*, эндотелиальной NO-синтазы *eNOS* (*rs1799983*); гены иммуноассоциированных белков (в том числе принимающих участие в апоптозе) – матриксных протеиназ *MMP9* (*rs17576*), сульфотрансферазы *SULT1A1* (*rs9282861*), супероксиддисмутаза *SOD2*, *ZMPSTE24* (цинк-металлопептидаза), теломераза *TERT*, маркеры нейроэндокринной регуляции иммунной системы – *FADS2*, *CRY*, *PER2*, *HTR2A*, *ESR1* и пролиферативных процессов – *BRCA1* *rs 3950989* *TP53* *rs1042522*. Исследование генетических полиморфизмов проводилось в лаборатории иммуногенетики ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». 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, Singapore). Программа амплификации включала в себя предварительный нагрев проб до 95 °С – 3 мин и 40 циклов из 95 °С (15 секунд) и 63 °С (40 секунд). 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 исследова-

ний «случай – контроль», использующих SNP (диагностику однонуклеотидных полиморфизмов) [1–6].

**Результаты.** Исследования биосред детей показали статистически достоверные различия среднего содержания в крови алюминия, ванадия, меди, никеля, хрома с аналогичными показателями в крови детей группы сравнения (кратность превышения составила 1,2–1,9 раза,  $p = 0,001–0,044$ ). Средняя концентрация алюминия и фторид-иона в моче детей превысила аналогичные показатели у детей группы сравнения в 4,2 и 1,6 раза соответственно ( $p = 0,0001$ ); референтные значения ( $RfL$  алюминия в моче –  $0,0065 \pm 0,0035$  мг/дм<sup>3</sup>, фторид-иона в моче –  $0,2$  мг/дм<sup>3</sup>) в 4,2 и в 3,0 раза соответственно. Частота регистрации проб мочи с повышенным уровнем алюминия составила 67,2 %, фторид-иона – 62,8 %. Средняя концентрация бензола, о-ксилола в крови достоверно в 2,6–2,9 раза (73,4 и 52,8 % проб соответственно от общего количества исследованных проб) превышала показатели в группе сравнения ( $p = 0,001–0,003$ ). Средняя концентрация фенола в крови в 2,1 раза выше аналогичного показателя в крови детей группы сравнения ( $p = 0,016$ ), доля проб с повышенным содержанием фенола составила 65,3 % от общего количества исследованных проб. Средняя концентрация формальдегида и ацетальдегида в крови достоверно превысила аналогичный показатель в крови детей группы сравнения в 1,3 раза ( $p = 0,045$ ), доля проб с повышенным содержанием формальдегида в крови составила 44,7 %, ацетальдегида – 58,8 %.

Результаты генетического анализа 23 генных полиморфизмов у детского населения группы наблюдения позволили выявить ключевые гены, распространенность полиморфизмов которых достоверно отличалась от группы сравнения ( $p < 0,05$ ) (таблица).

Особенности частотности полиморфизма кандидатных генов у детей, экспонированных металлами и органическими соединениями

Gene	<i>CPOX</i>	<i>FOXP3</i>	<i>VEGFA</i>	<i>FADS2</i>
RS	429358	2069522	7997012	1048943
Polymorphism	Cys130Arg	T/C	A/G	Ile462Val
Норм.гомозигота	50	77	50	40
Гетерозигота	40	13	37	37
Вариант.гомозигота	10	10	13	23
Аллель 1	70	83	68	58
Аллель 2	30	17	32	42
Контроль				
Норм.гомозигота	57	84	63	47
Гетерозигота	40	13	37	43
Вариант.гомозигота	3	3	0	10
Аллель 1	77	90	82	68
Аллель 2	23	10	18	32

Результаты генетического анализа полиморфизма генов у группы наблюдения выявили повышенные уровни частотности вариантного аллеля следующих генов: иммуноассоциированных белков *FOXP3* (транскрипционный фактор клеточной супрессии), гены сосудистых факторов – *VEGFA* (эндотелиальный фактор роста); гены систем детоксикации – копропорфириногенаксидазы *CPOX* (rs1131857); гены обменных процессов и интеллектуального развития – *FADS2*, характеризую-

щих генетические варианты функций детоксикации 2-й ее фазы, вероятности развития нарушений иммунного ответа, ассоциированных с иммунодефицитом и онкопролиферацией, а также сосудистых нарушений компрометирующих эндотелий и белков, модифицирующих интеллектуальную деятельность.

Таким образом, к особенностям генетического полиморфизма у детей, проживающих в условиях воздействия аэрогенной экспозиции металлами и органическими загрязнителями, следует отнести повышенную частотность вариантного гомозиготного генотипа и вариантного аллеля генов *FOXP3 rs2069522*, *CPOX (rs1131857)*, *VEGFA rs7997012* по отношению к группе сравнения, что позволяет отнести эти участки генов к кандидатным, отражающим особенности развития процессов детоксикации, состояния сосудистой системы и регуляторных Т-лимфоцитов.

### Список литературы

1. Зайцева Н.В., Май И.В. К вопросу установления и доказательства вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 2. – С. 14–27.
2. Иммунная система и ее генетические ассоциации у детей при комбинированном внешнесредовом воздействии / О.В. Долгих, Н.В. Зайцева, А.В. Кривцов, К.Г. Горшкова, Д.В. Ланин, О.А. Бубнова // Вестник КазНМУ. – 2014. – № 3 (1). – С. 60–63.
3. Иммунные и ДНК-маркеры воздействия техногенной нагрузки / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Р.А. Харахорина [и др.] // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2012. – № 4. – С. 240–241.
4. Михайлова Е.В. Здоровье детей школьного возраста на территориях с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха // Здравоохранение Российской Федерации. – 2004. – № 6. – С. 25–28.
5. Степанова Н.В. Иммунный статус детей в условиях загрязнения крупного города тяжелыми металлами // Гигиена и санитария. – 2003. – № 5. – С. 42–46.
6. 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.



## Раздел VI

---

### **Медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения. Маркеры экспозиции и негативных эффектов**





## Математическая модель дыхательной системы человека для задач оценки рисков здоровью при ингаляционной экспозиции химических веществ

**М.Ю. Цинкер**

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

В рамках многоуровневой модели накопления функциональных нарушений в организме человека под воздействием факторов среды обитания разрабатывается модель дыхательной системы. Математическая модель включает в себя три связанные подмодели: газовой динамики в крупных воздухоносных путях, фильтрации воздуха через деформируемую пористую среду легких, диффузии через альвеолярно-капиллярные мембраны. Рассмотренные подходы могут быть применены для решения задач по оценке риска здоровью населения при ингаляционной экспозиции химическими веществами.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, дыхательная система человека, факторы среды обитания, эволюция функциональных нарушений.

Для решения задач по оценке рисков здоровью населения от факторов среды обитания, воздействующих ингаляционным способом, разрабатывается математическая модель дыхательной системы (ДС) человека [3]. Математическая модель дыхательной системы разрабатывается в рамках многоуровневой математической модели эволюции функциональных нарушений человеческого организма [1]. Дыхательная система представляет собой совокупность подмоделей газовой динамики в крупных воздухоносных путях, фильтрации газов в легких и диффузии химических веществ в кровеносную систему.

Входными данными в модель являются характеристики окружающей среды. Схема взаимодействия между подмоделями системы представлена на рисунке. Выходными параметрами модели являются концентрации химических веществ в крови и выдыхаемом воздухе. Стрелками обозначены связи между подмоделями. Выходная информация из одной подмодели является входной информацией в другую. Регуляция процесса дыхания осуществляется центральной нервной системой за счет контроля уровней кислорода и углекислого газа в крови.

Изменение функционального состояния дыхательной системы, обусловленное естественными процессами и негативным воздействием факторов среды обитания, рассматривается на макроуровне. Математический аппарат моделей на двух масштабных уровнях (макро- и мезо-) варьируется от обыкновенных дифференциальных уравнений до уравнений механики сплошной среды. Для прогнозирования эволюции функциональных нарушений ДС под действием факторов среды обитания необходимо интегрировать подмодели макро- и мезоуровня в единую модель, определить входные и выходные параметры, концептуально и математически описать связи между уровнями, разработать алгоритм межуровневого взаимодействия. Интеграция макро- и мезоуровней дыхательной системы представлена в [4].

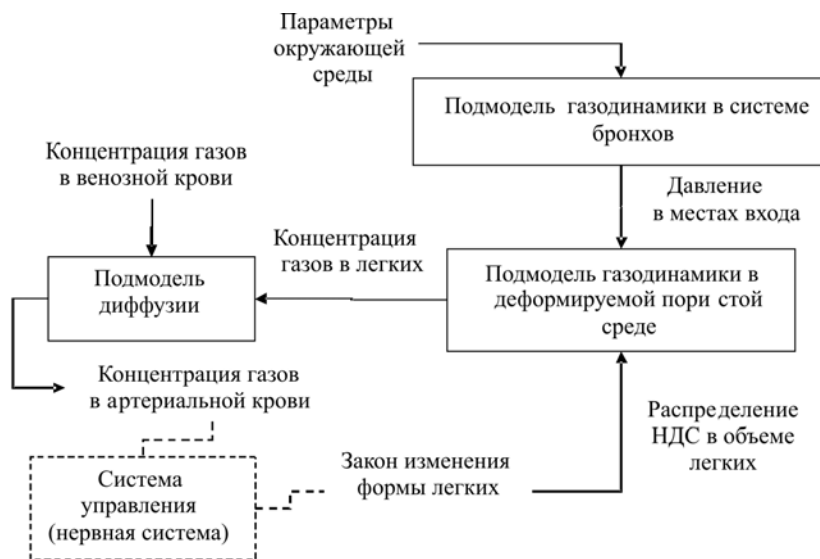


Рис. Схема согласования подмоделей дыхательной системы

При ингаляционной экспозиции химических веществ выделяется два основных механизма эволюции функциональных нарушений дыхательной системы – непосредственное раздражающее действие химических веществ при поступлении в респираторные пути и легкие человека и негативное воздействие химических веществ, содержащихся в крови, поступающей в дыхательную систему [2]. Кроме того, вещества, поступающие через органы дыхания, посредством кровеносной системы могут оказывать воздействие и на другие органы и системы человеческого организма, увеличивая риск возникновения нарушений здоровья.

Задача является нелинейной, на каждом временном шаге необходимо согласовывать подмодели между собой, что обуславливает необходимость применения итерационной процедуры при решении задачи. В настоящее время разработаны концептуальная, математическая модели, составлены схемы взаимодействия между подмоделями и уровнями, воссоздана трехмерная геометрия нижних крупных дыхательных путей, исследовано течение воздуха в крупных воздухоносных путях. Дальнейшее развитие модели предполагает реализацию итерационной процедуры для совместного решения задач движения воздуха и деформирования пористой среды легких.

Применение разрабатываемой модели позволит оценивать поступление веществ из атмосферного воздуха в кровеносную систему, имитировать негативное действие факторов среды обитания на организм человека и строить прогнозы функционального состояния дыхательной системы человека. Кроме того, предложенные подходы могут быть использоваться для решения задач по оценке риска здоровью населения при ингаляционной экспозиции химических веществ.

### Список литературы

1. Математическая модель эволюции функциональных нарушений в организме человека с учетом внешнесредовых факторов / П.В. Трусов, Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер, В.М. Чигвинцев, Д.В. Ланин //

Математическая биология и биоинформатика. – 2012. – Т. 7, № 2. – С. 589–610. DOI: 10.17537/2012.7.589.

2. Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов: учебное пособие / под ред. Н.И. Калетиной. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 1016 с.

3. Трусов П.В., Зайцева Н.В., Цинкер М.Ю. Моделирование процесса дыхания человека: концептуальная и математическая постановки // Математическая биология и биоинформатика. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 64–80. DOI: 10.17537/2016.11.64

4. Цинкер М.Ю. Интеграция эволюционной математической модели накопления функциональных нарушений дыхательной системы макро- и мезоуровня // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. – Пермь, 2016. – С. 235–238.

## Подходы к оценке тяжести заболеваний для задач анализа риска здоровью

**Е.Е. Андреева<sup>1</sup>, М.Р. Камалтдинов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, г. Москва, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

Рассмотрены различные подходы к интерпретации понятия тяжести заболевания. Предложен подход для оценки тяжести отдельных заболеваний (состояний) с учетом зависимости от возраста. В основе предложенного подхода лежит использование объективных показателей здоровья (заболеваемости и смертности населения), а также экспертных оценок. Приведены результаты оценки тяжести для некоторых злокачественных новообразований, астмы, хронического бронхита. Намечены перспективы для дальнейших исследований – экспертная оценка тяжести для заболеваний, не имеющих близких по функциональным нарушениям состояний, которые могли бы приводить к смерти.

**Ключевые слова:** индекс тяжести, заболеваемость и смертность населения, вред здоровью, экспертные оценки.

В международной практике широко применяется понятие риска здоровью как комбинации тяжести вреда и вероятности возникновения этого вреда [2]. Основные сложности при оценке вероятности вреда возникают для очень редких событий при недостаточном количестве экспериментальных данных. Тяжесть вреда представляется субъективной величиной, значение тяжести может значительно изменяться в зависимости от вкладываемого в это понятие содержания и целей применения.

Широко распространено определение тяжести заболевания (в том числе прогнозирование) у конкретного индивида по комплексу показателей клинико-лабораторных и функциональных исследований, врачебного осмотра и т.д. [1, 4, 6]. Предлагаемые показатели применимы в рамках только одной нозологической формы (реже подкласса заболеваний), что делает невозможным сравнение тяжести различных заболеваний между собой. Кроме того, в силу различий в применяемых шкалах и числе градаций, зачастую даже для одного и того же заболевания сложно провести сравнение результатов, получаемых разными методами.

Один из подходов, позволяющих сравнивать тяжесть различных заболеваний, основан на использовании среднего количества дней нетрудоспособности, приходящихся на один случай неблагоприятного события. Как правило, данный показатель применяется для оценки профессиональных рисков, связанных с травматизмом [7], но может быть использован и для оценки рисков других неблагоприятных ответов со стороны здоровья. Очевидным преимуществом данного подхода является простота в применении. Однако показатель не применим в случае долгосрочной потери трудоспособности, например, вследствие инвалидности, также не учитываются потери времени дожития вследствие преждевременной смерти.

Указанные недостатки можно устранить, введя унифицированную шкалу тяжести заболевания относительно какого-либо объективного нормирующего признака. Например, в формуле расчета индекса DALY [14], применяемого Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) для оценки ущерба от заболеваний, используется показатель тяжести, нормированный относительно состояния смерти. Значение тяжести, равное 0, соответствует отличному здоровью, 1 – смерти. Промежуточные значения показателя определяются методом экспертных оценок. Итоговый результат экспертизы существенно зависит от того, какое содержание исследователь вкладывал в понятие тяжести и каким образом объяснил значение этого понятия эксперту. Например, в одном из первых вариантов, используемых ВОЗ, предполагалось, что тяжесть характеризует благополучие и качество жизни индивида. В дальнейшем данный подход подвергся критике: во-первых, указывалось, на то, что тяжесть должна характеризовать потери здоровья, а не их социальную значимость [13]; во-вторых, так как тяжесть заболевания является многогранным понятием, характеризующим состояние здоровья, для экспертизы необходимо привлекать общественное мнение, а не только специалистов в области здравоохранения. В одной из последних публикаций оценки тяжести заболеваний получены в результате опроса около 14 тысяч индивидов с пяти различных континентов [10]. Некоторые авторы считают, что тяжесть ряда нарушений здоровья неоправданно занижена вследствие их неадекватного описания в опросах [12], в основном это касается заболеваний органов чувств, нарушений когнитивных способностей. Вероятно, данный факт обусловлен тем, что, например, потеря слуха или зрения не воспринимается большинством людей как потеря здоровья, а ассоциируется с пониженной социальной адаптацией [15]. В этой связи для некоторых заболеваний предложено использовать другой подход к определению тяжести [17], в основе которого лежит оценка состояния здоровья по шести критериям: ограничение подвижности, проблемы по уходу за собой, проблемы с выполнением повседневных дел, наличие боли/дискомфорта, наличие депрессий, проблемы в познавательной деятельности [16]. На сегодняшний день исследования по уточнению показателей тяжести

для расчета индекса DALY продолжают, совершенствуются методы экспертизы, проводятся дополнительные опросы [11].

Следует отметить, что экспертные балльные показатели применяются также для оценки тяжести некоторых ответов со стороны здоровья от химических веществ, загрязняющих окружающую среду [5]. Основным недостатком использования методов экспертизы связан с некоторой субъективностью получаемых оценок. В этой связи большей объективностью обладают показатели тяжести, основанные на статистической информации о популяционном состоянии здоровья, в качестве примера можно привести индекс тяжести, определяемый по показателям смертности и инвалидности населения [8]. К достоинствам данного подхода можно отнести возможность учета зависимостей тяжести от возраста и пола, а к недостаткам – сложность расчета тяжести для редких заболеваний. В одном из комплексных подходов используются экспертные оценки для репрезентативных (наиболее часто встречающихся) заболеваний для подклассов МКБ-10, а тяжесть остальных заболеваний корректируется, исходя из их длительности [3, 9].

В связи с вышесказанным для оценки тяжести состояний здоровья представляется целесообразным использовать комплексные подходы, отталкиваясь при этом от объективных показателей здоровья (смертность, заболеваемость), используя экспертные оценки только в некоторых, особо оговоренных случаях.

**Целью представленной работы** является разработка подходов к оценке тяжести заболеваний (и отдельных состояний здоровья) для задач оценки риска здоровью под воздействием факторов среды обитания.

**Материалы и методы.** Предлагаемый метод оценки тяжести заболевания (состояния) базируется на сопоставлении тяжести с состоянием смерти. Предполагается, что тяжесть принимает значение от 0 до 1: 0 соответствует очень легкой форме заболевания, не несущей никаких изменений в состоянии здоровья, 1 соответствует крайне тяжелой форме заболевания, близкой к состоянию смерти. Для описания зависимости тяжести от возраста вводится следующая функция от времени (возраста):

$$g(t) = (g_0 + g_1 t + g_2 t^2) e^{g_3 t}, \quad (1)$$

где  $g(t) \in [0,1]$  – безразмерная тяжесть заболевания (состояния),  $t$  – переменная времени (возраст), лет,  $g_i, i = \overline{0,3}$  – коэффициенты зависимости тяжести от возраста, коэффициент  $g_0$  является безразмерным, коэффициенты  $g_1, g_3$  имеют размерность 1/год,  $g_2 - 1/\text{год}^2$ .

В зависимости от значений коэффициентов в формуле (1), можно получить постоянное значение тяжести ( $g_0 \geq 0, g_1 = 0, i = \overline{1,3}$ ), линейную ( $g_0 > 0, g_1 \neq 0, g_2 = 0, i = 2,3$ ), квадратичную ( $g_1 \neq 0, g_3 = 0, i = \overline{0,2}$ ), экспоненциальную зависимость от возраста ( $g_1 = 0, g_3 > 0, i = \overline{0,2}$ ). В общем случае, функция (1) имеет более нетривиальную зависимость от возраста ( $g_i \neq 0, i = \overline{0,3}$ ).

Коэффициенты в формуле (1) определяются методом наименьших квадратов на основе данных по первичной заболеваемости и смертности населения по соотношению

$$g(t) = \frac{s(t)}{z(t)}, \quad (2)$$

где  $s(t)$  – смертность в возрасте  $t$ ,  $z(t)$  – первичная заболеваемость в возрасте  $t$ .

Для заболеваний, не приводящих к смерти, тяжесть определяется по формуле

$$g(t) = kg_s(t), \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент, определяемый методом экспертных оценок,  $g_s(t)$  – показатель тяжести наиболее близкого по функциональным нарушениям заболевания (также указанного экспертами), приводящего к смерти.

В том случае, если заболевание (состояние) не имеет близких по функциональным нарушениям состояний, которые могут приводить к смерти, тогда тяжесть заболевания определяется экспертно на основе сопоставления с тяжестью всех заболеваний (например, с помощью процедуры попарного сравнения), определенных по формуле (1).

Иногда для приближенных оценок риска требуются более упрощенные формулы, в которых тяжесть полагается не зависящей от возраста. Средневзвешенная тяжесть заболевания определяется по формуле

$$g = \frac{\sum g_t z_t}{\sum z_t}, \quad t \in [T_1, T_2], \quad (4)$$

где  $g_t$  – тяжесть заболевания в возрастной группе  $t$ ,  $z_t$  – заболеваемость в возрастной группе  $t$ ,  $T_1, T_2$  – диапазон возрастов, для которых выполняется расчет средней тяжести, например для детского населения.

В представленных далее результатах для определения коэффициентов в формуле (1) использованы данные по первичной заболеваемости и смертности населения Пермского края за 2014 г. Определение коэффициентов в формуле (3) осуществлялось методом экспертных оценок, для экспертизы привлекалось 10 практикующих врачей-терапевтов с опытом работы не менее 5 лет.

**Результаты.** В качестве примеров рассмотрим результаты для некоторых наиболее показательных заболеваний (состояний). В таблице приведены значения коэффициентов зависимости (1) для некоторых злокачественных новообразований (ЗНО).

Можно сделать вывод, что для большей части ЗНО характерен экспоненциальный рост тяжести в зависимости от возраста. Квадратичный вид зависимости наблюдается для ЗНО головного мозга, что обусловлено пиковыми значениями смертности в раннем младенческом возрасте и позднем периоде жизни. Для злокачественных новообразований кожи наблюдается снижение тяжести в возрасте по линейной зависимости, данный результат представляется несколько нелогичным и требует проведения дополнительных исследований. На рис. 1, 2 приведены экспериментальные точки и аппроксимирующие графики для ЗНО головного мозга и кишечника.

Рассмотрим результаты оценки тяжести для заболевания, не приводящего к смертельному исходу, например, для хронического бронхита. С помощью изло-

женных выше методов, по формуле (1) определена тяжесть наиболее близкого по функциональным нарушениям заболевания – астмы (рис. 3). По формуле (3) определена тяжесть хронического бронхита, где  $g_3(t)$  – тяжесть астмы, а коэффициент  $k$ , определенный методом экспертных оценок, равен 0,81.

Значения коэффициентов функции тяжести от возраста для некоторых злокачественных новообразований

Наименование нарушений здоровья	$g_0$	$g_1$	$g_2$	$g_3$
ЗНО головного мозга	0,803	-0,0383	0,00065	0
ЗНО желудка	0,644	0	0	0,0058
ЗНО кишечника	0,104	0	0	0,0275
ЗНО трахей, легких, бронхов	0,365	0	0	0,0165
ЗНО кожи	0,167	-0,00148	0	0
ЗНО молочной железы	0,024	0	0	0,03520
ЗНО предстательной железы	0,093	0	0	0,0194
ЗНО почек, мочевого пузыря	0,080	0	0	0,0226
ЗНО крови	1,011	-0,0739	0,00169	-0,0263
ЗНО пищевода	0,897	0	0	0,0022
ЗНО матки, яичников, маточных труб	0,061	0	0	0,0219
ЗНО сердца	0,104	0	0	0,0228

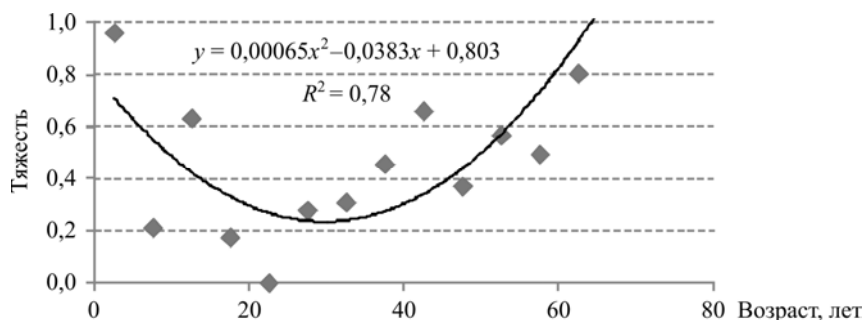


Рис. 1. Зависимость тяжести ЗНО головного мозга от возраста

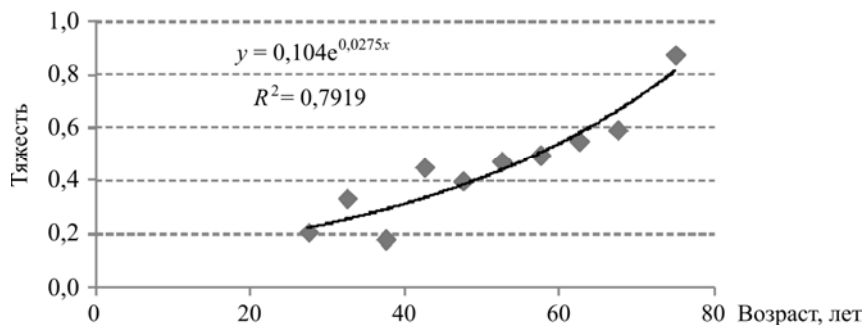


Рис. 2. Зависимость тяжести ЗНО кишечника от возраста

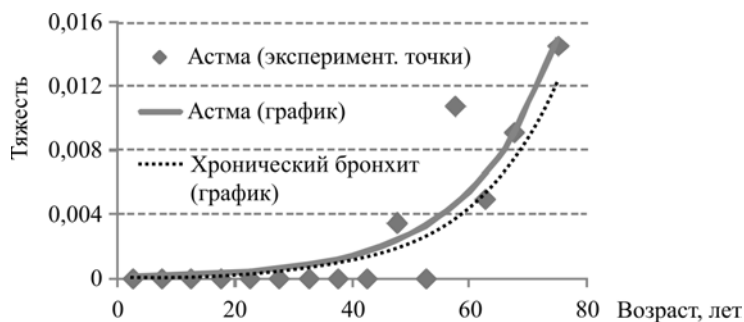


Рис. 3. Зависимость тяжести астмы и хронического бронхита от возраста

**Выводы.** Таким образом, в рамках представленной статьи предложен комплексный подход к оценке тяжести заболеваний (состояний) с учетом зависимости от возраста, объективных популяционных показателей (заболеваемости и смертности населения), а также экспертных оценок. Одним из преимуществ предлагаемого подхода является то, что получаемый показатель нормирован от 0 до 1, взвешен относительно состояния смерти. Для некоторых заболеваний, не имеющих близких по функциональным нарушениям состояний, которые могут приводить к смерти, требуется проведение последующих исследований (экспертизы), например, для бесплодия, болезни Альцгеймера и др.

### Список литературы

1. Выбор информативных признаков для оценки тяжести заболевания / С.В. Капустина, О.В. Кирякова, А.В. Капустина, Л.А. Лапина, А.А. Ступина // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 2–2. – С. 55.
2. Зайцева Н.В., Шур П.З. Актуальные вопросы методической поддержки оценки риска для здоровья населения при обеспечении безопасности продукции: мировой зарубежный опыт и практика таможенного союза // *Анализ риска здоровью*. – 2013. – № 4. – С. 4–16.
3. Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р. Методика расчета дополнительной заболеваемости и смертности на основе эволюционного моделирования риска здоровью населения // *Анализ риска здоровью*. – 2014. – № 1. – С. 31–39.
4. Никитина В.В., Жлоба А.А., Баранцевич Е.Р. Способ диагностики степени тяжести течения дегенеративно-дистрофического заболевания позвоночника у пациентов // *Вестник новых медицинских технологий*. – 2014. – Т. 21, № 3. – С. 39–40.
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. Бушгуева. – М.: ГУ НИИ ЭЧиГОС им. А.Н. Сысина РАМН, 2002. – 408 с.
6. Оценка тяжести состояния и прогнозирование течения заболевания при язвенных гастродуоденальных кровотечениях / С.Н. Потахин, Ю.Г. Шапкин, Ю.В. Чалык, В.А. Зевякина // *Саратовский научно-медицинский журнал*. – 2014. – Т. 10, № 2. – С. 301–307.



7. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.: Тровант, 2003. – 448 с.

8. Чигвинцев В.М. Оценка вклада нарушений отдельных систем организма в интегральный показатель опасности нарушения здоровья // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения: матер. 2-й Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием / под общ. ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, чл.-корр. РАМН Н.В. Зайцева. – Пермь: Книжный формат, 2011. – С. 183–186.

9. Цинкер М.Ю., Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р. Применение комплексного индекса нарушения здоровья населения для оценки популяционного здоровья в Пермском крае // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3–6. – С. 1988–1992.

10. Common values in assessing health outcomes from disease and injury: disability weights measurement study for the Global Burden of Disease Study 2010 / J.A. Salomon, T. Vos, D.R. Hogan [et al.] // *Lancet*. – 2012. – Vol. 380 (9859). – P. 2129–2143.

11. Disability weights for the Global Burden of Disease 2013 study / J.A. Salomon, J.A. Haagsma, A. Davis [et al.] // *Lancet Glob Health*. – 2015. – Vol. 3. – P. e712–e723.

12. Disability weights for vision disorders in Global Burden of Disease study / H.R. Taylor, J.B. Jonas, J. Keeffe, J. Leasher, K. Naidoo, K. Pesudovs, S. Resnikoff // *Lancet*. – 2013. – Vol. 381 (9860). – P. 23.

13. Hausman D.M. Health, well-being, and measuring the burden of disease [Электронный ресурс] // *Population Health Metrics*. – 2012. – Vol. 10. – URL: <http://pophealthmetrics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1478-7954-10-13> (дата обращения: 23.09.2016).

14. Murray C.J. Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years // *Bull World Health Organ*. – 1994. – Vol. 72, № 3. – P. 429–445.

15. Nord E. Disability weights in the Global Burden of Disease 2010: unclear meaning and overstatement of international agreement // *Health Policy*. – 2013. – Vol. 111, № 1. – P. 99–104.

16. Stouthard M.E., Essink-Bot M.L., Bonsel G.L. Disability weights for diseases – A modified protocol and results for a Western European Region // *European Journal of Public Health*. – 2000. – Vol. 10. – P. 24–30.

17. World Health Organization. WHO methods and data sources for global burden of disease estimates 2000-2011 (Global Health Estimates Technical Paper WHO/HIS/HSI/GHE/2013.4) [Электронный ресурс]. – 2013. – URL: [http://www.who.int/healthinfo/statistics/GlobalDALYmethods\\_2000\\_2011.pdf](http://www.who.int/healthinfo/statistics/GlobalDALYmethods_2000_2011.pdf) (дата обращения: 23.09.2016).

## Опыт оценки пылевой экспозиции населения мелкодисперсными частицами $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$ в зоне влияния предприятия по производству строительных конструкций

**И.В. Май, С.Ю. Загороднов, А.А. Кокоулина**

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

Проведенные исследования пылевых выбросов предприятия по производству строительных конструкций подтвердили наличие мелкодисперсных частиц в выбросе. Анализ компонентного состава пылей свидетельствует о преобладании оксидов кремния, кальция в структуре химического состава. Для задач определения экспозиции были определены доли  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$  в выбросе источников. Полученные значения были опробованы на модельных расчетах рассеивания и определены уровни экспозиции мелкодисперсных пылей  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$  и установлены зоны распределения.

**Ключевые слова:** пылевые выбросы, мелкодисперсные частицы,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , дисперсный состав, компонентный состав, оценка экспозиции.

За последние 10 лет существенно выросла доля исследований, касающихся содержания мелкодисперсных частиц  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$  в атмосферном воздухе. Ученые стран Европы, США и России обеспокоены влиянием мельчайших пылевых частиц на здоровье человека

Целым рядом отечественных и зарубежных исследований установлено, что размер твердых частиц, наряду с их формой и составом, является важным фактором их воздействия на организм человека. Кроме того, мелкодисперсные твердые частицы способны осаждают на себя токсичные металлы и/или другие опасные для здоровья человека компоненты и способствовать их миграции.

Принимая во внимание доказанную опасность частиц мелких фракций для объективной оценки уровня экспозиции населения нужно знать процентное содержание мелкодисперсных частиц в воздухе [2, 4, 8, 9].

**Целью исследования** являлся анализ дисперсионного и компонентного состава выбрасываемых в атмосферный воздух твердых пылевых частиц от источников предприятий по производству строительных материалов с последующей оценкой экспозиции населения, постоянно проживающего в зоне влияния этих выбросов.

**Материалы и методы.** Исследование проводили на базе предприятия по выпуску продукции строительного назначения.

Всего было определено 8 точек для отбора проб при различных технологических процессах, приводящих к пылеобразованию:

- дозировка песка в мешалку (приготовление раствора);
- пересып песка на конвейер;
- дозировка цемента в мешалку (приготовление бетона);
- пересып щебня (фракция 10×20 мм);

- мешалка (приготовление бетона);
- пересып песка с конвейера в бункер;
- пересып щебня с конвейера в бункер;
- пересып щебня на территории склад (работа погрузчика).

Отбор проб воздуха проводился непосредственно во время технологических процессов на расстоянии, максимально приближенном к источнику пылевыведения (расстояние зависело от специфики технологического процесса).

Масса пыли, выбрасываемой в единицу времени, оценивалась стандартными методами по результатам гравиметрических исследований на основании взвешивания используемых фильтров до и после выполнения отбора проб.

Вычислялась массовая концентрация взвешенных частиц в воздухе, а затем масса нормируемых фракций частиц  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$  (на основании результатов, полученных при определении дисперсного состава).

Определение дисперсного состава пылевых выбросов осуществляли с применением лазерного анализатора частиц Microtrac S3500 (охватываемый диапазон размера частиц от 20 нм до 2000 мкм).

Для микроскопирования пылей с целью установления формы частиц и определения компонентного состава пылевых выбросов использовался сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения (степень увеличения – от 5 до 300 000 крат; ускоряющее напряжение – от 0,3 до 30 кВ) с рентгено-флуоресцентной приставкой S3400N HITACHI (предел обнаружения – порядка 10–5 мас.%, минимальная область исследования – 100 мкм).

Для установления зоны влияния выбросов мелкодисперсных пылевых частиц и сравнения их с зонами влияния выбросов пылевых частиц без учета дисперсности были проведены модельные расчеты рассеивания выбросов твердых частиц от источников предприятия [5].

В качестве исходных данных использовались данные инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ и том ПДВ предприятия. Расчет рассеивания проводили в точках на границе санитарно-защитной зоны предприятия и по регулярной сетке, охватывающей территорию расположения предприятия и окрестности, шаг сетки по оси  $X = 50$  м, по оси  $Y = 50$  м.

**Результаты.** Данные инструментальных исследований пылевых выбросов источников предприятия по производству строительных конструкций свидетельствуют о наличии в выбросах мелкодисперсных частиц  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$ . Доля частиц размерами до 2,5 мкм включительно составляет 23,53 %; размерами до 10 мкм включительно – 67,04 %; более 10 мкм – 76,36 %. Примеры распределения дисперсного состава пылевых выбросов исследованных предприятий представлены в виде гистограмм на рис. 1.

Анализ компонентного состава мелкодисперсных частиц исследуемых пылей позволил установить полный перечень компонентов, выбрасываемых в атмосферу. Химический состав выбросов довольно однороден и характеризуется выраженным преобладанием твердых частиц, относимых к спектрам кремния и кальция. Примеры спектрограмм приведены на рис. 2.

По результатам модельных расчетов максимальная концентрация твердых частиц без учета дисперсности в точках жилой застройки составила 0,080 ПДК<sub>мр</sub> по пыли неорганической: до 20 %  $SiO_2$  (код 2909). Зоны формирования максимальных концентраций (более 0,1 ПДК) находятся на территории промышленной площадки предприятия и не распространяются на территорию жилой застройки.

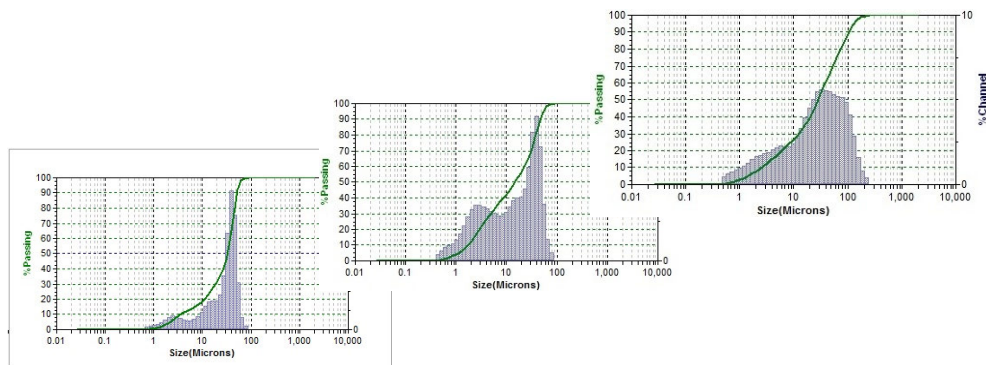


Рис. 1. Процентное содержание пылевых частиц в выбросах предприятия

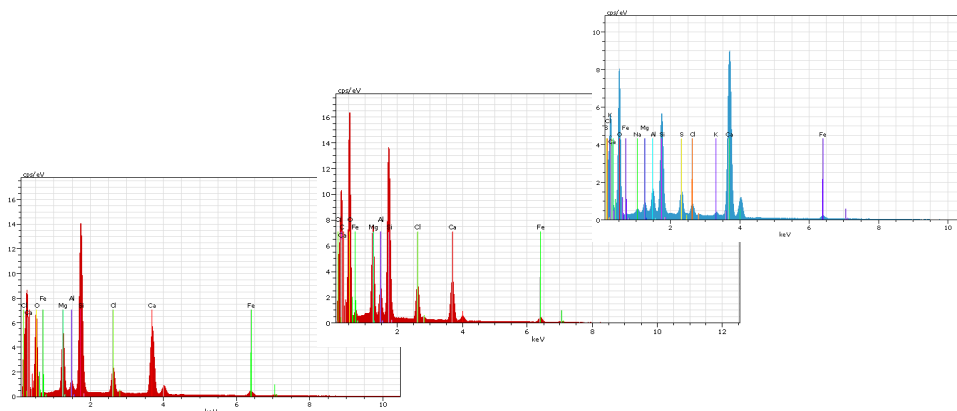


Рис. 2. Спектрограммы компонентного состава пылевых выбросов предприятия

На основании полученных концентраций с использованием методологии оценки риска были рассчитаны коэффициенты опасности примесей ( $HQ$ ) [7]. Полученные значения концентраций в долях ПДК<sub>мп</sub> [6] и значения  $HQ$  в расчетных точках на границе жилой застройки представлены в таблице. Результаты рассеивания в виде изолиний представлены на рис. 3, 4.

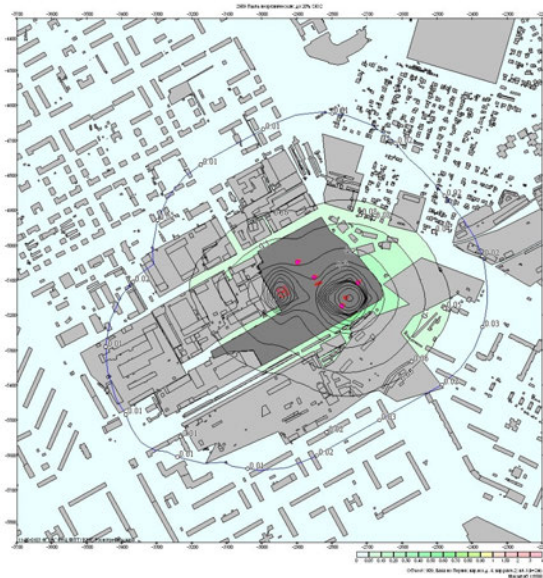
Значения концентраций и коэффициенты опасности твердых частиц, формирующиеся в точках жилой застройки

№ точки	Загрязняющее вещество					
	пыль неорганическая: 70–20 % SiO <sub>2</sub> (2908) (доли ПДК <sub>мп</sub> )	пыль неорганическая: до 20 % SiO <sub>2</sub> (2909) (доли ПДК <sub>мп</sub> )	PM <sub>10</sub> (доли ПДК <sub>мп</sub> )	$HQ$	PM <sub>2,5</sub> (доли ПДК <sub>мп</sub> )	$HQ$
1	0.06	0.08	0.05	0.11	0.04	0.11
2	0.07	0.08	0.05	0.15	0.05	0.07
3	0.05	0.05	0.05	0.09	0.04	0.10
4	0.07	0.06	0.05	0.16	0.04	0.07
5	0.04	0.02	0.03	0.05	0.02	0.05
6	0.02	0.009	0.02	0.10	0.01	0.04
7	0.05	0.04	0.04	0.12	0.03	0.13

На основании данных о фракционном составе выбросов в контрольных точках были установлены максимальные концентрации частицам  $PM_{10}$  на уровне 0,054 ПДК<sub>мр</sub> и  $PM_{2.5}$  на уровне 0,046 ПДК<sub>мр</sub>, для них также были рассчитаны коэффициенты опасности (табл. 1).

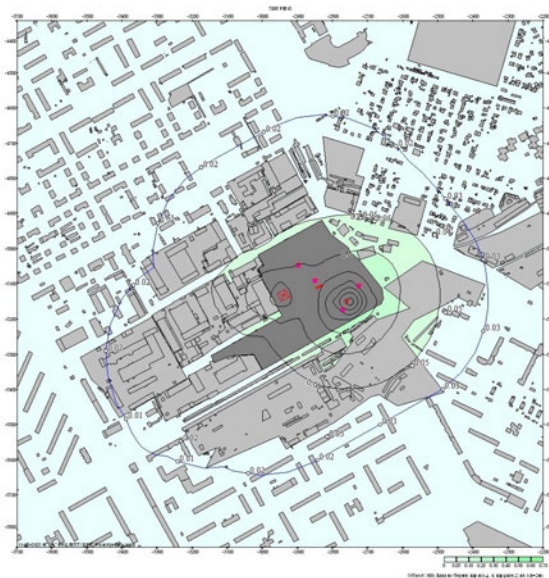


*a*



*б*

Рис. 3. Изолинии рассеивания пыли неорганической:  
*a* – 70–20 % SiO<sub>2</sub> (2908); *б* – до 20 % SiO<sub>2</sub> (2909)



*a*

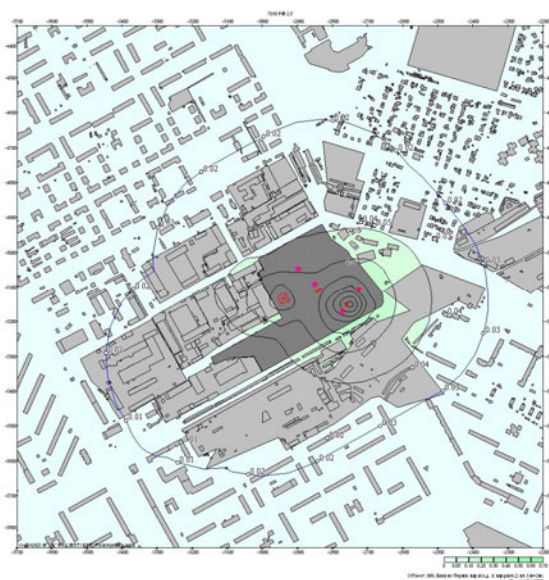


Рис. 4. Изолинии рассеивания: *a* –  $PM_{10}$ ; *б* –  $PM_{2.5}$

**Выводы:**

1. В ходе исследования было установлено, что выбросы источников предприятий по производству строительных конструкций содержат мелкодисперсные частицы. Содержание частиц  $PM_{10}$  находится в диапазоне от 23,64 до 67,04 %, частиц  $PM_{2.5}$  – от 9,93 до 23,53 %.

2. Проведенные модельные расчеты рассеивания выбросов пылевых частиц от источников исследованного предприятия позволили установить, что зоны влияния мелкодисперсных частиц выходят за границы промышленной площадки, при этом на границе жилой застройки формируется нормативное качество атмосферного воздуха. В зоне влияния мелкодисперсных частиц проживает население.

3. Проведенные расчеты и анализ результатов позволили сделать вывод, что для более полного учета формирующейся экспозиции при нормировании выбросов, проектировании санитарно-защитных зон предприятий и оценки зон воздействия выбросов необходимо учитывать дисперсный состав выбросов.

4. Кроме того, концентрации, полученные по результатам расчетов рассеивания с учетом дисперсного состава, могут служить исходными данными для получения более полной картины при оценке риска здоровью населения, проживающего вблизи промышленных предприятий.

5. В исследованиях предыдущих лет было установлено, что пространственное распределение мелкодисперсных частиц зависит как от свойств самих частиц, которые обусловлены спецификой производственных процессов, в результате которых они образуются, так и от условий рассеивания примесей [1, 3]. Данное утверждение было еще раз подтверждено в ходе работы.

6. На данном этапе изучения проблемы дисперсного состава пылегазовых выбросов зону влияния мелкодисперсных частиц необходимо определять индивидуально для каждого производственного объекта. Дальнейшая проработка вопроса определения дисперсности пылевых выбросов и их корректное нормирование, а также совместный учет компонентного и дисперсного состава выбросов остаются актуальными.

### Список литературы

1. Анализ дисперсного и компонентного состава пыли для оценки экспозиции населения в зонах влияния выбросов промышленных стационарных источников // Н.В. Зайцева, И.В. Май, А.А. Макс, С.Ю. Загороднов // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 19–23.

2. Воздействие пыли на нарушение репродуктивной функции организма / З.И. Намазбаева, М.А. Мукашева, О.В. Гулаева, Б.М. Салимбаева, Н.К. Дюсембаева, А.А. Адильбекова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2005. – № 5. – С. 72–75.

3. Май И.В., Загороднов С.Ю., Макс А.А., Загороднов М.Ю. Оценка потенциального загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными частицами в зоне расположения машиностроительного предприятия // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология // Урбанистика. – 2012. – № 2. – С. 109–118.

4. Обзор данных о воздействии загрязнения воздуха на здоровье – проект REVINAAP // Всемирная организация здравоохранения, 2013.

5. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Общесоюзный нормативный документ / ГГО им. Воейкова. – Л., 1987. – 64 с.

6. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: дополнение № 8 к ГН 2.1.6.1338-03. – М., 2003.

7. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 147 с.

8. Cardiovascular Disease and Air Pollution /A report by the Committee on the Medical Effects of Air Pollutants, 2006.

9. Cell cycle alterations induced by urban pm2.5 in bronchial epithelial cells: characterization of the process and possible mechanisms involved / E. Longhin, M. Camatini, M. Gualtieri, J.A. Holme, K.B. Gutzkow, V.M. Arlt, J.E. Kucab // Particle and Fibre Toxicology. – 2013. – Vol. 10. – № 1. – P. 63.

## **Полиморфизм генов у женщин с хроническим эндометритом, экспонированных фенолами**

**О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, О.А. Казакова<sup>1</sup>, А.В. Кривцов<sup>1</sup>,  
А.А. Мазунина<sup>1</sup>, Е.А. Отавина<sup>1</sup>, Д.Г. Дианова<sup>1</sup>,  
И.Н. Аликина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<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 полиморфных вариантов кандидатных генов, ассоциированных с нарушением репродуктивной функции женщин, экспонированных фенолами. Исследование показало, что между группами существует достоверное различие по содержанию в крови фенола, о- и п-крезолов, установлены более высокие частоты гетерозиготных генотипов гена PPARD A/G, а также частоты минорного аллеля G гена PPARD. Отмечается, что ген PPARD A/G ( $p < 0,05$ ) характеризует особенности данной когорты обследованных женщин. Исследованный полиморфизм рекомендуется использовать в качестве маркера чувствительности формирования нарушений репродуктивной функции у женщин (хронического эндометрита) с повышенным содержанием фенолов в крови.

**Ключевые слова:** фенолы, генетический полиморфизм, хронический эндометрит.

Показатели женского здоровья зависят не только от условий внешней и внутренней среды, но также детерминированы генетическим статусом, который определяет предрасположенность человека к тем или иным заболеваниям. Вредное влияние фенолов и их производных связано с их острой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью. Фенольное кольцо, входящее в состав органических соединений, структурно подобных эстрогену, способно оказывать негативное влияние на развитие репродуктивных органов человека. Однако на сегодняшний день отсутствуют подтверждения о возможном воздействии фенола и крезолов на репродуктив-



ное здоровье женщин при хроническом аэрогенном поступлении из атмосферного воздуха селитебных территорий.

Особую актуальность представляет изучение влияния на репродукцию регуляторных генов, таких как PPARs (рецепторы активирующие пролиферацию пероксисом), которые могут явиться причиной каскада метаболических и гормональных нарушений, оказывая воздействие на яичники и плаценту. В пероксисомах присутствуют ферменты, продуктом реакции которых является перекись водорода, используемая клетками для окисления этанола, фенола, формальдегида и других субстратов.

Актуальным является выделение генетических маркеров состояния репродуктивной функции женщин детородного возраста, подверженных аэрогенному воздействию средовых факторов, в том числе фенолу, о- и п-крезолу [1–5].

**Цель работы** – изучение особенностей генетического полиморфизма у женщин с хроническим эндометритом, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции фенолами.

**Материалы и методы.** Выполнено обследование 77 женщин с репродуктивными нарушениями, проявляющимися в привычном невынашивании беременности (группа наблюдения). Группу сравнения составила 51 женщина без нарушения репродуктивной функции. Обе группы женщин проживают в условиях содержания фенолов в атмосферном воздухе. В крови женщин группы наблюдения отмечается повышенное содержание фенола ( $0,061 \pm 0,008$  мкг/см<sup>3</sup>) относительно нормы ( $p < 0,05$ ), а также выше группы контроля в 2,8 раза ( $p < 0,05$ ) ( $t = 2,36$ ;  $p = 0,022785$ ;  $U = 89,0$ ;  $Z = 2,49$ ;  $p = 0,012582$ ).

Содержание фенолов в атмосферном воздухе территории проживания исследуемых групп, а также содержание фенолов в крови исследуемых пациентов определялось методом газовой хроматографии на приборе «Кристалл-5000» в лаборатории отдела химико-аналитических методов исследования ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Оценка генетического полиморфизма осуществлена с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и аллельной дискриминации на приборе Bio-RAD CFX96 в режиме реального времени в лаборатории отдела иммунобиологических методов исследования ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Статистическая обработка результатов проводилась в программах: Statistica 6.0, онлайн-программах SNPStats и «ГенЭксперт», Microsoft Excel. В исследовании оценивались следующие показатели: содержание фенола, о-крезола, п-крезола в атмосферном воздухе; содержание фенола, о-крезола, п-крезола в крови пациенток; генетические полиморфизмы 4 кандидатных генов (ESR1 G2014A rs2228480, PPARA G2528C rs4253778, PPARA/G rs2016520, PPARG rs1801282, PPARGC1A G1444A rs8192678).

В результате оценки качества атмосферного воздуха на территории проживания группы наблюдения было обнаружено превышение гигиенических нормативов по фенолу (до 2,3 ПДК<sub>cc</sub>), о-крезолу (до 2,0 ПДК<sub>cc</sub>), п-крезолу (до 7,4 ПДК<sub>cc</sub>). Территория группы сравнения характеризовалась допустимым содержанием фенолов в атмосферном воздухе.

Результаты химического анализа крови пациентов группы наблюдения позволили установить значения, превышающие фоновый уровень. Установлены достоверные ( $p < 0,05$ ) межгрупповые различия содержания фенола и крезолов по отношению

к группе сравнения (превышения в 1,3 раза по о-крезолу; в 2,1 раза по п-крезолу; в 1,5 раза по фенолу).

При помощи онлайн-калькулятора «Ген-эксперт» нами был произведен расчет частот аллелей и генотипов, а также расчет генетических моделей наследования репродуктивной патологии в условиях аэрогенного воздействия фенола и крезолов.

По результатам генетического типирования установлено достоверное различие по частоте A/G гетерозиготного генотипа гена PPARD в группе наблюдения, который превышал аналогичный показатель группы сравнения в 2,6 раза, а также превышение частоты минорного аллеля G гена PPARD в группе наблюдения относительно группы сравнения в 3,2 раза. Нами был применен тест Харди–Вайнберга (табл. 1, 2), который подтвердил отсутствие смещения от нормального распределения в исследуемых группах по всем генам.

Таблица 1

Мультипликативная модель наследования (тест хи-квадрат,  $df = 1$ ) выборки женщин с хроническим эндометритом, экспонированных фенолами

Ген	Аллели	Группа		$\chi^2$	$p$	OR	
		наблюдения, $n = 25$	сравнения, $n = 24$			знач.	95 % CI
PPARA	G	0,720	0,875	3,62	0,06	0,37	0,13–1,05
	C	0,280	0,125			2,72	0,95–7,82
PPARG	C	0,900	0,896	0,00	0,95	1,05	0,28–3,87
	G	0,100	0,104			0,96	0,26–3,54
PPARGC1A	G	0,520	0,646	1,59	0,21	0,59	0,26–1,34
	A	0,480	0,354			1,68	0,75–3,79
PPARD	A	0,740	0,917	5,33	0,02	0,26	0,08–0,86
	G	0,260	0,083			3,86	1,16–12,8
ESR1	G	0,780	0,813	0,16	0,69	0,82	0,31–2,19
	A	0,220	0,188			1,22	0,46–3,28

Таблица 2

Аддитивная модель наследования (тест Кохрана–Армитаджа для линейных трендов, хи-квадрат= [0,1,2],  $df = 1$ ) выборки женщин с хроническим эндометритом, экспонированных фенолами

Ген	Генотип	Группа		$\chi^2$	$p$	OR	
		наблюдения, $n = 25$	сравнения, $n = 24$			знач.	95 % CI
PPARA	G/G	0,520	0,750	3,64	0,06	0,36	95 % CI
	G/C	0,400	0,250			2,00	0,11–1,21
PPARG	C/C	0,080	0,000	0,00	0,95	5,21	0,59–6,79
	C/C	0,840	0,792			1,38	0,24–94,4
PPARGC1A	C/G	0,120	0,208	1,42	0,23	0,52	0,32–5,91
	G/G	0,040	0,000			3,00	0,11–2,46
PPARD	G/G	0,320	0,417	5,72	0,02	0,66	0,12–77,3
	G/A	0,400	0,458			0,79	0,20–2,12
ESR1	A/A	0,280	0,125	0,18	0,67	2,72	0,25–2,45
	A/A	0,520	0,833			0,22	0,61–12,1

Тест Харди–Вайнберга позволил нам в дальнейшем использовать мультипликативную и аддитивную модели наследования, согласно которым носительство аллеля G гена PPARD A/G rs2016520 ( $OR = 3,86$ ; 95 %  $CI$ : 1,16–12,87) а также носительство гетерозиготного генотипа A/G ( $OR = 3,93$ ; 95 %  $CI$ : 1,04–14,89) и G/G ( $OR = 3,00$ ; 95 %  $CI$ : 0,12–77,32) гена PPARD у женщин с нарушением репродуктивной функции, проживающих в условиях аэрогенного воздействия фенолами, характеризует их достоверные различия с показателями группы сравнения.

#### **Выводы:**

1. Анализ качества атмосферного воздуха на территории проживания группы наблюдения показал превышение гигиенических нормативов содержания фенола (до 2,3 ПДК<sub>сс</sub>), о-крезола (до 2,0 ПДК<sub>сс</sub>), п-крезола (до 7,4 ПДК<sub>сс</sub>). Одновременно выявлены достоверные ( $p < 0,05$ ) межгрупповые различия содержания фенолов в крови по отношению к группе сравнения, превышения над которой составили: в 1,3 раза – по о-крезолу; в 2,1 раза – по п-крезолу; 1,5 раза – по фенолу.

2. Проведенное исследование генетического полиморфизма у женщин с диагнозом «хронический эндометрит», проживающих в условиях экспозиции фенолами, позволило определить статистически значимые отклонения генотипа и аллеля гена PPARD, варианты состояния которого являются факторами относительного риска для развития данного патологического состояния.

Генетический статус женщин с самопроизвольным прерыванием беременности в анамнезе, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции фенолами, характеризуется достоверно большей частотой гетерозиготного, вариантного гомозиготного генотипа и вариантного аллеля гена PPARD (A/G rs2016520) по отношению к группе сравнения, что позволяет отнести этот ген к кандидатным, отражающим особенности развития репродуктивных нарушений у женщин в условиях аэрогенной экспозиции фенолами.

#### **Список литературы**

1. Айламазян Э.К., Беляева Т.В., Виноградова Е.Г. Влияние экологической обстановки на репродуктивное здоровье женщины. Новый взгляд на проблему // Журн. акуш. и женских болезней. – 2000. – № 3. – С. 8–10.
2. Jessica L. Myers, Ph.D. Joseph T. Haney, Jr., M.S. [Phenol] Texas: Commission On Environmental Quality. – 2014. – P. 1–30.
3. Marlissa Campbell, Ph.D. Phenol. Reproductive and Cancer Hazard Assessment Section Office of Environmental Health Hazard Assessment // California: Environmental Protection Agency. – 2003. – P. 1–67.
4. Michalowicz J., Duda W. Phenols – Sources and Toxicity. Polish // J. Of Environ. Stud. 2007. – Vol. 16, № 3. – P. 347–362.
5. Wanders R.J.A., Waterham H.R. Biochemistry of mammalian peroxisomes revised // J. Ann. Rev. Biochem. – 2006. – Vol. 75. – P. 295–332.

## Генетический полиморфизм и тандемные повторы в гене D2 рецептора дофамина в условиях экспозиции стронцием

**О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, А.В. Кривцов<sup>1</sup>, А.А. Мазунина<sup>1</sup>,  
О.А. Казакова, Е.А. Отавина<sup>1</sup>, Д.Г. Дианова<sup>1</sup>,  
И.Н. Аликина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
г. Пермь, Россия

Методом секвенирования проведено изучение распределения аллельных вариантов по тандемным генетическим маркерам гена DRD2 (5-й экзон), которые характеризуются высоким уровнем полиморфизма и гетерозиготности – Taq 1 A, Taq 1B, Bel I, Mbo I, Taq 1 D. При анализе полиморфизма триплетных повторов микро- и мини-сателлитных локусов в популяциях не было обнаружено достоверных различий в спектрах распределения аллелей. Однако у 8 исследованных нами человек выявлены повторы, встречающиеся в геноме с частотой 5, 8 и 3 раза. Отмечаемые сдвиги максимальных пиков в сторону с большим или меньшим числом повторов у представителей населения стронциевой геохимической провинции, а также оценка вариабельности гена с оценкой всех вариантов мутаций, имеющихся у пациента, демонстрирует возможность сиквенса как технологии изучения генетического разнообразия в различных условиях природных и техногенных факторных комбинаций.

**Ключевые слова:** экспозиция стронцием, генетический полиморфизм, секвенирование.

Генетическое тестирование методом ПЦР на индивидуальном уровне дает только качественные результаты, требующие дополнительного тестирования функциональной активности исследованных генов. Многосредовая комбинированная экспозиция химическими мутагенами (стронций, бенз(а)пирен, бензол, формальдегид, хлороформ, фенолы, ванадий и др.) ведет к возникновению генетических и эпигенетических нарушений, которые для своей идентификации требуют более тонких и развернутых молекулярных исследований. Для подтверждения реализации особенностей генетического полиморфизма требуется количественное тестирование геномных или эпигеномных нарушений, что позволяет методология сиквенса гена или его участков или оценка экспрессии генов.

Одной из сложных задач изучения генетического полиморфизма является выявление тандемных повторов и числа замен в генах, отвечающих за механизмы восприятия сигналов в иммунной и эндокринной системах, так как для их изучения невозможно использовать рутинные методы генотипирования, применяемые для выявления единичных однонуклеотидных замен (SNP). В то же время для выявле-

ния гетерогенности популяции и выявления направления изменения генетического материала под воздействием естественных и антропогенных факторов среды обитания необходим маркер, имеющий помимо качественных характеристик, также количественное выражение. Одними из таких маркеров являются тандемные повторы и количество транзаций, делеций, трансверсий, так как при увеличении генетического разнообразия изменяется количество таких повторов. Одним из таких маркеров является ген D2 рецептора дофамина (DRD2), отвечающий за регуляцию нейроэндокринного и иммунного гомеостазов, вариабельность которого ассоциирована в том числе с нагрузкой стабильным стронцием. В то же время этот ген по литературным данным характеризуется как ген, имеющий в своем составе множество вариантов тандемных повторов. В пятом экзоне этого гена имеется участок, характеризующийся вариабельностью и имеющий от 2 до 8 тандемных повторов в своей структуре.

**Цель работы** – оценка особенностей генетического полиморфизма и тандемных повторов в гене D2 рецептора дофамина в условиях экспозиции стронцием.

**Материалы и методы.** Проведено генетическое обследование 8 человек, постоянно проживающих на территории стронциевой геохимической провинции.

Исследована генетическая структура гена DRD2 методом секвенирования. Для создания библиотеки использовались праймеры, позволяющие ограничить область исследования только этим геном. Праймеры были предоставлены ООО «Синтол» (г. Москва). Была использована процедура создания ампликоновых библиотек для накопления продуктов этого гена. После чего методом электрофореза в агарозном геле эти продукты были разделены. Изучен диапазон продуктов, лежащий на уровне маркера длины 500 bp, поэтому все прочие продукты были отсечены нами с использованием специальной технологии очистки ампликонов на колонках.

**Результаты.** При изучении генетической структуры методом масс-спектрометрического анализа выявлены пики масс для продуктов гена DRD2, лежащие в диапазонах от 379 (для 2 повторов) до 667 (для 8 повторов) пар оснований (рисунок).

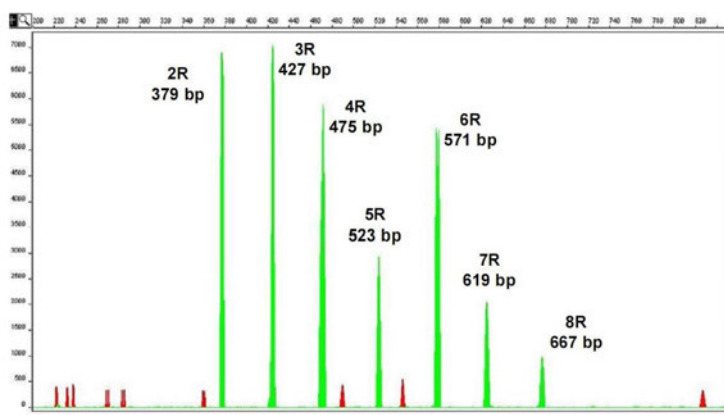


Рис. Распределение тандемных повторов в гене DRD2 по массе

Изучена последовательность нуклеотидов в 5-м экзоне гена DRD2:

- 69361 cgtgttcaatc atctgctggc tgcctcttt catcacacac atcctgaaca tacactgtga;
- 69421 ctgcaacatc ccgcctgtcc tgtacagcgc cttcacgtgg ctgggctatg tcaacagcgc;
- 69481 cgtgaacccc atcatctaca ccacctcaa cattgagttc cgcaaggcct tectgaagat;
- 69541 cctccactgc tgactctgct gcctgcccgc acagcagcct gtttcccacc tcctgcccga;
- 69601 ggccggccag cctcacctt gcgaaccgtg agcaggaagg cctgggtgga tggcctct;
- 69661 cttcaccccg gcaggcctg cagtgttcgc ttggctcat gctctact gcccgcacac;
- 69721 cctcactctg ccagggcagt gctagtgagc tgggcatggt accagcctg gggctggggc;
- 69781 cccagctca ggggcagctc atagagtccc cctcccacc tccagtcacc ctatcctgg;
- 69841 caccaaagat gcagccgct tcttgacct tctctgggg ctctagggtt gctggagcct;
- 69901 gagtc**agggc cc**agaggctg agtttctct ttgtggggct tggcgtggag caggcggtgg;
- 69961 ggagagatgg acagttcaca cctgca**aggg ccc**acaggag gcaagaagc tctctgccc;
- 70021 aggagccagg caactcagt cctgggagac ccatgtaaat accagactgc aggttgacc;
- 70081 ccagagattc ccaagccaaa aaccttagct cctcccgcga ccccgatgtg gaccttact;
- 70141 ttccaggcta gtccggacce acctacccc gttacagctc cccaagtgtt ttccatagc;
- 70201 tctgagaaga ggagccctca tctga**aggg ccc**aggaggg tctatgggga gaggaactcc;
- 70261 ttggcctagc ccacctgct gccttctgac ggccctgcaa tgatccct ctcacagac;
- 70321 atgctggcca gctggggcc tggcagggag gtcaggccct ggaactctat ctgggctgg;
- 70381 gctaggggac atcagaggtt ctttgaggga ctgcctctgc cacactctga cgaaaacca;
- 70441 ctttctttt ctatcttc tggecttcc tctctctgt tccctccc ttccactgcc;
- 70501 tctgccttag aggagccac ggctaagagg ctgctgaaaa ccatctgccc tggcctggcc;
- 70561 ctgccttag gaaggagggg aagctgcagc ttgggagagc ccctggggcc tagactctgt;
- 70621 aacatcacta tccatgacc aaactaataa aactttgacg agtcacctc caggaccct;
- 70681 gggtg.

Выявлены 3 повтора в структуре гена DRD2 – обозначены на последовательности гена жирным цветом с подчеркиванием.

У 8 исследованных нами человек были выявлены повторы, встречающиеся в геноме с частотой 5, 8 и 3 раза.

Метод секвенирования подходит также и для изучения однонуклеотидных полиморфизмов. На структуре гена DRD2 видно пять маркеров (Taq I A, Taq IB, Bel I, Mbo I, Taq I D). Можно одновременно генотипировать ДНК по все пяти маркерам. У 8 исследованных пациентов были выявлены полиморфизмы, представленные в таблице.

Результаты генотипирования пациентов по 5 маркерам гена DRD2

Пациент	Taq I A	Taq IB	Bel I	Mbo I	Taq I D
№ 1	<b>CT</b>	GG	CC	<b>AT</b>	CC
№ 2	CC	GG	CC	AA	<b>CT</b>
№ 3	CC	<b>GA</b>	CC	AA	CC
№ 4	<b>CT</b>	GG	<b>CT</b>	AA	CC
№ 5	CC	GG	CC	<b>AT</b>	<b>TT</b>
№ 6	<b>CT</b>	GG	<b>CT</b>	AA	CC
№ 7	<b>CT</b>	GG	<b>CT</b>	<b>AT</b>	<b>CT</b>
№ 8	CC	<b>AA</b>	CC	<b>AT</b>	<b>CT</b>

Преимущество метода секвенирования – увеличение скорости генотипирования по множественным маркерам и выявление новых мутаций. Если ген вариабелен, то можно в одном исследовании изучить все варианты мутаций, имеющиеся у пациента.

**Выводы.** Таким образом, проведенными исследованиями по расшифровке генома человека изучены распределения частот тандемных повторов гена D2 рецептора дофамина. Отмечаемый полиморфизм в структуре гена DRD2 у населения позволяет использовать данный маркер для изучения генетических особенностей населения Пермского края. С использованием технологии расшифровки последовательностей в дальнейшем проведено таргетное ресеквенирование участков ДНК и подобраны несколько участков, по которым необходимо провести сравнительные исследования. Представленные распределения аллельных вариантов по тандемным генетическим маркерам гена DRD2 (5-й экзон) характеризуются высоким уровнем полиморфизма и гетерозиготности. В структуре гена DRD2 мы различали пять маркеров (Taq 1 A, Taq 1B, Bel I, Mbo I, Taq I D). Метод секвенирования позволяет одновременно генотипировать ДНК по всем пяти маркерам. При анализе полиморфизма триплетных повторов микро- и мини-сателлитных локусов в популяциях не было обнаружено достоверных различий в спектрах распределения аллелей. Однако у восьми исследованных нами человек выявлены повторы, встречающиеся в геноме с частотой 5, 8 и 3 раза. Отмечаемые сдвиги максимальных пиков в сторону с большим или меньшим числом повторов у представителей населения стронциевой геохимической провинции, а также оценка вариабельности гена с оценкой всех вариантов мутаций, имеющихся у пациента, демонстрирует возможности сиквенса как технологии изучения генетического разнообразия в различных условиях природных и техногенных факторных комбинаций

### Список литературы

1. Ассоциация полиморфных ДНК-локусов гена D2 рецептора дофамина и гена переносчика дофамина с агрессивным поведением / Д.А. Гайсина, Е.Б. Юрьев, Р.Б. Гумерова [и др] // Медицинская генетика. – 2004. – Т. 3, № 3. – С. 145–148.
2. Иммунные и ДНК-маркеры воздействия техногенной нагрузки / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Р.А. Харахорина, Д.В. Ланин // Вестник Уральской медицинской академической науки. – М., 2012. – № 4. – С. 240–241.
3. The association of the dopamine D4 receptor gene (DRD4) and the serotonin transporter promoter gene (5-HTTLPR) with temperament in 12-month-old infants / J.G. Auerbach, M. Faroy, R. Ebstein [et al.] // Journal of Child Psychology and Psychiatry. – 2001. – Т. 42, № 6. – С. 777–783.

## Особенности иммунорегуляторных показателей взрослого населения в условиях экспозиции стронцием

Е.А. Отавина<sup>1</sup>, О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, Д.Г. Дианова<sup>1</sup>,  
И.В. Перминова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<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 иммунорегуляторных показателей взрослого населения, проживающего на территории с избыточным содержанием стронция в воде хозяйственно-бытового назначения. Выявлена взаимосвязь особенностей иммунного статуса с контаминацией биосред стронцием, характеризующаяся разнонаправленными изменениями в содержании маркеров костного метаболизма – RANKL и остеопротегерина, пониженным более чем у 60 % обследуемых, абсолютным и относительным содержанием CD95+ и CD25+, повышенным уровнем специфической сенсибилизации к стронцию по критерию IgG к группе контроля в 1,3 раза, а также достоверно ( $p < 0,05$ ) пониженным уровнем внутриклеточных белков – Bcl-2, p53 и TNFR по отношению к норме и контрольной группе.

**Ключевые слова:** иммунорегуляторные показатели, стронций, маркеры костного метаболизма, внутриклеточные белки.

Поскольку активность иммунной системы – важнейшая составляющая поддержания гомеостаза, принимающая участие в контроле множества физиологических процессов, включая гиперчувствительность, она может служить приоритетным индикаторным показателем адаптационных возможностей организма в условиях повышенной внешнесредовой химической нагрузки, в том числе факторами природного происхождения.

**Цель работы** – анализ иммунорегуляторных показателей у взрослого населения, проживающего в условиях стронциевой геохимической провинции.

**Материалы и методы.** Проведено иммунологическое диагностическое обследование 23 человек, постоянно проживающих на территории с повышенным содержанием стронция в воде хозяйственно-бытового водоснабжения. Группу сравнения составили 81 человек из «условно чистого» района.

Популяции и субпопуляции лимфоцитов, а также внутриклеточную экспрессию белков, контролирующих процессы апоптоза, – Bcl-2, p53, уровень TNFR, исследовали на проточном цитометре FACSCalibur фирмы Becton Dickinson с использованием универсальной программы CellQuestPro. Содержание RANKL (рецептор



активации ядерного фактора каппа), остеопротегерина определяли методом иммуноферментного анализа. Определение гиперчувствительности по критерию «IgG специфический к стронцию» осуществляли методом аллергосорбентного тестирования. Измерение содержания стронция в пробах крови и мочи выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500<sub>cx</sub> (Agilent Technologies Inc., США) в соответствии с МУК 4.1.3230–14. Анализ химических соединений в водопроводной воде выполняли в соответствии с НСАМ № 480-Х.

Статистическая обработка результатов включала в себя описательную статистику и двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента, а также метод корреляционно-регрессионного анализа и расчет коэффициента детерминации ( $R^2$ ). Различия между группами считались значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Содержание стронция в биосредах обследуемых основной группы превышало референтный уровень от 1,1 до 3,3 раза, а также значения группы контроля от 3,6 до 5,7 раза.

В результате проведенного клинико-лабораторного исследования состояния здоровья взрослого населения были выявлены функциональные нарушения со стороны иммунной системы. В группе наблюдения установлены изменения содержания маркеров костного метаболизма – понижение значения RANKL у 64 % обследуемых основной группы и повышение у 57 % человек остеопротегерина по отношению к норме. Анализ причинно-следственных связей позволил установить достоверное ( $p < 0,05$ ) понижение содержания RANKL при увеличении концентрации стронция в крови ( $R^2 = 0,327$ ).

У 36 % обследуемых основной группы обнаружен повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень специфической сенсибилизации к стронцию по критерию IgG ( $0,163 \pm 0,088$  усл. ед. при норме  $< 0,15$ ). Причем среднее содержание специфического IgG к стронцию в группе наблюдения в 1,3 раза выше, чем в контрольной.

Результаты иммунологического исследования показали наличие достоверных изменений параметров CD-иммунограммы и маркеров апоптоза. Выявлено достоверно пониженное по отношению к референтному интервалу абсолютное и относительное содержание CD95<sup>+</sup> и CD25<sup>+</sup> более чем у 60 % обследуемых ( $p < 0,05$ ). Анализ отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволил установить достоверное понижение относительного содержания ( $p < 0,05$ ) CD95<sup>+</sup> и CD25<sup>+</sup> при увеличении концентрации стронция в моче ( $R^2 = 0,235-0,289$ ). Кроме этого у всех взрослых группы наблюдения установлен достоверно пониженный уровень Bcl-2, p53 и TNFR как по отношению к норме, так и к контрольной группе ( $p < 0,05$ ) (таблица).

Анализ отношения шансов позволил установить достоверное ( $p < 0,05$ ) понижение рецептора TNFR и Bcl-2 и при увеличении концентрации стронция в крови ( $R^2 = 0,372-0,686$ ) и моче ( $R^2 = 0,372-0,608$ ).

Таким образом, полученные данные указывают на нарушения функциональной активности иммунной системы у взрослого населения в условиях внешнесредовой экспозиции стронцием, связанные с понижением уровня RANKL и повышением содержания остеопротегерина по отношению к норме, повышенным уровнем

Изменения иммунных показателей у взрослого населения,  
экспонированного стронцием

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения	Группа контроля
IgG к стронцию, усл. ед.	0–0,15	0,163 ± 0,088	0,122 ± 0,041
CD3+CD95+-лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /л	0,63–0,97	0,609 ± 0,123**	0,625 ± 0,074**
CD3+CD95+-лимфоциты, отн., %	39–49	25,25 ± 4,20**	29,5 ± 1,25**
CD3+CD25+-лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /л	0,19–0,56	0,166 ± 0,026**	0,17 ± 0,011**
CD3+CD25+-лимфоциты, отн., %	13–24	7,0 ± 0,824**	7,815 ± 0,354**
Bcl-2, %	1,0–1,5	0,106 ± 0,018*/**	1,372 ± 0,186
p53, %	1,2–1,8	0,361 ± 0,128*/**	1,754 ± 0,279
TNFR, %	1,0–1,5	0,288 ± 0,072*/**	1,407 ± 0,169

Примечание: \* – разница достоверна относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ );  
\*\* – разница достоверна относительно референтного интервала ( $p < 0,05$ ).

специфической сенсибилизации к стронцию по критерию IgG по отношению к норме и контрольной группе в 1,1 и 1,3 раза соответственно, пониженным в сравнении с нормой содержанием CD95<sup>+</sup> и CD25<sup>+</sup>, а также пониженным более чем в 3 раза содержанием внутриклеточных белков – Bcl-2, p53 и TNFR как по отношению к норме, так и к группе контроля.

### Список литературы

1. Иммунологические и генетические маркеры внешнесредовой экспозиции стронцием / К.Г. Горшкова, О.А. Бубнова, Е.Д. Маерова, О.В. Долгих // Санитарный врач. – 2014. – № 3. – С. 72–74.
2. Dolgikh O.V., Zaitseva N.V., Dianova D.G. Regulation of apoptotic signal by strontium in immunocytes // Biochemistry (Moscow) Supplement Series A: Membrane and Cell Biology. – 2016. – Vol. 10, № 2. – P. 158–161.
3. Yurchenko M., Shlapatska L.M., Sidorenko S.P. The multilevel regulation of CD95 signaling outcome // Exp. oncol. – 2012. – Vol. 34, № 3. – P. 200–201.
4. 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.

## Особенности иммунорегуляторных показателей у детей, проживающих в условиях комбинированной аэрогенной химической нагрузки

О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, А.В. Кривцов<sup>1</sup>, Е.А. Отавина<sup>1</sup>,  
К.Г. Старкова<sup>1</sup>, О.А. Казакова<sup>1</sup>, И.Н. Аликина<sup>1</sup>,  
Н.А. Никоношина<sup>1,2</sup>, М.А. Гусельников<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
г. Пермь, Россия

В результате проведенных исследований установлено, что у детей в условиях воздействия комбинированной аэрогенной химической экспозиции металлами и органическими загрязнителями наблюдаются нарушения клеточного звена иммунитета: активация супрессорных Т-клеточных рецепторов CD127<sup>+</sup>, повышение содержания TNFR-рецептора, анти-апоптотического белка Bcl-2, транскрипционного фактора p53 и рецептора клеточной смерти CD95+ ( $p < 0,05$ ), отвечающих за апоптоз.

**Ключевые слова:** комбинированная аэрогенная экспозиция, CD-маркеры, металлы.

Результатом изменений функционального состояния иммунной системы в условиях воздействия низкомолекулярных соединений антропогенного характера является нарушение иммунорегуляторных процессов, в том числе апоптоза. Четкой закономерности в характере адаптационных процессов и их динамике не прослеживается, что обусловлено комбинированным многокомпонентным воздействием антропогенных факторов, разной степенью ее интенсивности, пластичностью компенсаторных возможностей растущего детского организма и особенностями параметрической популяционной оценки разнонаправлено меняющихся показателей иммунного статуса. Мониторинг изменений иммунорегуляторных показателей и выявление повышенной чувствительности к факторам внешнего окружения позволят своевременно реагировать на негативные тенденции в состоянии здоровья подрастающего поколения [1–4].

**Цель работы** – выявить особенности изменения иммунных показателей у детей, проживающих в условиях воздействия комбинированной аэрогенной химической экспозиции металлами и органическими загрязнителями.

**Материалы и методы.** Проведено иммунологическое диагностическое обследование детского населения – 131 ребенок (58 девочек и 73 мальчика), посещающих детские образовательные учреждения и проживающих в зоне экспозиции факторов риска глиноземного комбината (металлы – алюминий, ванадий, марганец,

никель, хром, медь, свинец; фенол, ароматические углеводороды, предельные альдегиды). Группу сравнения составил 51 ребенок аналогичного возраста (29 девочек и 22 мальчика) из «условно чистого» района, не подвергающихся воздействию приоритетных аэрогенных химических факторов риска.

Оценка содержания химических факторов в биосредах (кровь) проводилась методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборе фирмы Agilent 7500<sub>сх</sub> (USA) и методом капиллярной газовой хроматографии на хроматографе «Кристалл 5000.2» в зависимости от группы обследования с учетом экспозиции загрязняющих веществ и соединений. Уровни сывороточных иммуноглобулинов, IgE общего, интерлейкина-17, маркеров цитокинового профиля (IL-1бета, IL18, ИНФ-гамма) исследовали методом иммуноферментного анализа, специфические антитела к металлам и органическим соединениям – аллергосорбентным тестированием с ферментной меткой. Фенотипирование лимфоцитов, идентификацию мембранных и внутриклеточных маркеров апоптоза, детекцию апоптоза проводили на проточном цитометре FACSCalibur фирмы Becton Dickinson (BD, USA). Определение популяций и субпопуляций лимфоцитов (CD3<sup>+</sup>, CD4<sup>+</sup>, CD8<sup>+</sup>, CD19<sup>+</sup>, CD95<sup>+</sup> (FAS), CD3<sup>+</sup>CD16<sup>+</sup>CD56<sup>+</sup> (NKT), CD4<sup>+</sup>CD25<sup>+</sup>, CD4<sup>+</sup>CD25<sup>+</sup>127<sup>-</sup> (Treg)) осуществляли методом мембранной иммунофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител (МКАТ) к мембранным CD-рецепторам (BD, USA; Becton Coulter, BC, USA). Для определения уровня экспрессии TNFR1 использовали цитофлуориметрический метод, основанный на взаимодействии соответствующих МКАТ с мембранным рецептором к TNF $\alpha$  на лимфоцитах. Для определения внутриклеточного транскрипционного фактора p53 использовалась суспензия мононуклеарных клеток периферической крови, выделенных путем центрифугирования в градиенте плотности фиколл-верографина, окрашивание проводили согласно протоколу фирмы-производителя (BC, USA). Определение уровня экспрессии белка Bcl-2 и bax проводили с использованием соответствующих МКАТ (BC, USA) и одновременным проведением процедуры отрицательного изотипического контроля.

Статистический анализ осуществляли методом вариационной статистики с расчетом средней арифметической и ее стандартной ошибки и *t*-критерия Стьюдента, оценку зависимостей между признаками – с помощью корреляционно-регрессионного анализа, критерия Фишера и коэффициента детерминации ( $R^2$ ). Различия между группами считали достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Оценка качества среды обитания на обследуемой территории указывает на присутствие в атмосферном воздухе и воде хозяйственно-питьевого водоснабжения примесей многих химических элементов, среди которых вольфрам, марганец, свинец, никель, мышьяк, кадмий и их соединения. При этом анализ проб крови обследованных детей выявил достоверно более высокие значения по содержанию мышьяка и кадмия относительно показателей сравнения, кратность превышения составила в 1,5 и 2,1 раза соответственно ( $p < 0,05$ ). Также отмечены более высокие концентрации кадмия, мышьяка, никеля, свинца и хрома по сравнению с фоновыми региональными показателями ( $p < 0,05$ ). Методами санитарно-гигиенического анализа показано текущее неудовлетворительное качество атмосферного воздуха на территории проживания исследуемого контингента по бенз(а)пирену, взвешенным веществам, диоксиду азота, оксиду углерода, гид-

рофториду, алюминию, формальдегиду, фенолу (1,4–42 ПДК<sub>сс</sub>). Результаты исследований биосред детей выявили статистически достоверные различия среднего содержания в крови алюминия, ванадия, меди, никеля, хрома с аналогичными показателями в крови детей группы сравнения (кратность превышения составила 1,2–1,9 раза,  $p = 0,001–0,044$ ). Средняя концентрация алюминия и фторид-иона в моче детей превысила аналогичные показатели у детей группы сравнения в 4,2 и 1,6 раза соответственно ( $p = 0,0001$ ); референтные значения ( $RfL$  алюминия в моче –  $0,0065 \pm 0,0035$  мг/дм<sup>3</sup>, фторид-иона в моче –  $0,2$  мг/дм<sup>3</sup>) в 4,2 и в 3,0 раза соответственно. Частота регистрации проб мочи с повышенным уровнем алюминия составила 67,2 %, фторид-иона – 62,8 %. Средняя концентрация бензола, о-ксилола в крови достоверно в 2,6–2,9 раза (73,4 и 52,8 % проб соответственно от общего количества исследованных проб) превышала показатели в группе сравнения ( $p = 0,001–0,003$ ). Средняя концентрация фенола в крови в 2,1 раза выше аналогичного показателя в крови детей группы сравнения ( $p = 0,016$ ), доля проб с повышенным содержанием фенола составила 65,3 % от общего количества исследованных проб. Средняя концентрация формальдегида и ацетальдегида в крови достоверно превысила аналогичный показатель в крови детей группы сравнения в 1,3 раза ( $p = 0,045$ ), доля проб с повышенным содержанием формальдегида в крови составила 44,7 %, ацетальдегида – 58,8 %.

Иммунологическое обследование показало отсутствие достоверных отклонений показателей CD-иммунограммы в сравнении с референтным уровнем, за исключением достоверно повышенного по отношению к норме относительного и абсолютного содержания Т-регуляторных лимфоцитов – CD127<sup>+</sup> (у 65,0 – 80 % детей), отвечающих за супрессию иммунного ответа ( $p < 0,05$ ) (таблица).

У детского населения основной группы выявлено достоверное повышение содержания TNFR-рецептора, отвечающего за апоптоз по отношению к норме, антиапоптотического белка Bcl-2, транскрипционного фактора p53 и рецептора клеточной смерти CD95+ ( $p < 0,05$ ) по отношению к группе контроля – в 1,8, 1,75, 1,34 раза соответственно.

У детского населения, проживающих на территории наблюдения, полученные данные свидетельствуют о перестройке рецепторов иммунокомпетентных клеток, повышая их уязвимость. Причем данный процесс протекает с признаками активации супрессорных Т-клеточных рецепторов CD127<sup>+</sup> и факторов, принимающих участие в апоптозе – TNFR, антиапоптотического белка Bcl-2, транскрипционного фактора p53 и рецептора клеточной смерти CD95+.

Использование методического приема оценки отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволило установить достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение  $\text{Bax}$ , p53, CD95+, CD25+, Bcl-2, TNFR, CD127<sup>+</sup> при увеличении концентрации алюминия, марганца, меди, никеля, фенола, формальдегида, хрома в крови ( $R^2 = 0,16–0,70$  при  $p < 0,05$ ) и при увеличении концентрации алюминия в моче ( $R^2 = 0,77$  при  $p < 0,05$ ).

Анализ показателей цитокиновой регуляции IL-1-бета, ИЛ8, ИНФ-гамма, позволил установить, что данные показатели находятся в пределах референтного уровня и уровня значений в группе контроля,  $p > 0,05$ , за исключением содержания провоспалительного цитокина ИЛ1-бета, содержание которого достоверно

Особенности изменения показателей иммунной регуляции и маркеров апоптоза у детей в условиях воздействия комбинированной аэрогенной химической экспозиции металлами и органическими загрязнителями

Показатель	Референтный интервал	Группа сравнения	Группа наблюдения
Вах, %	5–9	5,30±1,443	6,73±0,735**
Vcl-2, %	1–1,5	1,28±0,503	2,23±0,912*
CD127-лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,015–0,04	0,046±0,012	0,073±0,03*
CD127-лимфоциты, отн., %	0,8–1,2	1,87±0,514	2,51±0,649*
CD16+56+лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,09–0,59	0,295±0,066	0,199±0,047
CD16+56+лимфоциты, отн., %	5–27	12,21±2,71	7,25±1,407
CD19+лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,09–0,66	0,265±0,038	0,357±0,081
CD19+лимфоциты, отн., %	6–25	10,78±1,15	12,8±1,702
CD3+лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,69–2,54	1,77±0,256	2,06±0,335
CD3+лимфоциты, отн., %	55–84	70,36±2,48	74,6±2,249
CD3+CD25+лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,1–0,3	0,319±0,112	0,359±0,098*
CD3+CD25+лимфоциты, отн., %	5–12	11,47±2,66	13,7±3,83*
CD3+CD4+лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,41–1,59	0,898±0,129	1,078±0,244
CD3+CD4+лимфоциты, отн., %	31–60	35,68±2,101	37,95±3,198
CD3+CD8+лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,19–1,14	0,707±0,126	0,8±0,108
CD3+CD8+лимфоциты, отн., %	13–41	27,78±2,49	29,8±2,727
CD3+CD95+лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,4–0,7	0,809±0,155	1,17±0,201***
CD3+CD95+лимфоциты, отн., %	15–25	32,52±4,315	43,05±4,98***
CD4+/CD8+, усл. ед.	0,8–4,2	1,34±0,172	1,41±0,218
TNFR, %	1–1,5	3,63±1,14	2,29±0,73***
p53, %	1,2–1,8	1,15±0,25	2,022±0,676**
Интерлейкин-1бета, пг/см <sup>3</sup>	0–11	0,54±0,21	3,47±1,734**
Интерлейкин-8, пг/см <sup>3</sup>	0–10	6,73±2,12	6,24±1,215
Интерферон-гамма, пг/см <sup>3</sup>	0–15	2,31±0,87	2,9±0,769

Примечание: \* – разница достоверна относительно референтного интервала по кратностям превышения ( $p < 0,05$ ); \*\* – разница достоверна относительно группы сравнения по среднему значению ( $p < 0,05$ ); \*\*\* – разница достоверна относительно нормы и группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

превышает показатели группы контроля в 6,42 раза ( $p < 0,05$ ). Анализ отношения шансов изменения содержания цитокинов при возрастании концентрации контаминантов в крови и моче позволил установить достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение концентрации ИЛ-1-бета, ИЛ8 при увеличении концентрации свинца, никеля, хрома, формальдегида, фенола в крови ( $R^2 = 0,12–0,78$ , при  $p < 0,05$ ) и алюминия в моче ( $R^2 = 0,91$  при  $p < 0,05$ ).

**Выводы.** Таким образом, в результате проведенного исследования у детей, проживающих в условиях воздействия комбинированной аэрогенной химической экспозиции металлами и органическими загрязнителями, выявлены изменения функциональных параметров иммунной активности, связанных с нарушением клеточного звена иммунитета – активация супрессорных Т-клеточных рецепторов CD127, повышение содержания TNFR-рецептора, антиапоптотического белка Vcl-2, транскрипционного фактора p53 и рецептора клеточной

смерти CD95+ ( $p < 0,05$ ), отвечающих за апоптоз, достоверные по отношению к норме и группе контроля, а также достоверное к контрольной группе повышение содержания IL-1-бета. Выявленные изменения характеризуют чрезмерную активацию клеточного иммунитета, а также показателей межклеточного цитокинового механизма регуляции.

### Список литературы

1. Вариабельность биомаркеров эффекта у детей, проживающих в условиях санитарно-гигиенического неблагополучия / Н.В. Зайцева, Д.Г. Дианова, О.В. Долгих // Академический журнал Западной Сибири. – 2013. – Т. 9, № 4 (47). – С. 38–39.
2. Гены и медиаторы как маркеры нарушений иммунного ответа у детей в условиях контаминации биосред тяжелыми металлами / О.В. Долгих, Н.В. Зайцева, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, Д.Г. Дианова, Д.В. Ланин // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 12. – С. 27–29.
3. 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.
4. Duramad P., Holland N.T. Biomarkers of immunotoxicity for environmental and public health research // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2011. – Vol. 8, № 5. – P. 1388–1401.





## Раздел VII

---

### **Современные аспекты медицины труда. Оценка профессиональных рисков здоровью работников**



## Гигиенические аспекты профилактики фониатрических нарушений у преподавателей-лингвистов на донозологическом этапе

Ю.С. Ализаве

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова»,  
г. Москва, Россия

Работа посвящена изучению системы профилактики голосовых нарушений у преподавателей-лингвистов в части снижения общей физиологической стоимости педагогического труда. Анализ различных форм педагогической деятельности свидетельствует о наличии негативных факторов труда, комплексное воздействие которых может приводить к перенапряжению органов голосового аппарата. Это обуславливает необходимость оценки индивидуального риска развития фониатрических нарушений у преподавателей-лингвистов и проведения неинвазивной диагностики на донозологическом этапе развития заболеваний профессионального генеза.

**Ключевые слова:** профилактика, профессиональный риск, голосовой аппарат.

Одной из актуальных проблем, входящих в предметную область профилактической медицины и ее социально значимого раздела – медицины труда, является высокая физиологическая стоимость труда отдельных категорий работающего населения России. В списке педагогических профессий особое место занимают преподаватели иностранных языков (преподаватели-лингвисты), значительная часть которых осуществляет профессиональную деятельность в высших учебных заведениях (вузах). В качестве основного рабочего инструмента в трудовой деятельности у подавляющего большинства педагогических работников активно используется голосовой аппарат.

**Цель работы** состоит в поиске путей снижения физиологической стоимости труда преподавателя-лингвиста. Одной из задач исследования является изучение особенностей физиологического состояния преподавателя-лингвиста при осуществлении различных форм педагогической деятельности. Объект исследования – система мер профилактики голосовых нарушений у представителей отдельных категорий педагогических работников.

Установлено, что с учетом общих для всего преподавательского труда особенностей труд преподавателя иностранных языков связан с необходимостью постоянного поддержания «рабочей» формы путем лингвистического тренинга в режиме активной и пассивной голосовой нагрузки, а также с затратами дополнительных усилий на фонетические аспекты воспроизведения им иностранной речи (артикуляция, прононс и др.).

Физиолого-эргономический анализ лекционного труда преподавателя подтверждает его высокую напряженность с выраженным прогнозом роста физиологической стоимости и риска для здоровья [7]. Продолжительность рабочего времени (норма часов педагогической работы за ставку заработной платы) педагогических работников установлена приказом Минобрнауки России № 1601 от 22.12.2014 г.

и составляет 36 часов (1500 часов в год). Специальная оценка условий труда (СОУТ) в образовательных организациях проводится в соответствии с методикой, утвержденной приказом Минтруда России № 33н от 24.01.2014 г. (ч. 3 ст. 8, ч. 1 ст. 10, ч. 3 ст. 15 Федерального закона № 426-ФЗ от 28.12.2013 г. «О специальной оценке условий труда»). Согласно оценке напряженности трудового процесса нагрузка на голосовой аппарат (суммарное число часов, наговариваемое в неделю) у педагогов составляет более 25 часов в неделю (подкласс 3.2). Интенсивную речевую нагрузку отметили 45,4 % из числа опрошенных преподавателей вузов [2].

Специфика труда является причиной того, что у педагогов намного чаще, чем у представителей других профессиональных групп, развиваются хронические заболевания ЛОР-органов [4, 5]. Установлено, что распространенность заболеваний глотки и гортани в некоторых профессиональных группах педагогов, имеющих стаж работы более 10 лет, достигает 34 %.

Доказана связь вегетативных расстройств с развитием гиперчувствительности гортани: нарушение адаптационно-трофической функции вегетативной нервной системы является одной из эндогенных причин заболеваний, сопровождающихся патологическими изменениями слизистой оболочки голосовых складок [8, 9]. Таким образом, органы голосового аппарата преподавателя подвергаются комплексному воздействию вредных факторов педагогического труда как органы-мишени. Прогрессирующий рост физиологической стоимости преподавательского труда как меры физиологических затрат и функционального напряжения регуляторных систем организма зафиксирован у контингента из числа педагогов в возрастной категории 45–50 лет [7].

В нормативно-законодательной базе закреплены льготы для педагогических работников. Ежегодный основной удлиненный оплачиваемый отпуск педагогическому составу предоставляется на основании постановления Правительства Российской Федерации № 466 от 14.05.2015 г. «О ежегодных основных удлиненных оплачиваемых отпусках». Приказ Министерства образования и науки РФ № 644 от 31.05.2016 г. «Об утверждении порядка предоставления педагогическим работникам организаций, осуществляющих образовательную деятельность, длительного отпуска сроком до 1 года» актуален для работников, имеющих стаж свыше 10 лет. Право на досрочное назначение трудовой пенсии по старости дает Федеральный закон № 173-ФЗ от 17.12.2001 г. «О трудовых пенсиях в Российской Федерации» (пп. 19 п. 1 ст. 27), а с 1 января 2015 г. – Федеральный закон № 400-ФЗ от 28.12.2014 г. «О страховых пенсиях» (ст. 30), и постановление Правительства Российской Федерации № 781 от 29.10.2002 г.

Профессиональное здоровье преподавателей вуза рассматривается как способность организма сохранять основные параметры соматических и вегетативных функций, обеспечивающих интеллектуальную работоспособность, стабильное состояние центральной нервной системы и минимальную физиологическую стоимость профессиональной деятельности [6]. При этом необходимо принимать во внимание, что анализируемая профессиональная деятельность преподавателей-лингвистов осуществляется на специфическом фоне их общего состояния здоровья.

Для расчета суммарных затрат времени нагрузок различной степени интенсивности на голосовой аппарат преподавателя вуза при различных видах педагогического труда (в аудиторном и внеаудиторном режимах) нами был введен показа-

тель  $T_{voice}$ . К работе, требующей обязательной голосовой нагрузки, относится, прежде всего, учебная работа преподавателя вуза непосредственно со студентами. При этом, по анкетным данным, интенсивная голосовая нагрузка составляет не менее 20,2 ч в неделю (табл. 1).

Внеаудиторная работа преподавателя вуза, требующая голосовой нагрузки различной степени интенсивности, составляет в среднем 6,4 ч в неделю (табл. 2).

Таблица 1

Затраты рабочего времени преподавателя вуза на аудиторную учебную работу в условиях голосовой нагрузки (в часах), выборка данных по [2]

Вид работы	Период		
	день	неделя	год
Лекции	1,0	5,9	236
Консультации	0,4	2,4	96
Отработки пропущенных занятий	0,3	1,8	72
Иная	1,7	10,1	404
Итого	3,4	20,2	808

Таблица 2

Затраты рабочего времени преподавателя вуза на внеаудиторную работу в условиях голосовой нагрузки (в часах), выборка данных по [2]

Вид работы	Период		
	день	неделя	год
Воспитательные мероприятия	0,1	0,8	33,6
Ведение предметно-тематических кружков	0,3	1,8	75,6
Собрания со студентами	0,2	1,4	58,8
Участие в методических советах	0,1	0,7	29,4
Участие в педагогических (ученых) советах	0,2	1,2	50,4
Культмассовые мероприятия	0,1	0,5	21,0
Итого	1,1	6,4	268,8

Суммарные затраты времени на работу в условиях голосовой нагрузки разной степени интенсивности можно представить в виде формулы:

$$T_{voice} = t_1 + t_2,$$

где  $t_1$  – время работы в условиях голосовой нагрузки в аудиторном режиме;  $t_2$  – время работы в условиях голосовой нагрузки во внеаудиторном режиме.

Расчет суммарных затрат времени на работу в условиях нагрузки на голосовой аппарат у преподавателей вузов был выполнен с учетом имеющихся анкетных данных:

$$T_{voice} = t_1 + t_2 = 20,2 + 6,4 = 26,6.$$

Согласно расчету, на работу в условиях голосовой нагрузки различной степени интенсивности у преподавателей вузов приходится не менее 26,6 ч из 36 ч общей недельной нагрузки.

В структуре профессиональных нагрузок преподавателей вуза различают 5 видов аудиторной работы, непосредственно связанных с голосовой нагрузкой: экзамен, зачет, лекция, семинар, консультация. С точки зрения нагрузки на голосовой аппарат преподавателя-лингвиста, наиболее сложной и наиболее типичной формой профессиональной педагогической деятельности является лекция, что служит основой для ее физиолого-эргономической оценки.

При чтении лекции преподаватель выполняет одновременно две функции:

1. Реализует семантическую программу речи в определенной грамматической и акустической форме.

2. Осуществляет контроль качества речевой продукции:

а) контролирует исполнение (соответствие акустических характеристик речи хранящемуся в памяти эталону);

б) отслеживает цель (достижение желаемого воздействия на слушателей) [7].

В лекционном труде главной эргономической характеристикой является слово, которое представляет собой устойчивый звукокомплекс и несет основную смысловую нагрузку [3]. В нейрофизиологии (И.А. Вартамян и др.) принято различать следующие компоненты системы акустической коммуникации человека: 1) звук как начальное звено акустической связи и как физическое явление; 2) слух, включающий рецепторную (воспринимающую) и церебральную (анализирующую) системы; 3) структуры мозга и процессы, связанные с интерпретацией акустического сообщения и организацией эффекторного и управляющего сигнала; 4) поведение, реализуемое в движении: локомоции, фонация, артикуляция, жесты. Лекционная работа требует от преподавателя постоянного внимания, интенсивного анализа потока информации, мнемонических усилий, а также длительной голосовой активности, что достигается взаимодействием анализаторных систем и высших психических функций. Под влиянием потока импульсов от инттеро- и экстерорецепторов и вследствие суммации возбуждения в речевых, двигательных и ассоциативных зонах коры больших полушарий головного мозга возникает фаза повышения возбудимости и нарастания функциональной подвижности. Лекционная работа как нервно-напряженный труд способна увеличивать степень преобладания симпатoadrenalовой системы над парасимпатической. Исходя из экспертных данных и согласно правилам подсчета гигиенических критериев оценки условий труда лекционная деятельность преподавателя вуза относится к 3-й степени 3-го класса нервной напряженности [7].

С точки зрения разработки неинвазивных средств диагностики функциональных состояний работника следует учитывать, что в речевом сигнале содержится специфическая информация о функциональном состоянии говорящего, что может быть использовано при характеристике напряженности труда преподавателя. К признакам, характерным для состояния утомления, относятся: понижение уровня речи; монотонность речи; увеличение длительности пауз между словами и предложениями; уменьшение объема речевой продукции; снижение словарного и стилистического разнообразия; появление эмболофразий («слов-паразитов») и др. Без специальных мер профилактики исследованный комплекс вышеуказанных негативных факторов труда может приводить к перенапряжению органов голосового аппарата, следствием которого являются повышение общей и профессионально обусловленной заболеваемости, снижение производительности труда педагогического работника.

Принимая во внимание тенденции перехода к персонализированной медицине, в качестве превентивной меры необходимо осуществлять донозологическую диагностику [1] для оценки адаптационных возможностей организма конкретного работающего преподавателя-лингвиста. Данный прием позволит производить расчет индивидуального риска развития фониатрических нарушений и выявлять контингенты лиц из числа отдельных категорий педагогических работников, которым показано проведение профилактических оздоровительных мероприятий перед началом, во время или после завершения отдельных этапов профессиональной деятельности. Результаты донозологической диагностики могут служить объективной доказательной базой при обосновании необходимости изменения условий трудового педагогического процесса педагогов-лингвистов.

### Список литературы

1. Апанасенко Г.А. Диагностика индивидуального здоровья // Гигиена и санитария. – 2004. – № 2. – С. 55–58.
2. Иллиев С.П. Социально-гигиенические аспекты профессиональной деятельности педагогов и пути улучшения их здоровья // Образование, охрана труда и здоровье: материалы V Международной заочной научно-практической конференции 28 апреля 2015. – Владикавказ: Профобриздат, 2015. – С. 23–30.
3. Ковшиков В.А., Глухов В.П. Психолингвистика. Теория речевой деятельности. – М.: Высшая школа. – 2007.
4. Орлова О.С., Василенко Ю.С., Захарова А.Ф. Распространенность, причины и особенности нарушений голоса у педагогов // Вестник оториноларингологии. – 2000. – № 5. – С. 18–21.
5. Оценка условий труда в образовательных организациях. Вредность. Компенсации. Льготы // Санэпидсобеседник. – 2016. – Т. 171, № 11. – С. 18–22.
6. Рыжов А.Я. Профилактические аспекты оптимизации труда преподавателей вуза. – Тверь, 2004.
7. Рыжов А.Я. Физиологическая характеристика преподавательского труда и его оптимизация в условиях вуза: монография. – 2-е изд., перераб. и доп. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2009. – С. 9, 14.
8. Юрков А.Ю. Анализ функционального состояния вегетативной нервной системы у больных с различными заболеваниями гортани // Материалы V Петербургского форума оториноларингологов России. – СПб., 2016. – С. 350–351.
9. The Impact of the Reactivity to Stress in Teachers with Voice Problems / C. Gassull, C. Casanova, Q. Botey, M. Amador // Folia PhoniatrLogop. – 2010. – Vol. 62. – P. 35–39.

## Опыт управления профессиональным риском в условиях превышения допустимого уровня шума

**Д.М. Шляпников, Е.М. Власова**

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

В результате проведенных клиничко-лабораторных и эпидемиологических исследований была получена информация о формировании и реализации риска для здоровья, связанного с артериальной гипертензией (АГ) у работников, занятых на подземных горных работах в условиях высокой экспозиции шума. Сформирована программа мероприятий по профилактике АГ. Результаты исследований после проведения профилактической программы, выбранной адекватно механизму развития АГ в исследуемых условиях труда, показали эффект профилактических мер.

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, риск для здоровья, медико-профилактические мероприятия.

Сердечно-сосудистая система здоровых работников устойчива к повреждающему воздействию вредных факторов, встречающихся на производстве. Однако влияние вредных факторов производственного процесса может вызвать развитие функциональных нарушений системы кровообращения, приводящих к артериальной гипертензии. Значимость этой проблемы определяется тем, что в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 302н от 12 апреля 2011 г. «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», заболевания системы кровообращения (в первую очередь артериальная гипертензия (АГ)), даже в стадии компенсации, являются противопоказанием к выполнению подземных работ.

Воздействие вредных производственных факторов может вызывать формирование дополнительных патогенетических звеньев в механизме развития негативных эффектов [1]. Наблюдения свидетельствуют, что при воздействии высоких уровней шума развивается ряд механизмов, лежащих в основе нарушений сердечно-сосудистой системы, которые, среди прочих, включают в себя дислипидемию, наиболее значимыми показателями которой являются повышение уровней общего холестерина (ХС), холестерина липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), а также снижение липидов высокой плотности (ЛПВП) [6]. Дополнительные элементы патогенетического воздействия шума (выше 85 дБА) включают нарушение нейроэндокринной регуляции [3], свободнорадикальное окисление [6]. Оксидативный стресс оказывает вредное воздействие на сосудистую функцию путем интенсификации процесса перекисного окисления липидов (ПОЛ), что приводит к угнетению выработки оксида азота [5] и в конечном итоге к повышению уровня гомоцистеина [4, 6]. Также в результате ПОЛ образуются модифицированные (окис-



ленные) липопротеины, которые вызывают повреждение сосудистого эндотелия. В настоящее время большинством авторов эндотелиальная дисфункция признается основным предиктором сердечно-сосудистых заболеваний [5, 7, 8] и рассматривается как ранний признак сосудистого поражения при артериальной гипертензии.

Формирование профилактических мероприятий, направленных на патогенетические звенья в механизме развития заболевания, позволит снизить риск развития заболевания.

**Целью исследования** являлась оценка эффекта мероприятий по профилактике артериальной гипертензии у работников при выполнении подземных горных работ по критериям риска здоровью с использованием результатов клинико-лабораторных и эпидемиологических исследований.

**Материалы и методы.** Выполняли обследование состояния здоровья 192 работников (все мужчины), разделенных на две группы: группа наблюдения – 139 работников, занятых на выполнении подземных горных работ в условиях превышения гигиенических нормативов шума (основная профессия – машинист горных выемочных машин, средний возраст  $36,6 \pm 1,0$  г., средний стаж работы в подземных условиях  $7,3 \pm 0,9$  г.); группа сравнения – 53 работника, занятых профессиональной деятельностью на поверхности в условиях воздействия шума менее 80 дБА (средний возраст –  $38,2 \pm 2,7$  г., средний стаж –  $5,8 \pm 1,9$  г.). Выполнено анкетирование работников для оценки сопоставимости по распространенности поведенческих факторов риска (в частности, приверженность к факторам табакокурения и вредного употребления алкоголя), оказывающих влияние на развитие заболеваний системы кровообращения (метод – раздаточное анкетирование на рабочем месте).

Выбор показателей для исследования определялся с учетом патогенеза развития заболевания и результатов некоторых исследований по механизму развития [2, 8]. Обследование работников выполняли с применением комплекса клинических методов, позволяющих оценить состояние сердечно-сосудистой системы, выполнялись функциональные исследования (вазомоторная функция эндотелия плечевой артерии в пробе эндотелийзависимой вазодилатации по модифицированной методике D.S. Celermajer et al. (1992), оценка состояния экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий (БЦА) по стандартной методике). Изучались показатели крови, определяемые унифицированными общеклиническими, биохимическими методами и позволяющие оценить: активность оксидантных процессов (содержание малонового диальдегида (МДА) в плазме крови), активность антиоксидантной системы (общая антиоксидантная активность сыворотки крови (АОА)); регуляцию сосудистого тонуса (гомоцистеин сыворотки крови, липопротеин(а) в сыворотке крови); состояние липидного обмена (содержание ОХ, ЛПНП и ЛПВП, индекса атерогенности).

Статистическая обработка результатов производилась с использованием пакета прикладных программ «Статистика 6.0» и Microsoft Excel 2007. Оценку достоверности осуществляли по *t*-критерию Стьюдента. Различия и корреляционные связи считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Оценку степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой выполняли в соответствии с Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» с расчетом показателей относительного риска (*RR*) и этиологической до-

ли ответов (*EF*). Для оценки достоверности полученных данных использовался 95%-ный доверительный интервал (*CI*).

По результатам анализа проведенной на предприятии аттестации рабочих мест по условиям труда работники, занятые на выполнении подземных горных работ, трудятся в условиях экспозиции производственного шума 94 дБА. На рабочих местах работников группы сравнения, по результатам аттестации рабочих мест, уровень шума не превышал 80 дБА. Для работников группы наблюдения с учетом патогенеза установлены начальные проявления развития АГ, обусловленной воспалением сосудов. Между группами работников по факторам табакокурения и употребления алкогольных напитков не установлено статистически достоверных различий ( $p > 0,05$ ).

Результаты обследования подтвердили формирование таких патогенетических звеньев в механизме развития АГ, как дислипидемия, оксидативный стресс, нарушение регуляции сосудистого тонуса и дисфункция эндотелия (табл. 1).

Таблица 1

Результаты клинико-лабораторного исследования показателей, характеризующих механизм развития АГ у лиц, занятых на подземных работах с высоким уровнем шума

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий ( <i>p</i> )
АОА	36,18 ± 1,23	39,88 ± 1,65	< 0,001
МДА, мкмоль/см <sup>3</sup>	3,52 ± 0,13	2,79 ± 0,19	< 0,001
Гидроперекись липидов, мкмоль/дм <sup>3</sup>	393,3 ± 38,1	319,8 ± 35,2	< 0,001
ЛПВП, ммоль/дм <sup>3</sup>	1,18 ± 0,08	1,43 ± 0,10	< 0,0001
Индекс атерогенности	3,72 ± 0,29	2,97 ± 0,28	= 0,001
Активность гомоцистеина мкмоль/дм <sup>3</sup>	7,85 ± 0,42	7,07 ± 0,41	= 0,012
КИМ, мм	0,68 ± 0,02	0,59 ± 0,05	< 0,001

При оценке степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой в соответствии с принципами доказательной медицины установлены характеристики риска для показателей, отражающих механизм развития АГ у обследованных работников (табл. 2).

Таблица 2

Оценка степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой

Показатель	Отношение рисков ( <i>RR</i> )	Доверительный интервал ( <i>CI</i> )	Этиологическая доля ( <i>EF</i> ), %
Индекс атерогенности	1,69	1,32–2,15	40,70
МДА	1,86	1,50–2,31	46,32
АОА	1,82	1,18–2,81	45,06
ЛПВП	1,39	1,15–1,67	33,90
Толщина КИМ	3,38	1,37–4,96	70,45

При отсутствии технических возможностей снижения шумовой экспозиции в качестве мероприятий по управлению риском была предложена программа, направленная на нормализацию выявленных отклонений показателей, отражающих

механизм формирования АГ, с оценкой изменения риска в результате выполнения мероприятий. Программа, разработанная в Центре медицины труда и профпатологии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», включала немедикаментозные методы профилактики в условиях здравпункта (физиотерапия, лечебно-физкультурный комплекс (ЛФК), массаж), направленные на повышение резистентности организма, и курс медикаментозной терапии по определенной схеме с применением антиоксидантной и антигипоксической терапии с целью нормализации выявленных отклонений. Программу выполняли 62 работника, занятых на выполнении подземных горных работ, с выявленными отклонениями показателей, отражающих механизм формирования АГ: все мужчины, средний возраст – 35,94 ± 6,63 г., средний стаж работы 7,23 ± 6,0 г.

В результате профилактических мероприятий у работников наблюдалось: повышение ЛПВП (с 1,181 ± 0,076 до 1,446 ± 0,179 ммоль/дм<sup>3</sup>;  $p < 0,001$ ); снижение индекса атерогенности (с 3,739 ± 0,297 до 2,489 ± 0,051,  $p < 0,001$ ); умеренно выраженная положительная динамика по нормализации содержания уровня гомоцистеина в крови (уменьшение работников с повышенным уровнем гомоцистеина в крови с 21,8 до 12,3 %); снижение доли работников с патологической реакцией плечевой артерии (с 20,0 до 4,76 %); отмечается достоверное улучшение структурного состояния эндотелия сосудов (уменьшение толщины КИМ с 0,679 до 0,619 мм,  $p = 0,041$ ).

Результаты эпидемиологического анализа показали, что у группы машинистов ГВМ после проведения профилактических мероприятий отмечено уменьшение величин причинно-следственных связей изменений показателей, отражающих механизм формирования АГ, с условиями труда: установлено снижение относительного риска и величины этиологической доли вклада условий труда, величина отношения рисков для всех показателей (кроме толщины КИМ) характеризуется как недостоверная – нижняя граница доверительного интервала меньше 1 (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Эпидемиологические показатели причинно-следственных связей отклонения показателей, отражающих механизм формирования АГ, с условиями труда

Показатель	Отношение рисков ( <i>RR</i> )		<i>CI</i>		Этиологическая доля, <i>EF</i> , %	
	до проведения мероприятий	после проведения мероприятий	до проведения мероприятий	после проведения мероприятий	до проведения мероприятий	после проведения мероприятий
Толщина КИМ (увеличение)	3,38	2,13	1,37–4,96	1,28–3,03	70,45	53,03
Холестерин ЛПВП (низкое содержание)	1,39	1,27	1,15–1,67	0,98–1,65	33,90	21,22
Индекс атерогенности (повышенный уровень)	1,69	< 1	1,32–2,15	–	40,70	–
АОА (пониженный уровень)	1,82	1,79	1,18–2,81	0,78–4,08	45,06	44,01
Малоновый диальдегид плазмы, (повышенный уровень)	1,86	1,99	1,50–2,31	0,96–4,10	46,32	49,70

**Выводы.** В результате реализации предложенной медико-профилактической программы, направленной на нормализацию выявленных отклонений показателей, отражающих механизм формирования АГ, установлено снижение риска развития отклонений лабораторных показателей, отражающих механизм формирования АГ.

### 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. – М.: Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
2. Некоторые аспекты патогенеза атеросклероза и факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний / А.А. Куранов, М.С. Балеев, Н.Н. Митрофанова, В.Л. Мельников // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – Т. 10 (часть 6). – С. 1234–1238.
3. Петухов В.А. Эндотелиальная дисфункция: современное состояние вопроса (по материалам симпозиума) // *Хирургия*. – 2008. – № 1. – С. 3–18.
4. Показатели липидного спектра сыворотки крови у работников химического производства / З.Ф. Гимаева, А.Б. Бакиров, Г.Г. Бадамшина, Л.К. Каримова // *Медицинский вестник Башкортостана*. – 2015. – Т. 10, № 4. – С. 44–48.
5. Сучков И.А. Коррекция эндотелиальной дисфункции: современное состояние проблемы (обзор литературы) // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. – 2012. – № 4. – С. 151–157.
6. Шаповалова В.П., Рыжова Т.В., Рыжов В.М. Состояние липидного обмена при воздействии шума и алюминиевой пыли // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2010. – № 7. – С. 8–20.
7. Park S., Lakatta E.G. Role of Inflammation in the Pathogenesis of Arterial Stiffness // *Yonsei Med J*. – 2012. – Vol. 53, № 2. – P. 258–261.
8. Vascular Stiffness and Increased Pulse Pressure in the Aging Cardiovascular System / J. Steppan, V. Barodka, D.E. Berkowitz, D. Nyhan // *Cardiology Research and Practice*. – 2011. – P. 263585.

## Особенности нарушений сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы, ассоциированных с воздействием химических факторов риска алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства

О.Ю. Устинова<sup>1,2</sup>, И.Е. Штина<sup>1</sup>, С.Л. Валина<sup>2</sup>,  
М.А. Землянова<sup>1,2</sup>, К.П. Лужецкий<sup>1,2</sup>, О.А. Маклакова<sup>1,2</sup>,  
С.В. Клейн<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Пермь, Россия

Болезни сердечно-сосудистой и нервной систем занимают первые места в структуре неинфекционной заболеваемости взрослого населения. Учитывая полиэтиологичность данных заболеваний, изучен вклад некоторых химических факторов объектов среды обитания в формирование донозологических изменений со стороны органов сердечно-сосудистой и нервной системы. Подтверждено влияние фенола, марганца и алюминия на функциональное состояние миокарда, сосудов и вегетативную нервную систему населения, проживающего на сельтебной территории в зоне влияния предприятий алюминиевой и целлюлозно-бумажной промышленности.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, нервная система, функциональные изменения, предприятия лесопромышленного комплекса, предприятия по производству алюминия.

Болезни сердечно-сосудистой системы стабильно занимают ведущее место в структуре общей заболеваемости взрослого населения. Одним из факторов риска развития сердечно-сосудистой патологии является влияние химических соединений, оказывающих прямое кардио-, ангиотоксическое действие и не прямое воздействие за счет нарушения вегетативной регуляции [1]. В настоящее время свыше 60,0 % населения страны проживают в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях среды обитания [10]. Одной из промышленно развитых территорий Российской Федерации является Восточная Сибирь, на площадях которой расположены крупные комплексы по производству алюминия и лесопромышленные предприятия. Выявлено что одними из загрязняющих веществ на территориях с размещением данных видов производств являются диАлюминия триоксид, марганец и фенол [2]. Известно, что фенол оказывает прямое кардиотоксическое действие с угнетением процессов возбудимости, проводимости и автоматизма миокарда, в основе которого лежат расстройства ионообмена и энергетического баланса кардиомиоцитов, а фенолиндуцированное снижение активности внутриклеточных транспортных белков на фоне истощения системы антиоксидантной защиты и дисфункции вегетативной регуляции сопровождается развитием нарушений сосудистого тонуса [5, 9, 12].

Металлы, в свою очередь, за счет антихолинэстеразного механизма действия способствуют развитию вегетативных дисфункций на фоне стимуляции парасимпатических структур вегетативной нервной системы, оксидативного стресса и угнетения выработки нейротрансмиттеров [5, 8, 9].

Учитывая патогенетическую направленность воздействия химических веществ техногенного происхождения (фенол, марганец и алюминий), сформулирована **цель исследования** – изучить особенности формирования функциональных нарушений сердечно-сосудистой и нервной систем у взрослого населения, проживающего в зоне сочетанного негативного влияния предприятий целлюлозно-бумажного и алюминиевого производств.

**Материалы и методы.** Гигиеническая оценка качества объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы) на изучаемых территориях проводилась по данным мониторинговых наблюдений (2014–2016 гг.) и натурных исследований, проведенных территориальным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии». Оценку и выделение приоритетных факторов риска неканцерогенных эффектов выполняли по методологии оценки риска в соответствии с руководством 2.1.10.1920-04. Расчет индекса опасности (*HI*) для критических органов и систем проводили с учетом каждого из путей поступления и аддитивного эффекта действия химических веществ при их комбинированном поступлении (отдел биохимических и цитогенетических методов исследования ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; зав. отделом – д-р мед. наук М.А. Землянова). Оценка заболеваемости населения на популяционном уровне выполнялась по данным территориального ФОМС за период 2012–2015 гг. (отдел социально-гигиенического мониторинга ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; зав. отделом – канд. мед. наук С.В. Клейн). Группу наблюдения составили 90 человек в возрасте 20–45 лет (средний возраст  $37,2 \pm 2,2$  г.), проживавших в крупном промышленном центре с размещением завода по производству алюминия и целлюлозно-бумажного комбината. Группу сравнения составили 42 жителя поселка городского типа (средний возраст  $36,8 \pm 2,4$  г.,  $p = 0,68$ ). Обе группы были сопоставимы по гендерному признаку. Было проведено медико-социологическое анкетирование и общеклинический осмотр. Для оценки функционального состояния органов сердечно-сосудистой и нервной систем обеим группам обследованных были осуществлены следующие исследования: электрокардиография, кардиоинтервалография (с определением исходного вегетативного тонуса и вегетативной реактивности) и ультразвуковое исследование эндотелийзависимой вазодилатации. Химико-аналитические исследования биосред на содержание загрязняющих веществ (кровь: алюминий, марганец, фенол) осуществляли в соответствии с действующими методическими указаниями. Все проведенные исследования выполнены с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1975 г. с доп. 1983 г.), и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP). Оценка различий между группами выполнялась с помощью критерия *U* Манна–Уитни. Различия считали статистически достоверными при  $p\text{-value} \leq 0,05$ . При обнаружении статистически достоверных различий между переменными для оценки тесноты и направления связи применяли коэффициенты связи для номинальных шкал – Фи-коэффициент для таблиц сопряженности  $2 \times 2$  [13].

**Результаты.** Результаты исследования объектов среды обитания селитебной территории в зоне влияния предприятий алюминиевой и целлюлозно-бумажной промышленности показали неудовлетворительное качество атмосферного воздуха территории наблюдения по содержанию фенола (до 4,8 ПДК<sub>сс</sub>), а также постоянное присутствие в пределах 1 ПДК<sub>сс</sub> марганца и алюминия. В питьевой воде ЦХПВ установлено присутствие марганца в пределах 1 ПДК. На территории сравнения качество атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы полностью соответствовало гигиеническим нормативам.

Оценка риска развития у населения территории наблюдения заболеваний сердечно-сосудистой системы при комплексном и комбинированном поступлении изучаемых химических веществ показала, что величины суммарных индексов опасности соответствуют уровню неприемлемого риска со стороны сердечно-сосудистой системы ( $TNI = 2,09$ ). Приоритетными факторами риска развития неканцерогенных эффектов являлись: для сердечно-сосудистой системы – фенол (76,6 %); для нервной системы – марганец (52,6 %), алюминий (17,3 %), фенол (15,6 %). Оценка неканцерогенного риска на территории сравнения свидетельствовала об отсутствии недопустимого риска развития патологии со стороны изучаемых систем, связанной с изучаемыми факторами.

В результате химико-аналитических исследований установлено, что содержание в крови пациентов группы наблюдения алюминия, марганца и фенола в 1,4–2,4 раза превышало аналогичные показатели группы сравнения ( $p = 0,0001–0,041$ ) и в 1,2–4,0 раза – референтный уровень, количество проб крови с повышенным содержанием загрязняющих веществ достигало от 24,4 % (алюминий) до 91,3 % (марганец).

Частота регистрации сердечно-сосудистых заболеваний в сравниваемых группах не имела статистически значимых различий ( $p = 0,97$ ), в структуре патологии органов кровообращения в обеих группах более чем у 2/3 населения диагностирована артериальная гипертензия (МКБ-10: I10-I15) (75–100 %;  $p = 0,35$ ).

При анализе данных ЭКГ выявлено, что в группе наблюдения нарушения ритма в виде синусовой брадикардии и миграции водителя ритма регистрировались у каждого пятого обследованного (18,5 %), в то время как в группе сравнения такие нарушения встречались в 2,8 раза реже (6,7 %) ( $p = 0,03$ ). Выявлена прямая связь развития нарушений процессов проводимости в миокарде – с концентрацией в крови фенола ( $R^2 = 0,37$ ;  $F = 111,43$ ;  $p = 0,03$ ).

В ходе исследования эндотелийзависимой вазодилатации у пациентов группы наблюдения установлены более низкие значения прироста диаметра и коэффициента чувствительности артерий ( $p = 0,03–0,04$ ). Относительный прирост диаметра плечевой артерии у группы наблюдения составил  $12,11 \pm 2,01$  %, против  $17,6 \pm 2,95$  % в группе сравнения ( $p = 0,03$ ). Коэффициент чувствительности плечевой артерии также имел межгрупповое достоверное различие ( $0,147 \pm 0,03$  и  $0,167 \pm 0,05$ ,  $p = 0,04$ ). Полученные результаты свидетельствуют о наличии ранней доклинической стадии формирования изменений сосудов. Установлена прямая связь снижения прироста диаметра плечевой артерии и коэффициента чувствительности артерий – с концентрацией в крови фенола ( $R^2 = 0,22–0,31$ ;  $29,88 \leq F \leq 91,63$ ;  $p = 0,02–0,04$ ). Полученные результаты подтверждают данные литературы.

Болезни нервной системы выявлены у 2/3 пациентов группы наблюдения и были одним из приоритетных видов патологии (70,0 % обследованных), кроме этого регистрировались в 1,4 раза чаще, чем в группе сравнения (50,0 %,  $p = 0,04$ ).

Основной нозологической формой данной патологии в группе наблюдения (100 % пациентов) являлась вегетососудистая дистония. Выявлена прямая достоверная связь развития заболеваний нервной системы с концентрацией марганца и алюминия в крови ( $R^2 = 0,52-0,85$ ;  $141,67 \leq F \leq 714,33$ ;  $p = 0,03-0,05$ ), а также с концентрацией данных химических веществ (алюминия, марганца, свинца и фенола) в крови ( $R^2 = 0,52-0,85$ ;  $141,67 \leq F \leq 714,33$ ;  $p < 0,05$ ).

По данным проведенной кардиоинтервалографии установлено, что только у 37 % обследованных группы наблюдения выявлен физиологический эйтонический вариант исходного вегетативного тонуса, в то время как в группе сравнения он регистрировался в 1,6 раза чаще – у 60,0 % ( $p = 0,04$ ). В то же время ваготонический и гиперсимпатико-тонический варианты, свидетельствующие о перенапряжении вегетативной регуляции, были установлены у половины обследованных группы наблюдения, что в 2,5 раза чаще относительно группы сравнения (51,8 против 20,0 %,  $p = 0,02$ ). Установлена обратная связь частоты регистрации эйтонического варианта исходного вегетативного тонуса с концентрацией в крови марганца и алюминия ( $R^2 = 0,41-0,54$ ;  $83,32 \leq F \leq 147,24$ ;  $p = 0,03-0,04$ ). Сравнительный анализ показателей активности гуморально-метаболического (*Mo*) и симпатического (*AMo*) звеньев вегетативной регуляции не выявил значимых различий ( $p = 0,53-0,80$ ), однако активность парасимпатического звена (*Dx*) в группе наблюдения в 1,5 раза превышала показатель группы сравнения ( $0,37 \pm 0,09$  и  $0,25 \pm 0,1$  соответственно,  $p = 0,05$ ), а интегральный показатель – индекс напряжения ( $ИН_1$ ), характеризующий состояние центрального контура регуляции и чувствительный к усилению тонуса симпатической нервной системы, был в 1,4 раза ниже ( $90,7 \pm 29,4$  и  $124,3 \pm 30,6$  усл. ед. соответственно,  $p = 0,04$ ).

В ходе клино-ортостатической пробы установлено, что симпатико-тонический вариант вегетативной реактивности регистрировался в группе наблюдения в 1,5 раза реже (49,3 против 74,0 % соответственно,  $p = 0,04$ ), а менее благоприятный – гиперсимпатико-тонический – выявлялся в 1,6 раза чаще (25,9 и 16,0 % соответственно,  $p = 0,05$ ). Асимпатико-тонический тип реактивности, свидетельствующий об отсутствии ожидаемого напряжения адаптационно-компенсаторных механизмов, в группе наблюдения имел место у каждого четвертого обследованного, что в 2,5 раза чаще, чем в группе сравнения (24,8 и 10,0 % соответственно,  $p = 0,05$ ).

Установлена обратная связь частоты регистрации симпатико-тонического варианта вегетативной реактивности с концентрацией в крови марганца и алюминия ( $R^2 = 0,28-0,46$ ;  $16,28 \leq F \leq 91,38$ ;  $p = 0,02-0,04$ ). Полученные результаты свидетельствуют о перенапряжении и истощении механизмов вегетативной регуляции у половины обследованных пациентов группы наблюдения, что в сочетании с нарушениями эндотелийзависимой вазодилатации формирует предпосылки для более раннего развития и быстрого прогрессирования сердечно-сосудистой патологии.

По результатам проведенного комплекса санитарно-гигиенических и функциональных исследований населения, проживающего на территории в зоне влияния предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства, можно сделать следующие **выводы**:

1. У взрослого населения, проживающего на селитебных территориях, находящихся в зоне сочетанного влияния предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного профиля, формируется неприемлемый риск развития заболеваний органов сердечно-сосудистой и нервной систем.



2. Содержание фенола, марганца, алюминия в крови населения, проживающего в зоне влияния производств алюминиевого и целлюлозно-бумажного профиля, в 1,4–2,4 раза превышает аналогичные показатели населения, проживающего на территории относительного санитарно-гигиенического благополучия.

3. Хроническое присутствие фенола в биосредах приводит к нарушению процессов проводимости в миокарде и функциональным сосудистым изменениям.

4. В результате хронического воздействия алюминия и марганца происходит формирование нефизиологического ваготонического или гиперсимпатического исходного вегетативного тонуса.

### Список литературы

1. Байдина А.С. Гигиеническая оценка воздействия ароматических углеводов производственной среды на развитие метаболического синдрома – предиктора кардиоваскулярной патологии у работников нефтедобывающего предприятия: автореф. ... дис. канд. техн. наук. – Пермь, 2013. – 26 с.

2. Винокуров М.А., Суходолов А.П. Города Иркутской области. – Иркутск: Изд-во БГУ, 2010. – 344 с.

3. Воздействие взвешенных частиц на здоровье. Значение для разработки политики в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. – ВОЗ. Европейское региональное бюро, 2013. – 15 с.

4. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания / под ред. Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.

5. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Аминова А.И. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания: руководство / под ред. Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.

6. Измерение массовых концентраций химических соединений в биологических средах: сборник методических указаний по методам контроля. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. – С. 19–20.

7. Клиническое руководство по лабораторным тестам / под ред. проф. Норберта У. Тица; пер. с англ. под ред. В.В. Меньшикова. – М.: ЮНИМЕД-пресс, 2003. – 960 с.

8. Методика измерений массовых концентраций алюминия в биологических средах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: СТО М25–2016. – Пермь, 2016. – 21 с.

9. Научно-методические аспекты обеспечения гигиенической безопасности населения в условиях воздействия химических факторов / Г.Г. Онищенко, Ю.А. Рахманин, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова [и др.]. – М.: МИГ «Медицинская книга», 2004. – 368 с.

10. 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.

11. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2015 году: Государственный доклад. – Иркутск: Изд-во «Время странствий», 2016. – 316 с.

12. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических элементов. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.

13. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. – М.: Статистика, 1977. – 356 с.

## **Опыт реализации программы профилактики артериальной гипертензии у работников, занятых на выполнении подземных горных работ**

**Д.М. Шляпников<sup>1</sup>, В.Б. Алексеев<sup>1,2</sup>, Е.М. Власова<sup>1</sup>, Т.М. Лебедева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера», г. Пермь, Россия

Среди потенциальных факторов риска в аспекте негативного воздействия на систему кровообращения работников, занятых на подземных горных работах, рассматривают шум, вибрацию, тяжесть трудового процесса, микроклимат и различные химические вещества, присутствующие в воздухе рабочей зоны. По результатам обследования работников, занятых на выполнении подземных горных работ, был определен перечень вероятных нарушений здоровья от воздействия производственных факторов, выделены ранние диагностические признаки состояний, предикторных для развития артериальной гипертензии. Представлены результаты предложенной программы первичной профилактики заболевания. У работников, принимавших участие в программе, установлено улучшение метаболических процессов, функции сосудистого эндотелия, обеспечивающего сосудистую регуляцию и снижение степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой до 1,4 раза.

**Ключевые слова:** профессиональный риск, программа профилактики, снижение риска.

Согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», на 100 % рабочих мест машинистов ГВМ условия труда оцениваются как вредные. Имеет место комбинированный характер воздействия производственных факторов. Основными производственными факторами, воздействующими на работников, определяя структуру риска, являются: пыль сильвинита, шум, тяжесть трудового процесса, работа в подземных условиях.

На рабочих местах уровень шума достигает 83–94 дБА, что на 3–14 дБА превышает предельно допустимый. Концентрация сильвинита превышает ПДК в 11,4–12,3 раза.

Комплекс вредных производственных факторов и условий труда, присущих работникам, занятым на выполнении подземных горных работ, формирует высокий риск развития патологии сердечно-сосудистой системы и прежде всего – артериальной гипертензии.

Актуальность рассматриваемого вопроса состоит в том, что заболевания сердечно-сосудистой системы даже в стадии компенсации являются противопоказанием к выполнению подземных работ.

По результатам обследования работников, занятых на выполнении подземных горных работ, был определен перечень вероятных нарушений здоровья от воздействия производственных факторов, выделены ранние диагностические признаки состояний, предикторных для развития заболевания АГ:

- ◆ повышенный индекс атерогенности ( $RR = 1,69$ ;  $95\% CI = 1,32-2,15$ ); этиологическая доля ( $EF = 40,70\%$ ), степень связи нарушений здоровья с работой средняя;

- ◆ пониженное содержание липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) ( $RR = 1,39$ ;  $95\% CI = 1,15-1,67$ );

- ◆ повышенное содержание глюкозы в крови ( $RR = 4,02$ ;  $95\% CI = 1,67-9,68$ ), степень связи нарушений здоровья – очень высокая ( $EF = 75,09\%$ );

- ◆ увеличение толщины комплекса интима-медиа (ТКИМ) ( $RR = 3,38$ ), этиологическая доля ( $EF = 70,45\%$ ).

- ◆ наличие эндотелиальной дисфункции у стажированных работников (после 5 лет работы, ежегодный темп снижения функции эндотелия выше естественного и достигает  $0,62\%$  в год);

- ◆ повышение содержания гомоцистеина в сыворотке крови ( $67,8 \pm 108,8$  мкмоль/см<sup>3</sup>), избыточное содержание которого оказывает повреждающее действие на стенку сосудов.

На основании полученных результатов работникам с выявленными нарушениями состояния здоровья была предложена программа первичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

Программа включала:

- ◆ рекомендации по лечебно-профилактическому питанию, физической нагрузке, по образу жизни;

- ◆ курсовой прием антиоксидантной и антигипоксической терапии – 14-дневный курс «Витрум-антиоксидант» по 1 таблетке утром и кардионат, 500 мг, утром.

Работникам, отнесенным к группам умеренного, высокого и очень высокого кардиориска (по шкале SCORE) была рекомендована липидоснижающая терапия (статины).

Для изучения эффективности программы профилактики АГ были сформированы две группы работников:

- *основная группа* – группа наблюдения – работники, у которых были определены диагностические маркеры состояний, предикторных для развития АГ, и которые в течение года выполняли медико-профилактические предписания – 62 человека, находящихся под влиянием производственных факторов, характерных для подземных работ (100 % мужчины), средний возраст –  $35,94 \pm 6,63$  г., средний стаж работы  $7,23 \pm 6,0$  г.

- *контрольная группа* – группа сравнения – работники, у которых были определены диагностические маркеры состояний, предикторных для развития АГ,

и которые в течение года не выполняли медико-профилактические предписания – 87 человек, находящихся под влиянием производственных факторов, характерных для подземных работ (100 % мужчины), средний возраст –  $36,34 \pm 6,36$  г., средний стаж работы  $8,20 \pm 5,54$  г.

Методом раздаточного анкетирования было проведено социологическое исследование распространенности поведенческих и социальных факторов риска среди работников. Анкета содержала несколько условно-смысловых блоков с вопросами, позволяющими оценить характер распространенности поведенческих факторов риска, в частности приверженность к табакокурению и чрезмерному употреблению алкоголя. Статистически достоверных различий в распространенности поведенческих и социальных факторов риска в обследованных группах не обнаружено ( $p \geq 0,05$ ).

Уровень образования и уровень дохода респондентов позволяет оценить социально-экономическое положение в обеих группах как среднее.

При оценке биохимических показателей крови, характеризующих наличие кардиориска и нарушений функции сосудистого эндотелия, обеспечивающего сосудистую регуляцию, установлено, что у работников, которым были проведены профилактические мероприятия, наблюдается:

- снижение уровня общего холестерина ( $p = 0,043$ );
- повышение антиатерогенных (защитных) фракций холестерина – ЛПВП ( $p = 0,000$ );
- снижение индекса атерогенности ( $p = 0,000$ );
- снижение уровня глюкозы ( $p = 0,037$ );
- снижение уровня СРБ ( $p = 0,028$ ).

Наблюдалась положительная тенденция в изменении биохимических маркеров, характеризующих функцию сосудистого эндотелия. Доля работников с повышенным содержанием в сыворотке крови гомоцистеина снизилась с 22 до 12 %. Доля работников с повышенным содержанием оксида азота в сыворотке крови снизилась с 14 до 9 %.

При исследовании функции эндотелия получены позитивные результаты – снижение доли работников с патологической реакцией плечевой артерии с 20 до 5 %. Вариационный размах показателя прироста диаметра плечевой артерии снизился с 27 до 18 %.

Достоверное улучшение структурного состояния эндотелия сосудов подтверждает сравнительный анализ толщины комплекса интима-медиа – уменьшение показателя после проведенного лечения на 9,1 % от исходного уровня ( $p = 0,041$ ).

Анализ динамики показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности выявил, что в основной группе случаев нетрудоспособности по причине болезней кровообращения в 2014 г. после реализации программы профилактики не было.

В контрольной группе, среди работников, не реализовавших профилактическую программу за год, зафиксирован более чем двукратный прирост случаев нетрудоспособности и трехкратный прирост дней нетрудоспособности по причине болезней органов кровообращения.

Для прогнозирования риска развития производственно-обусловленных заболеваний применялось математическое моделирование зависимости «экспозиция –

стаж – ответ» с оценкой параметров зависимостей от уровня экспозиции производственного фактора и стажа работы.

При существующих уровнях воздействия производственных факторов для исследуемой группы моделирование зависимости «экспозиция – эффект (ответ) – стаж» позволило определить изменение интегрального риска развития заболеваний при проведении медико-профилактических мероприятий. После проведения профилактических мероприятий риск развития заболевания снижается в 3,1 раза.

**Выводы.** Таким образом, применение мероприятий первичной профилактики производственно-обусловленной патологии органов кровообращения, направленных на нормализацию биохимических, иммунологических, функциональных показателей, маркирующих состояния, предикторные развитию артериальной гипертензии, способствует снижению производственно-обусловленной заболеваемости работников, занятых на выполнении подземных горных работ и уменьшает интегральный риск ее развития.

## **Учет особенностей восприятия работниками организации информации о рисках здоровью и построение эффективной системы риск-коммуникации**

**Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг, Д.М. Шляпников**

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

Выполнена оценка характеристики уровня информированности и особенностей восприятия работниками промышленных предприятий химической промышленности Пермского края профессиональных рисков для здоровья. Результаты опроса указывают на системные погрешности в информировании работников о рисках для здоровья. Большинство работников признают недостаточность поступающей информации со стороны предприятий, однако сами не проявляют инициативы в поиске дополнительных сведений. Пассивность действий работников при поиске дополнительных сведений о существующих рисках здоровью совместно с неразвитостью системы распространения информации о рисках на предприятиях являются значимыми детерминантами неадекватного восприятия работниками сообщений о профессиональных рисках. Предложены принципы построения эффективной системы риск-коммуникации, обеспечивающей полноту предоставляемой информации, а главное – ее понимание и принятие самими работниками.

**Ключевые слова:** профессиональный риск, риск-коммуникация, информированность о риске

Риски развития заболеваний, связанных с работой, изучаются преимущественно в рамках гигиенических исследований. В частности, широко освещаются особенности влияния производственных факторов на здоровье работников, занятых

во вредных условиях труда. При этом исследований, посвященных анализу особенностей восприятия работниками данных факторов и формируемых ими рисков, а также изучению информированности работников о профессиональных рисках здоровью, крайне мало. Хотя понимание и учет специфики восприятия рисков неспециалистами при построении системы информирования работников о рисках повреждения здоровья является условием эффективности политики в области управления рисками и здоровьем на предприятии.

Субъектами распространения информации о профессиональном риске является работодатель, а также государственные органы и общественные организации. Право работника на получение от них достоверной информации о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов закреплено в ст. 219 Трудового кодекса РФ [1].

Однако актуальной тенденцией практического применения концепции анализа профессиональных рисков становится переосмысление роли работника на всех этапах процесса, особенно – при распространении информации о риске. Сегодня все чаще говорится не об информировании, а о коммуникации риска здоровью (risk communication) – процессе взаимного обмена информацией о риске между специалистами по оценке риска, администрацией предприятий, органами власти и рядовыми работниками, в ходе которого каждый имеет право открыто высказывать собственное мнение по поводу уровня и способов снижения рисков здоровью [2]. То есть работник начинает восприниматься не только как реципиент информации, но и как активный участник дискуссии о риске. А целью распространения информации о риске становится не повышение уровня информированности неспециалистов, а нахождение консенсуса по поводу решений, действий или политики, направленной на управление или контроль рисков [3].

В условиях промышленного предприятия, когда здоровье работника подвергается постоянному воздействию со стороны разнородных факторов производственной среды, есть вероятность производственного травматизма, внедрение диалоговой модели коммуникации риска способно существенно повысить эффективность мероприятий по управлению здоровьем сотрудников. Однако переход от линейной модели информирования о риске к двунаправленной риск-коммуникации должен быть предварен тщательным анализом особенностей восприятия рисков здоровью работниками промышленных предприятий и оценкой их готовности к диалогу по поводу риска.

**Целью работы** являлась характеристика уровня информированности и особенностей восприятия работниками промышленных предприятий, занятыми во вредных условиях труда, профессиональных рисков для здоровья.

**Материалы и методы.** Использовались результаты социологического опроса (метод – раздаточное анкетирование на рабочем месте) 477 работников трех крупных предприятий химической промышленности Пермского края. Опрос проводился с использованием формализованного инструментария в 2014 и 2015 г.

Информированность обследованных работников о профессиональном риске, отражающая степень восприятия и осознания угроз здоровью, связанных с условиями труда, носит неполный характер. Источники сведений относительно имеющих профессиональных рисков в значительном числе случаев не имеют объективной основы: почти 40 % опрошенных указали, что не знакомы с результатами

специальной оценки условий труда (аттестации) своего рабочего места. Об этом же свидетельствует и то, что каждый пятый работник, который якобы знаком с результатами этой процедуры, не знает ни о выявленном классе условий труда, ни о необходимых средствах индивидуальной защиты, ни о положенных ему гарантиях и компенсациях. Более половины опрошенных не смогли вспомнить, когда в последний раз их информировали о профессиональных рисках здоровью, и лишь 15 % отметили, что это было в течение последнего полугодия, еще треть получали информацию в течение года.

В условиях деятельности предприятий функционируют частные каналы распространения информации о рисках здоровью работающих граждан, хотя ни один из них не играет доминирующей роли с точки зрения охвата работников. Лидирующее положение в части информирования об условиях труда занимают сотрудники служб охраны труда (этот источник указали 38 % респондентов), медицинские работники фельдшерского пункта или медицинского кабинета на предприятиях (35 %), а также непосредственные руководители опрошенных сотрудников предприятий (22 %).

При этом проблема сохранения и укрепления здоровья, безопасности на рабочем месте имеет высокую степень актуализации в сознании работников. Две трети опрошенных указали, что регулярно обсуждают этот вопрос с коллегами (42 % – периодически, 21 % – довольно часто). Профессиональный риск рассматривается в качестве одной из важнейших опций при выборе настоящего места работы (среднее значение значимости составило 2,5 пункта по трехбалльной шкале) наряду с оплатой труда (2,5), защищенностью рабочего места от увольнения (2,6), предоставляемым набором льгот и гарантий, связанных с условиями труда (2,6).

Большинство работников (69 %) признают недостаточность поступающей информации со стороны предприятий, однако сами не проявляют инициативы в поиске дополнительных сведений. Подобное несоответствие декларируемых установок и реального поведения работников объясняется не только их пассивностью, но и отсутствием представлений о возможных каналах и источниках трансляции необходимой информации. Так, свыше половины сотрудников (63,8 %) не знают к кому на предприятии можно обратиться за информацией о профессиональных рисках.

Пассивность действий работников при поиске дополнительных сведений о существующих рисках здоровью совместно с неразвитостью системы распространения информации о рисках на предприятиях являются значимыми детерминантами неадекватного восприятия работниками сообщений о профессиональных рисках.

Несмотря на то что опрос проводился на рабочих местах, имеющих 3-й класс опасности (вредные условия труда) по данным аттестации рабочих мест, адекватно оценивают негативное влияние производственных факторов немногим более половины опрошенных (54 %). Треть работников считают профессиональные риски несущественными, каждый десятый респондент либо отрицает наличие вредных/опасных условий труда, либо затрудняется дать характеристику своего рабочего места. Каждый второй опрошенный работник считает уровень риска профессиональных заболеваний, который существует на его рабочем месте, приемлемым. Противоположного мнения придерживаются не более 7 % респондентов.

Результаты социологического опроса указывают на системные погрешности в информировании работников о рисках для здоровья, что затрудняет построение эффективной модели коммуникации риска, удовлетворяющей интересы всех сторон и работающей на сохранение и укрепление здоровья сотрудников.

Построение эффективной системы риск-коммуникации, обеспечивающей полноту предоставляемой информации, а главное ее понимание и принятие самими работниками, будет результативным только при условии соблюдения следующих принципов:

- систематическое повышение квалификации специалистов, ответственных за систему информирования на предприятии (отдел охраны труда, профсоюзные работники, начальники цехов), их постоянное взаимодействие с медицинскими работниками (внутри предприятия) и с внешними источниками информации (специалистами в области оценки профессиональных рисков);

- системная организация имеющихся на предприятии каналов информирования (доска объявления, распространение листовок, брошюр, информационных статей, в том числе и на интернет-ресурсах предприятий, газет, лекционных мероприятий, внедрение промежуточных и итоговых тестов – срезов знаний по проблеме и т.д.);

- работа по схеме: разработка стратегии информирования о рисках, определение критериев эффективности стратегии → внедрение → контроль эффективности стратегии → корректировка стратегии и ее внедрение или замена стратегии.

Разработка информационных мероприятий должна учитывать полный спектр факторов, способствующих неадекватному восприятию сведений целевой аудиторией. Требуется адаптация содержания и формы подачи информации к интересам, потребностям и другим характеристикам группы. Работникам должна передаваться информация в зависимости от уровня их квалификации и профессионального образования с последующим разбором сложных и непонятных моментов.

### Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации № 197-ФЗ от 30.12.2001 г. (ред. от 05.10.2015). – М., 2015.
2. Biocca M. Risk Communication and the Precautionary Principle // *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. – 2004. – № 17 (1). – P. 197–201.
3. Covello V.T. Risk Communication and Message Mapping: A New Tool for Communicating Effectively in Public Health Emergencies and Disasters // *Journal of Emergency Management*. – 2006. – № 4 (3). – P. 25–40.



## К вопросу количественной оценки профессионального риска здоровью работающих в условиях воздействия шума, превышающего ПДУ

Д.М. Шляпников, П.З. Шур

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

Выполнена количественная оценка профессионального риска здоровью работающих в условиях труда, характеризующихся воздействием шума, превышающего предельно допустимый уровень. Оценка профессионального риска здоровью работающих выполнена в отношении профессиональных заболеваний и заболеваний, связанных с работой. Для установления заболеваний, связанных с работой, выполнена оценка причинно-следственных связей, характеризующих зависимость нарушений здоровья работающих с производственной экспозицией. Профессиональный риск у работников, обусловленный нейросенсорной тугоухостью составил  $6 \cdot 10^{-3}$ . Профессиональный риск здоровью, обусловленный заболеваниями дыхательной системы, установленных как заболевания, связанные с работой, у работников составил  $4,8 \cdot 10^{-2}$ . Полученные значения профессионального риска характеризуются как неприемлемые для профессиональных групп, что определяет необходимость проведения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию риска здоровью работающих.

**Ключевые слова:** профессиональный риск, количественная оценка риска, производственный шум.

В настоящее время профессиональный риск определяется как вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов [7]. Вредные факторы производственной среды могут являться причиной не только профессиональных заболеваний, но и быть патогенетическим механизмом развития и прогрессирования общих заболеваний, не относящихся к профессиональным.

Определение профессионального риска здоровью работающих выполняется с целью подтверждения приемлемого риска здоровью работающих, а также обоснования комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих. Согласно требованиям п. 3.2.6 СанПиН «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» в случае превышения уровня шума на рабочем месте выше 80 дБА работодатель обязан провести оценку риска здоровью работающих и подтвердить приемлемый риск здоровью работающих. При этом риск определяется как «сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба».

Данными, используемыми при количественной оценке профессионального риска здоровью работающих, является информация о случаях профессиональных заболеваний и профессионально обусловленных заболеваний (болезней, связанных с работой), ассоциируемых с экспозицией шумового фактора, превышающего ПДУ.

Список профессиональных заболеваний, связанных с воздействием производственного шума, определяется приказом Министерства здравоохранения РФ:

шумовые эффекты внутреннего уха (код МКБ-10:Н83.3, нейросенсорная тугоухость двусторонняя (код МКБ-10:Н90.6).

Профессионально обусловленные заболевания (болезни, связанные с работой), ассоциируемые с экспозицией шумового фактора, превышающего предельно допустимый уровень (ПДУ), определяются по результатам эпидемиологических исследований с оценкой степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой. Системами-мишенями организма для действия шума являются система кровообращения, нервная система.

Перечень профессиональных и вероятных профессионально обусловленных заболеваний, связанных с экспозицией шума при уровне выше ПДУ, представлен в таблице.

Список профессиональных и вероятных профессионально обусловленных заболеваний, связанных с экспозицией шума при уровне выше ПДУ

Заболевание	Код по МКБ-10
<b>Профессиональные заболевания</b>	
– шумовые эффекты внутреннего уха	Н83.3
– нейросенсорная тугоухость двусторонняя	Н90.6
<b>Вероятные профессионально обусловленные заболевания:</b>	
– болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением [2, 3]	П0–П5
– другие расстройства вегетативной [автономной] нервной системы [4]	G90.8
– синдром «гистаминовой» головной боли [5]	G44.0
– мигрень [6, 7, 8]	G43

Выполнена количественная оценка профессионального риска на примере работников предприятия по добыче калийной руды, занятых на выполнении подземных горных работ (профессия – машинист горных выемочных машин). Общее количество работников составило 1063 человека. Условия труда работников характеризуются уровнем шума, превышающим ПДУ: на рабочих местах машинистов ГВМ уровень шума достигает 93–94 дБА (класс условий труда по фактору «производственный шум»: 3.2).

Количественная оценка риска профессиональных заболеваний ( $R_{ПЗ}$ ) выполнялась для контингента работающих со стажем работы не менее 5 лет в условиях шума, превышающего ПДУ, по формуле

$$R_{ПЗ} = p_{ПЗ} G, \quad (1)$$

где  $p_{ПЗ}$  – вероятность развития профессионального заболевания у исследуемого контингента работающих в течение трудового стажа;  $G$  – тяжесть профессионального заболевания.

Вероятность развития профессионального заболевания рассчитывалась как отношение среднего количества установленных профессиональных заболеваний в год у работников к общему количеству работников с последующим умножением полученного значения на период трудового стажа (лет): для работников, занятых на подземных работах, такой период составляет 10 лет (дает право на пенсию по возрасту (по старости) на льготных условиях).

В качестве коэффициентов тяжести профессиональных болезней принимается рекомендованная Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), рассчитанная на основе потери лет трудоспособности величина 0,3 [2].

За период 6 лет (2010–2015 гг.) приоритетным профессиональным заболеванием является нейросенсорная тугоухость двусторонняя (код МКБ-10: Н90.6). Из 1063 работников диагноз профессионального заболевания был установлен у 18 человек. Вероятность развития нейросенсорной тугоухости составила 0,02. С учетом тяжести заболевания профессиональный риск составил  $6 \cdot 10^{-3}$ .

Выполнение количественной оценки риска, обусловленного болезнями, связанными с работой (профессионально обусловленные заболевания), ассоциируемых с экспозицией шумового фактора, начинается с проведения оценки степени причинно-следственной связи заболеваний с работой по данным эпидемиологических исследований, выполненных в соответствии с Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» с расчетом показателей относительного риска ( $RR$ ) и доверительного интервала 95 % ( $CI$ ), а также этиологической доли ответов, обусловленной воздействием фактора профессионального риска ( $EF$ ). Заболевание считается профессионально обусловленным, если нижняя граница доверительного интервала ( $CI$ ) отношения рисков ( $RR$ ) выше величины 1,5, а этиологическая доля вклада условий труда в развитие заболевания ( $EF$ ) составляет 33 % и более. Количественная оценка риска выполняется только для заболеваний, профессиональная обусловленность которых доказана по результатам эпидемиологических исследований.

Для оценки степени причинно-следственной связи заболеваний с работой из общей численности машинистов ГВМ была сформирована группа работников: 139 человек, средний возраст  $36,6 \pm 1,0$  г., средний стаж работы в подземных условиях  $7,3 \pm 0,9$  г.

В качестве группы сравнения для установления связи нарушений здоровья с работой у машинистов ГВМ выбраны работники, занятые профессиональной деятельностью на поверхности (53 работника, средний возраст –  $38,2 \pm 2,7$  г., средний стаж –  $5,8 \pm 1,9$  г.). Условия труда работников группы сравнения по результатам специальной оценки условий труда (аттестации рабочих мест) по фактору «производственный шум» отнесены к допустимым – класс условий труда 2.

По результатам оценки степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой профессиональная обусловленность установлена для заболеваний дыхательной системы ( $RR = 2,60$ , 95 %  $CI = 1,48–4,57$ ,  $EF = 61,51$  %). Для оценки тяжести указанных заболеваний использовалась верхняя граница интервала показателей для заболевания, травмы и отравления средней тяжести – 0,078 [6].

Количественная оценка риска заболеваний, связанных с работой ( $R_{\text{Поз}}$ ), выполнялась по формуле

$$R_{\text{Поз}} = p_{\text{Поз}}G, \quad (2)$$

где  $p_{\text{Поз}}$  – вероятность развития заболевания у исследуемого контингента работающих в течение трудового стажа;  $G$  – тяжесть заболевания.

Вероятность развития заболевания, связанного с работой ( $p_{\text{Поз}}$ ) у контингента работающих, определялась как отношение среднего количества установленных заболеваний в год у работников к общему количеству исследуемого контингента работников с последующим умножением полученного значения на период трудового стажа (лет). Период трудового стажа аналогичен используемому при расчете вероятности развития профессионального заболевания – 10 лет (такой период дает право на пенсию по возрасту (по старости) при выполнении подземных горных работ).

Профессиональный риск здоровью, обусловленный заболеваниями дыхательной системы, установленных как заболевания, связанные с работой, у работников составил  $4,8 \cdot 10^{-2}$ . Оценку приемлемости рассчитанного уровня риска производили сравнением каждой из полученных величин с уровнем приемлемого риска здоровью. В качестве приемлемого уровня профессионального риска рассматривалась величина  $1 \cdot 10^{-3}$ . Эта величина в отечественных и зарубежных руководствах классифицируется как верхняя граница приемлемого для профессиональных групп и неприемлемого для населения в целом риска здоровью [3, 8, 11]. Полученные значения профессионального риска характеризуются как неприемлемые для профессиональных групп, что определяет необходимость проведения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию риска здоровью работающих.

### Список литературы

1. Оценка факторов риска в условиях химического и шумового воздействия на здоровье населения / Ю.И. Степкин, И.И. Механтьев, А.В. Платунин, И.В. Колнет // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 7. – С. 25–28.
2. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 784 с.
3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 147 с.
4. Синдром вегетативной дисфункции у работников вредных производств / Е.М. Власова, А.Е. Носов, Т.А. Пономарева, Ю.А. Ивашова // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 12. – С. 12–14.
5. Соков Е.Л., Корнилова Л.Е. Мигрень: клиника, диагностика, лечение. Неврология: национальное руководство. – М., 2015.
6. Способ определения интегрального допустимого риска отдельных классов и видов продукции для здоровья человека: патент на изобретение RUS 2368322 09.01.2008 / Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, П.В. Трусов, М.П., Шевырева Н.Н. Гончарук. – М., 2008.
7. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 29 июля 2017 года) № 197-ФЗ от 30.12.2001 г. – М., 2001.
8. Cornwell John B., Meyer Mark M. Risk acceptance criteria or “How safe is safe enough?” [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.questconsult.com/papers/risk-acceptance-criteria/> (дата обращения: 30.08.2017).
9. Holzhammer J., Wöber C. Non-alimentary trigger factors of migraine and tension-type headache // Schmerz. – 2006. – Vol. 20, № 3. – P. 226–237.
10. Occupational exposure to noise and the cardiovascular system: A meta-analysis / G. Tomei [et al.] // Science of the Total Environment. – 2010. – Vol. 408, № 4. – P. 681–689.
11. Risk Acceptance Criteria and Risk Based Damage Stability. Final Report, part 1: Risk Acceptance Criteria European Maritime Safety Agency [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.emsa.europa.eu/emsa-documents/latest/item/2419-study-1-emsa-3-risk-acceptance-criteria-and-risk-based-damage-stability-part-1-part-2.html> (дата обращения: 30.08.2017).
12. Wöber C., Wöber-Bingöl C. Triggers of migraine and tension-type headache // Handb Clin Neurol. – 2010. – Vol. 97. – P. 161–172.

## Иммунологические маркеры апоптоза у работающих в условиях комбинированного воздействия вредных производственных факторов

О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, Е.А. Отавина<sup>1</sup>, Д.Г. Дианова<sup>1</sup>,  
И.Н. Аликина<sup>1</sup>, В.П. Рочев<sup>1,2</sup>, Т.А. Легостаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,  
<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
г. Пермь, Россия

Проведено изучение иммунологических показателей у работников предприятия металлургии, работающих в условиях воздействия комбинации вредных производственных факторов. Результаты иммунологического анализа показателей апоптоза позволили установить иммунологические показатели, которые можно отнести к маркерным, характеризующим ранние нарушения процесса апоптоза у работающих в условиях сочетанного воздействия вредных производственных факторов на предприятии металлургии – CD3+CD25+ и CD3+CD95+ лимфоциты, Т-рег. лимфоциты, TNFR и p53.

**Ключевые слова:** вредные производственные факторы, показатели апоптоза, транскрипционный фактор 53.

Вредные производственные факторы в силу их высокой интенсивности в сравнении с внешнесредовыми концентрациями вызывают более выраженные нарушения в системе регуляции апоптоза. Апоптоз представляет собой активную форму клеточной гибели и является физиологическим механизмом устранения избыточных и/или функционально аномальных клеток. Нарушение процесса апоптоза приводит к серьезным изменениям в иммунной системе, что может проявляться в развитии различных аутоиммунных и лимфопролиферативных заболеваний, вторичных иммунодефицитов. Одной из приоритетных задач современной науки является изучение работы клеток в направлении стимуляции или блокирования апоптоза. Преобладание проапоптотических или антиапоптотических влияний определяет выбор направления сигнализации в сторону гибели клетки по механизму апоптоза или некроза [1–5].

**Цель работы** – оценка особенностей иммунологических показателей работающих в условиях сочетанного воздействия вредных производственных факторов на предприятии металлургии

**Материалы и методы.** Группу наблюдения составили работники, занятые на работах, где имеет место комбинированный характер воздействия химического фактора, основными компонентами которого являются аэрозоли преимущественно фиброгенного действия и вещества раздражающего действия (45 человек) (группа наблюдения). Средний возраст работников группы наблюдения составил  $35,29 \pm 4,1$  г.,

средний стаж –  $10,24 \pm 3,12$  г. Группу сравнения (38 человек, все мужчины) составили работники административного аппарата комбината. Средний возраст работников группы сравнения составил  $37,86 \pm 3,34$  г., средний стаж –  $13,82 \pm 3,19$  г. Группы были сопоставимы по возрасту, полу и сопутствующей патологии.

Вредными факторами металлургического производства являются аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (пыль, содержащая кремния диоксид кристаллический), аэрозоли металлов (ванадия, марганца и др.), пары и газы (монооксид углерода, оксиды азота, серная кислота и др.), нагревающий микроклимат в сочетании с инфракрасным излучением, шум, отмечается общая и локальная вибрация, тяжесть трудового процесса.

Фенотипирование популяций и субпопуляций лимфоцитов ( $CD16^+56^+$ ,  $CD19^+$ ,  $CD3^+CD4^+$ ,  $CD3^+CD8^+$ ,  $CD3^+CD25^+$ ,  $CD3^+CD95^+$ ,  $CD4^+CD25^+127^-$ ), а также клеток, экспрессирующих маркеры апоптоза рецепторы к  $TNF\alpha$  ( $TNFR1^+$ ), факторы p53, Bcl-2, Вах, осуществляли на проточном цитометре с использованием метода мембранной иммуофлюоресценции и панели меченых моноклональных антител, при этом регистрировали суммарно не менее 10 000 событий.

Статистический анализ полученных результатов проводили методом вариационной статистики с расчетом среднего арифметического и его стандартной ошибки ( $M \pm m$ ), достоверность различий оценивали по  $t$ -критерию Стьюдента, зависимости между признаками определяли с помощью корреляционно-регрессионного анализа, критерия Фишера и коэффициента детерминации ( $R^2$ ). Различия между группами считали достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Установлено, что у работающих в условиях вредного производства достоверно понижено абсолютное число  $CD25^+$ -клеток и  $CD95^+$ -клеток относительно значений, полученных в группе контроля ( $p < 0,05$ ).

Оценка иммунного статуса выявила, что у обследуемых основной группы статистически значимо повышено количество  $CD4^+ CD25^+127^-$ -лимфоцитов (по относительной и абсолютной величине), по сравнению с контрольными значениями ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика показателей регуляции апоптоза в условиях комбинированной производственной нагрузки

Показатель	Контрольная группа ( $n = 33$ ), $M \pm m$	Основная группа ( $n = 44$ ), $M \pm m$
$CD4^+ CD25^+127^-$ , %	$0,55 \pm 0,06$	$1,97 \pm 0,19^*$
$CD4^+ CD25^+127^-$ , $10^9/дм^3$	$0,01 \pm 0,001$	$0,038 \pm 0,004^*$
p53, %	$3,42 \pm 0,29$	$1,44 \pm 0,11^*$
TNFR, %	$3,31 \pm 0,27$	$1,39 \pm 0,11^*$
Annexin V-FITC <sup>+</sup> 7AAD <sup>-</sup> , %	$3,09 \pm 0,20$	$0,93 \pm 0,06^*$
Annexin V-FITC <sup>+</sup> 7AAD <sup>+</sup> , %	$6,96 \pm 0,51$	$7,57 \pm 0,47$

Примечание: \* – разница достоверна по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ).

Продемонстрировано, что у работающих в условиях производства достоверно снижена экспрессия p53 и TNFR ( $p < 0,05$ ), а также количество апоптотических клеток относительно значений, зафиксированных в контрольной группе ( $p < 0,05$ ).

Известный ген p53 ответственен за синтез протеина p53, он локализуется в ядре клетки и регулирует экспрессию генов, блокирующих клеточный цикл. Белок p53, вызывая остановку деления клетки, предупреждает появление мутантных клеток. Гены семейства Wc1-2 контролируются геном p53, но эффект последнего неоднозначен, он может стимулировать и пролиферацию, и апоптоз, поэтому исход зависит от особенностей программы клеточной линии, наличия цитокинов, а также ряда других факторов. В ряде случаев апоптоз реализуется в результате комбинированного действия двух путей – с участием и рецепторов плазматической мембраны и митохондриального цитохрома С.

Определение причинно-следственной связи между клеточной регуляцией и специфической химической контаминацией на основе математического моделирования (вероятность модификации эффекта по отношению к норме при изменении концентрации контаминанта в биосреде) выявило недействующие уровни для ванадия и кремния (табл. 2).

Таблица 2

Параметры моделей зависимости «маркер экспозиции – маркер эффекта»

Маркер экспозиции	Маркер эффекта	Направление изменения показателя	$b_0$	$b_1$	$R^2$	$F$	$p$	НУ
Ванадий	CD3+CD25+, %	Понижение	$-0,19 \pm 0,0001$	$16,33 \pm 5,21$	0,56	51,20	0,000	0,002
	CD3+CD25+, $10^9/\text{дм}^3$	Понижение	$-1,78 \pm 0,0007$	$37,18 \pm 87,62$	0,30	15,77	0,000	–
Кремний	CD3+CD95+, %	Понижение	$-1,45 \pm 0,1059$	$0,573 \pm 0,02$	0,44	18,30	0,000	1,715
	CD3+CD95+, %	Понижение	$-2,72 \pm 0,2178$	$1,233 \pm 0,05$	0,61	31,72	0,000	–

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о существовании антигенной супрессии у работающих в условиях вредного производства, что способствует перестройке рецепторов лимфоцитов и изменению внутриклеточного белка p53, вместе с другими белками отвечающего за клеточный ответ на присутствие антигена (гаптена) в организме. К иммунологическим маркерам, характеризующим ранние нарушения процесса апоптоза у работающих в условиях сочетанного воздействия вредных производственных факторов на предприятии металлургии, следует отнести помимо активационных клеточных рецепторов CD3+CD25+ и CD3+CD95+, Т-рег. лимфоциты, TNFR и p53.

### Список литературы

1. Вариабельность иммунорегуляторных и генетических маркеров в условиях комбинированного воздействия факторов производственной среды / О.В. Долгих, К.Г. Старкова, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 45–48.
2. Нотова С.В., Мирошникова С.А., Лебедев С.В. Изучение уровня тяжелых металлов в организме при различных патологических состояниях, связанных с нарушением функционирования иммунной системы // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 496–498.
3. Особенности иммуногенетических показателей у работников предприятия цветной металлургии / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, О.А. Бубнова, Д.В. Ланин, Н.А. Вдовина, К.П. Лужецкий, Е.Е. Андреева // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 2. – С. 54–57.

4. Increased production of TGF- $\beta$  and apoptosis of T lymphocytes isolated from peripheral blood in COPD / S.J. Hodge, G.L. Hodge, P.N. Reynolds, R. Scicchitano, M. Holmes // *Am. J. Physiol. Lung. Cell. Mol. Physiol.* – 2003. – Vol. 285. – P. 492–499.

5. Yurchenko M., Shlapatska L.M., Sidorenko S.P. The multilevel regulation of CD95 signaling outcome // *Exp. oncol.* – 2012. – Vol. 34, № 3. – P. 200–201.

## **Микросоциальные факторы риска здоровью различных субгрупп экономически активного населения России (на материалах всероссийского опроса)**

**Н.А. Лебедева–Несевря<sup>1,2</sup>, С.С. Гордеева<sup>2</sup>, С.С. Соловьев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

На основе анализа зарубежных и отечественных подходов систематизированы микросоциальные факторы риска здоровью. На материалах Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE) за 2016 г. исследованы связи контекстуальных и личностных микросоциальных факторов и объективных и субъективных показателей здоровья трех субгрупп экономически активного населения: 1) работающие, 2) имеющие работу, но находящиеся в отпуске, 3) не имеющие работу, но осуществляющие ее активный поиск. Показано, что респонденты, не имеющие работу, являются наиболее чувствительной по отношению к микросоциальным факторам риска группой.

**Ключевые слова:** экономически активное население, здоровье, микросоциальные факторы, удовлетворенность, самооценка здоровья, опрос.

Вопросы сбережения здоровья населения трудоспособного возраста, занятого населения и отдельных групп работающих (например, работников промышленных предприятий) в современной России разрабатываются достаточно активно [9, 11], равно как и проблемы его социальной обусловленности [24, 28]. Однако анализ микросоциальных факторов, формирующих состояние здоровья экономически активного населения страны, остается пока вне фокуса исследовательского интереса. С одной стороны, это обусловлено неоднородностью самой группы – экономически активное население включает не только занятое население, но и тех, кто «имеет желание работать, осуществляет поиск работы и готов к ней приступить» [3]. С другой стороны, сами микросоциальные факторы риска здоровью пока не получили однозначного определения.

Можно выделить три группы работ, затрагивающих вопросы микросоциальных факторов. В рамках первого направления социальные факторы определяются



как условия, порождаемые совместной деятельностью людей и повышающие вероятность наступления некоторого негативного события, и разделяются на социально-экономические [4, 7, 11, 17, 22, 32], социально-демографические [23], поведенческие [7, 22] и факторы, отражающие эмоциональное самочувствие индивида [10, 23]. Кроме того, доказывается, что для работающего человека в качестве значимого фактора выступает трудовой коллектив и отношения, складывающиеся внутри него, поскольку поведение сотрудников коллектива обусловлено принятыми в данной группе нормами, ценностями, в том числе и в отношении здоровья [33].

Второе направление концентрируется на микросоциальных факторах как социальных контекстах формирования девиантного поведения, которое, в свою очередь, влияет на здоровье. Здесь речь идет о единстве объективных факторов (социально-экономические условия, факторы наследственности, референтные группы, особенности семейной жизни и др.) и субъективных факторов (социально-психологическая отчужденность, отношения индивида со сверстниками, отношения индивида к культурным ценностям, миру в целом, к себе) [1, 5, 6, 8, 12–15, 25, 27, 31, 35]. Так, А.В. Соболева утверждает, что работающий человек испытывает сильное влияние со стороны трудового коллектива, а будучи включенным в трудовой конфликт, может реализовывать поведение по следующей схеме: трудовой конфликт – фрустрация – стресс – девиантное поведение – риск здоровью [26].

Третье направление ориентировано на рассмотрение факторов позитивной и негативной социализации, выделяя при этом агентов (семью, сверстников, учебные, профессиональные группы и др.) и контрагентов (формальные и неформальные общности, генерирующие асоциальную идеологию и установки девиантного поведения) социализации, чья деятельность напрямую или косвенно обуславливает поведение индивида, в том числе и в отношении здоровья [2, 9, 18, 19, 20, 29, 30]. Подчеркивается, что риски в процессе социализации проявляются как во взаимодействии с агентами социализации, транслирующими нормы, правила поведения, социальные ценности, так и в ходе реализации индивидом социальных ролей.

Зачастую при рассмотрении социальных факторов риска здоровью микросоциальные факторы не называются, но предполагаются. Например, среди факторов риска индивидуальному здоровью исследуются стиль жизни (поведенческие факторы), социальный капитал (микросоциальные факторы) и социально-демографические факторы (социально-экономический статус, пол и возраст) [34].

Анализ существующих подходов к концептуализации микросоциальных факторов риска позволил разделить их на две подгруппы: 1) контекстуальные факторы, отражающие качество микросоциальной среды (уровень материального благополучия семьи, социально-психологический климат семьи и трудового коллектива, теснота и интенсивность социальных связей) и 2) личностные, характеризующие особенности восприятия социальной среды индивидом (уровень доверия индивида к социальному окружению, удовлетворенность своим материальным положением и жизнью в целом, беспокойство относительно потери работы и пр.).

**Цель исследования** – охарактеризовать связь микросоциальных факторов и состояния здоровья различных субгрупп экономически активного населения России.

**Материалы и методы.** Эмпирическую базу исследования составили данные 25-й волны Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE) (полевой этап – октябрь 2016 г. – январь 2017 г., вероятностная стратифицированная многоступенчатая территориальная выборка,

личное интервью в домохозяйствах) [21]. Подвыборка экономически активного населения (объем выборки 9334 человек) включала: а) работающих (на момент опроса) – 85,1 % (условная группа «*работающие*»); б) находящихся в оплачиваемом или неоплачиваемом отпуске (в том числе декретном, по уходу за ребенком до 3 лет и пр.) – 4,1 % (условная группа «*в отпуске*»); в) неработающих, зарегистрированных в качестве безработных в государственной службе занятости, и неработающих, но желающих найти работу и готовых приступить к ней сразу – 10,8 % (условная группа «*в поиске*»).

Мужчины в общей выборке составили 52,7 %, женщины – 47,3 %. Среди респондентов, имеющих работу, но находящихся в отпуске, подавляющее большинство (97,6 %) – женщины. Среди работающих и ищущих работу распределение мужчин и женщин практически одинаковое.

Состояние здоровья характеризовалось на основе а) самооценки здоровья респондентами (закрытый вопрос: «*Как вы оцениваете свое здоровье? Оно у вас...*», с вариантами ответа: «очень хорошее», «хорошее», «среднее, не хорошее, но и не плохое», «плохое» и «очень плохое»); б) наличия/отсутствия «*каких-либо проблем со здоровьем*» в течение 30 дней, предшествовавших опросу.

Контекстуальные микросоциальные факторы оценивались по показателям миграционного статуса (рождение в населенном пункте настоящего проживания или вне его), материального благополучия и его динамики за последние 12 месяцев, наличие/отсутствие работы. Личностные факторы описывались через показатели удовлетворенности респондентов собственным материальным благополучием, жизнью в целом, субъективную оценку безопасности территории проживания и самооценку ощущения чувства одиночества.

**Результаты.** Уровень материального благополучия экономически активного населения России оценивался на основе самооценок, данных респондентами в ходе опроса. Как показал анализ результатов, большинство работающих граждан полагают, что находятся по уровню материального благополучия в нижних слоях общества. Так, при ответе на вопрос «*Представьте себе лестницу из 10 ступеней, где на каждой ступени стоят по 10 процентов всего населения нашей страны: от самых бедных семей, до самых богатых. На какой ступени вы находитесь?*» 68 % работающих выбрали варианты «4-я ступень» или ниже, в том числе 16 % заявили, что относят себя к первой (4 %) или второй (12 %) ступеням. Среди неработающей подгруппы опрошенных («*в поиске*») к нижним четырём ступеням по уровню материального благополучия себя отнесли 74,1 %, в том числе 28,3 % – к первым двум ступеням.

Неработающие респонденты достоверно чаще отмечали ухудшение своего материального благополучия в течение последнего года. Так, варианты «немного ухудшилось» и «существенно ухудшилось» при ответе на вопрос «*Как изменилось материальное положение вашей семьи за последние 12 месяцев?*» выбрали 52 % опрошенных, находящихся «в поиске работы», 39 % тех, кто находится в отпуске, и 29 % работающих граждан.

В целом по выборке установлена слабая связь между самооценкой материального положения и самооценкой здоровья (коэффициент  $d$  Сомерса = 0,092 при  $p < 0,001$ ), т.е. те, кто склонны располагать себя на более высоких ступенях по уровню материального благополучия, чаще говорят о том, что их здоровье «очень хорошее» или «хорошее». В группе неработающих («*в поиске*») данная связь более сильная (коэффициент  $d$  Сомерса = 0,183 при  $p < 0,001$ ), в группе работающих –

слабая (коэффициент  $d$  Сомерса = 0,080 при  $p < 0,001$ ), а для подгруппы «в отпуске» статистически достоверной связи не обнаружено.

Положительная динамика материального положения приводит к более высоким самооценкам здоровья (коэффициент  $d$  Сомерса = 0,121 при  $p < 0,001$ ) и уменьшению проблем со здоровьем в последние 30 дней (коэффициент  $d$  Сомерса = (-) 0,042 при  $p < 0,001$ ).

Чуть более половины опрошенных родились в том же населенном пункте, в котором живут сейчас. Среди работающих доля респондентов с устойчивым миграционным статусом составила 55,0 %, среди находящихся в отпуске – 60,7 %, среди неработающих – 56,0 %. Миграционный статус достоверно связан и с самооценкой здоровья (коэффициент Гамма = (-) 0,189 при  $p < 0,001$ ), и с наличием проблем со здоровьем в течение последних 30 дней (коэффициент Гамма = 0,108 при  $p < 0,001$ ). Анализ направленности связи показал, что респонденты, проживающие в том же населенном пункте, в котором родились, реже испытывали проблемы со здоровьем за последние 30 дней и выше оценивают свое здоровье. Наибольшая сила связи показателей «устойчивый миграционный статус» и «самооценка здоровья» выявлена в группе неработающих («в поиске») – коэффициент Гамма равен (-) 0,252 при  $p < 0,001$ , коэффициент  $d$  Сомерса (самооценка здоровья – зависимая переменная) равен (-) 0,152 при  $p < 0,001$ .

Установлена статистически достоверная связь практически всех личностных факторов с ответами со стороны здоровья. Так, удовлетворенность материальным положением влияет на самооценку здоровья (коэффициент  $d$  Сомерса = 0,111 при  $p < 0,001$ ), особенно – в группе неработающих (коэффициент Гамма = 0,245 при  $p < 0,001$ , коэффициент  $d$  Сомерса = 0,145 при  $p < 0,001$ ).

Для работающих удовлетворенность оплатой труда является фактором, модифицирующим и самооценку здоровья (коэффициент Гамма = 0,193 при  $p < 0,001$ , коэффициент  $d$  Сомерса = 0,106 при  $p < 0,001$ ), и вероятность возникновения объективных проблем со здоровьем (коэффициент Гамма = 0,245 при  $p < 0,001$ , коэффициент  $d$  Сомерса = 0,145 при  $p < 0,001$ ).

Связь удовлетворенности жизнью в целом с самооценкой здоровья наиболее сильно проявляется в группе неработающих (коэффициент Гамма = 0,272 при  $p < 0,001$ , коэффициент  $d$  Сомерса = 0,162 при  $p < 0,001$ ), а с наличием проблем со здоровьем в последний месяц – в группе работающих (коэффициент Гамма = (-) 0,122 при  $p < 0,001$ , коэффициент  $d$  Сомерса = (-) 0,051 при  $p < 0,001$ ).

В целом по выборке факт частого переживания чувства одиночества оказывает незначительное влияние на возникновение объективных проблем со здоровьем в течение последнего месяца (коэффициент Гамма = 0,154 при  $p < 0,001$ , коэффициент  $d$  Сомерса = 0,065 при  $p < 0,001$ ). С самооценкой здоровья одиночество как фактор риска связано теснее – коэффициент Гамма равен (-) 0,267 при  $p < 0,001$ , коэффициент  $d$  Сомерса – (-) 0,149 при  $p < 0,001$ . Среди всех исследованных субгрупп экономически активного населения для находящихся в отпуске чувство одиночества скорее выступает фактором риска здоровью (связь с самооценкой здоровья по коэффициенту Гамма составила (-) 0,321 при  $p < 0,005$ , по  $d$  Сомерса – (-) 0,174 при  $p < 0,005$ ).

**Выводы.** Проведенный анализ показал, что контекстуальные и личностные микросоциальные факторы риска оказывают влияние на объективные и субъективные показатели здоровья экономически активного населения России. Причем лич-

ностные факторы, выражающие уровень социального самочувствия граждан, удовлетворенность различными аспектами жизнедеятельности, оказываются более значимыми. Наиболее чувствительной по отношению к микросоциальным факторам риска является такая субгруппа экономически активного населения, как неработающие, находящиеся в поиске работы. В данной субгруппе связь как контекстуальных, так и личностных факторов риска с субъективными и объективными показателями здоровья проявляется наиболее сильно.

### Список литературы

1. Барановский Н.А. Этиология социальных девиаций в контексте теории деструктивной личностно-социальной интеракции // Социологический альманах. – 2011. – № 2. – С. 119–127.
2. Букин В.П. Социализация молодежи российской провинции в современных условиях: автореф. дис. ... д-ра социол. наук: 22.00.04. – Саранск, 2011.
3. Варшавская Е.Я., Денисенко М.Б. Экономически неактивное население России: численность, динамика, характеристики // Социологические исследования. – 2015. – Т. 5, № 5. – С. 42–51.
4. Василенко И.В., Боровкова О.Э. Механизм воздействия социальных факторов на здоровье человека // Общество: социология, психология, педагогика. – 2016. – № 3. – С. 14–20.
5. Воронцова Е.А. Социальная среда как фактор формирования девиантного поведения у подростков // Вестник МГУС. – 2007. – № 2 (2). – С. 67–68.
6. Демчук С.Д. Общество потребления, девиантное поведение и угрозы благополучию природы // Биосфера: междисциплинарный и прикладной журнал. – 2012. – № 2. – С. 217–224.
7. Жигаев Д.С., Кику П.Ф., Шитер Н.С. Социальные факторы риска здоровью в структуре образа жизни // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2015. – Т. 62, № 4. – С. 33–38.
8. Загребин В.В. Процесс социализации молодежи через призму социологической теории // Социальные и гуманитарные знания. – 2017. – Т. 3, № 1. – С. 42–49.
9. Захаренков В.В., Виблая И.В., Олещенко А.М. Здоровье трудоспособного населения и сохранение трудового потенциала Сибирского федерального округа // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 1. – С. 6–10.
10. Иванова Е.И. Структурные и социальные факторы здоровья населения России // Вестник РГГУ. Серия: Социологические науки. – 2014. – № 4 (126). – С. 138–155.
11. Измеров Н.Ф. Здоровье трудоспособного населения России // Медицина труда и промышленная экология. – 2005. – № 11. – С. 2–8.
12. Казакова А.Ю., Калининско О.Ю. Социальные и социально-психологические факторы девиантного поведения лиц с различной жилищно-ресурсной обеспеченностью // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. XIX, № 1. – С. 217–220.
13. Качмазов Т.А. Об одном из факторов девиантного поведения подростков в контексте их социализации // Современные наукоемкие технологии. – М.: Академия естествознания, 2005. – № 3. – С. 107.
14. Клейберг Ю.А. Девиантное поведение как реакция на личностную неопределенность // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. – 2015. – № 4–5. – С. 8–17.

15. Лекомцев К.П. Факторы проявления девиантного поведения как формы социального конфликта // Вестник Поволжской академии государственной службы. – 2008. – № 1. – С. 38–43.

16. Микросоциально-средовые факторы девиантного поведения подростков: обоснование персонологического подхода к диагностике и психопрофилактике / Н.В. Жигинас, Е.В. Гребенникова, М.М. Аксенов, Н.А. Зверева // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2014. – № 5 (146). – С. 87–91.

17. Молчанова Е.В. Здоровье населения как базовое условие социально-экономического развития общества: автореф. дис. ... д-ра эконом. наук: 08.00.05. – М.: Институт социально-экономических проблем народонаселения Российской академии наук, 2014.

18. Пивоварова И.В., Черепанова В.Н. Особенности социализации детей в современной семье // Вестник Челябинского государственного университета. – 2015. – № 9 (364). – С. 125–130.

19. Полежаев В.Д., Полежаева М.В. Определение значимости факторов и механизмов социализации личности на основе теории измерения латентных переменных // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 357.

20. Попов М.Ю. Контрагенты социализации и их влияние на социальные процессы // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2016. – Т. 8, № 3–2. – С. 135–140.

21. Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE), проводимый Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» и ООО «Демоскоп» при участии Центра народонаселения Университета Северной Каролины в Чапел Хилле и Института социологии РАН. – URL: <http://www.cpcr.unc.edu/projects/rlms>, <http://www.hse.ru/rlms> (дата обращения: 15.07.2017).

22. Русинова Н.Л., Сафронов В.В. Социальные особенности здоровья в Европе и России: влияние индивидуальных и контекстуальных факторов // Телескоп. – 2013. – № 3 (99). – С. 16–32.

23. Рягузова А.В. Обзор ведущих исследований факторов риска развития психосоматических заболеваний // Педагогика и психология. – 2013. – № 9 (30). – С. 13–19.

24. Светличная Т.Г., Павлова Е.А. Влияние поведенческих факторов образа жизни на здоровье сельского населения трудоспособного возраста // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2006. – № 5. – С. 9–12.

25. Серегина А.А. Инфантилизм личности как фактор девиантного поведения // Социальная политика и социология. – 2011. – № 7. – С. 283–288.

26. Соболева А.В. Трудовой конфликт как фактор девиантного поведения // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2013. – № 4 (32). – С. 87–94.

27. Тейван-Трейновский Я.С., Лавриненко О.Я. Оценка социальных факторов и условий девиантного поведения в современном обществе // Криминологический журнал Байкальского государственного университета экономики и права. – 2016. – № 1. – С. 73–81.

28. Шафиркин А.В., Штемберг А.С. Влияние социального стресса и психоэмоциональной напряженности на здоровье мужчин трудоспособного возраста в России // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2013. – № 5–6. – С. 27–34.

29. Юдина А.И. Факторы влияния на социализацию подростков в условиях трудной жизненной ситуации // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. – 2013. – № 3 (24). – С. 231–243.
30. Яишников А.Ю. Анализ рисков в процессе социализации студенчества вузов // Альманах современной науки и образования. – 2013. – № 11 (78). – С. 194–199.
31. Guan W., Kamo Y. Contextualizing Depressive Contagion // *Society and Mental Health*. – 2016. – Vol. 6, № 2. – P. 129–145.
32. Marmot M.G. Social inequalities in mortality: the social environment // *Class and Health* / ed. by R.G. Wilkinson. – L. and N.Y.: Tavistock, 1986. – 378 p.
33. McDonough P. Job Insecurity and Health // *International Journal of Health Services*. – 2000. – Vol. 30, № 3. – P. 453–476.
34. Novak D., Štefan L., Emeljanovas A., Mieziene B., Milanović I., Janić S.R., Kawachi I. Factors associated with good self-rated health in European adolescents: a population-based cross-sectional study // *International Journal of Public Health*. – 2017. – 1. – 11. DOI: 10.1007/s00038-017-1015-0.
35. Sutherland E.H., Cressey D.R. *Principles of Criminology*, 5th ed. – Chicago: Lippincott, 1955.

## **Методические аспекты селективного определения фталевой кислоты в воздухе рабочей зоны производства фталевого ангидрида**

**Т.С. Уланова, Т.Д. Карнажицкая, Т.С. Пермякова**

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

В работе представлены результаты экспериментальных исследований по отработке условий отбора и подготовки проб воздуха для селективного определения фталевой кислоты в воздухе рабочей зоны производства фталевого ангидрида методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Отбор проб воздуха проводили на кварцевые фильтры, устойчивые к действию органических растворителей и термической обработке, скорость отбора 5-10 л/мин. Селективное определение фталевой кислоты в воздухе рабочей зоны достигнуто путем устранения мешающего влияния фталевого ангидрида на стадии пробоподготовки, заключающегося в обработке отобранных проб бензолом с использованием техники фильтрования, с последующим растворением фталевой кислоты в метаноле и анализом экстракта методом ВЭЖХ. Предел определения фталевой кислоты в воздухе рабочей зоны с применением данного способа пробоподготовки 0,1 мг/м<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** воздух рабочей зоны, фталевая кислота, фталевый ангидрид, метод ВЭЖХ.

Производство фталевого ангидрида сопровождается загрязнением воздуха рабочей зоны фталевым ангидридом и рядом побочных продуктов, в том числе фталевой кислотой. Оценка химического фактора условий труда работников на отдельных стадиях технологического процесса производства проводится с помощью анализа содержания в воздухе рабочей зоны фталевого ангидрида [2]. В случае газохроматографического анализа фталевого ангидрида селективному определению мешает присутствие фталевой кислоты в воздухе, так как при температуре 200–230 °С фталевая кислота превращается во фталевый ангидрид [3]. При наличии в воздухе фталевой кислоты результаты анализа фталевого ангидрида в воздухе рабочей зоны могут быть завышены.

**Цель исследования** – обработка условий отбора и подготовки проб для селективного определения фталевой кислоты методом ВЭЖХ в воздухе рабочей зоны производства фталевого ангидрида.

**Материалы и методы.** Анализ фталевой кислоты проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на жидкостном хроматографе с ультрафиолетовым детектором при длинах волн 210, 225 и 240 нм на колонке с прямой фазой C18 (внутренний диаметр 4,6 мм, длина 150 мм, размер частиц 5 мкм) в режиме градиентного элюирования смеси метанола и воды.

Отбор проб воздуха проводили на фильтры из микрокварцевого волокна Munktell (компания Ahlstrom) с использованием аспираторов, скорость аспирирования 5–10 л/мин.

Для разделения фталевой кислоты и ее ангидрида на стадии пробоподготовки использовали прием, основанный на различной способности изучаемых соединений к растворению в органических растворителях и разделению компонентов смеси методом фильтрования. В исследованиях применяли технику отделения фталевого ангидрида от фталевой кислоты растворением его в бензоле и фильтрованием раствора через пористый фильтр.

Изучение растворимости фталевого ангидрида и фталевой кислоты в различных органических растворителях проводили с помощью количественного анализа содержания изучаемых соединений в насыщенных растворах, приготовленных для каждого вещества в органических растворителях в условиях выдерживания растворов при комнатной температуре  $20,0 \pm 0,5$  °С в течение 24 часов. Определяли коэффициенты растворимости, соответствующие массе вещества, которое может раствориться в 100 г растворителя при данной температуре.

Изучение динамики растворения фталевой кислоты и фталевого ангидрида в бензоле проводили путем контроля их концентрации в свежприготовленных бензольных растворах и в зависимости от длительности растворения.

Степень извлечения фталевого ангидрида и фталевой кислоты из отобранной пробы проводили методом «задано – найдено» по площадям хроматографических пиков ( $S$ , усл. ед.). Известное количество изучаемых соединений наносили на фильтр, промывали определенным объемом бензола, собирали каждый смыв в отдельную виалу и анализировали методом ВЭЖХ в оптимальном режиме работы жидкостного хроматографа. Фильтр с остатками нерастворенных соединений высушивали, переносили в бюкс, растворяли в метаноле и через 10 минут проводили анализ методом ВЭЖХ. Расчет степени экстракции проводили по формуле [1]:

$$R = \frac{A \cdot 100}{N},$$

где  $R$  – степень экстракции вещества, %;  $A$  – количество вещества, которое экстрагировалось органическим растворителем;  $N$  – общее (начальное) количество вещества в растворе.

**Результаты.** Результаты изучения растворимости фталевого ангидрида и фталевой кислоты в различных органических растворителях представлены в табл. 1.

В ходе эксперимента установлено, что минимальная растворимость фталевой кислоты и максимум растворения фталевого ангидрида установлены при использовании в качестве растворителя бензола. Фталевая кислота отнесена к труднорастворимым в бензоле соединениям (растворимость менее 1 г в 100 г растворителя), фталевый ангидрид легко растворим в бензоле. Динамика растворения фталевого ангидрида и фталевой кислоты в бензоле в зависимости от времени растворения представлена в табл. 2.

Таблица 1

Растворимость фталевого ангидрида, фумаровой и фталевой кислот в различных органических растворителях при температуре  $20,0 \pm 0,5$  °С

Соединение	Растворимость (Р, г/дм <sup>3</sup> )			
	этилацетат	толуол	хлороформ	бензол
Фталевый ангидрид	55,8	2,5	5,2	14,0
Фталевая кислота	5,5	0,7	1,0	0,2

Таблица 2

Динамика растворения фталевого ангидрида и фталевой кислоты в бензоле в зависимости от времени растворения

Время растворения, мин	Площадь хроматографического пика (S, е.о.п.)	
	Фталевая кислота	Фталевый ангидрид
0	0	0
1	0	213
5	0	256
10	0	259
30	0	259
60	0	260

Результаты исследований показали, что фталевый ангидрид растворяется в бензоле в течение 5 минут на 98 % от введенного количества (9 мг/100 см<sup>3</sup>), фталевая кислота не растворялась в течение первых 60 минут, о чем свидетельствует отсутствие хроматографического пика фталевой кислоты на хроматограмме анализа растворов кислоты в бензоле (рисунок).

Исследование возможности применения фильтров марки АФА и кварцевых фильтров (фирма Ahlstorm) для отбора проб фталевого ангидрида и фталевой кислоты из воздуха с последующим растворением и фильтрованием отобранной пробы показало преимущество использования кварцевых фильтров, так как они не подвергаются деструкции при обработке органическим растворителем.



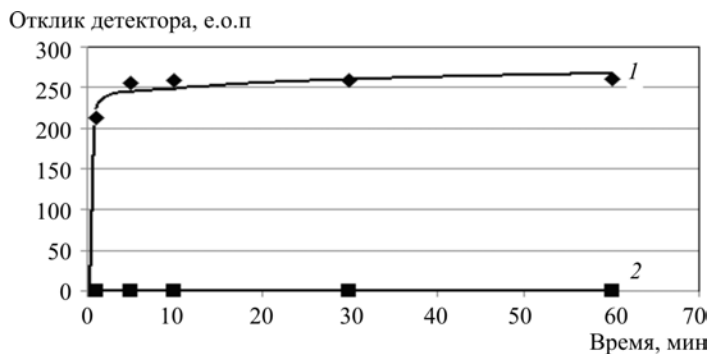


Рис. Динамика растворения фталевого ангидрида (1) и фталевой кислоты (2) в бензоле в зависимости от времени растворения

Таким образом, при пропускании бензола через фильтр с отобранной пробой фталевый ангидрид в растворенной форме должен удаляться с фильтра вместе с растворителем. Труднорастворимое в бензоле соединение – фталевая кислота – предположительно остается на фильтре. Данное предположение подтверждено в исследованиях по определению степени экстракции изучаемых соединений.

Экспериментальные исследования по определению степени экстракции проводили методом «задано – найдено». Фильтр с известным количеством аналита помещали в воронку, пропускали через фильтр 1,5 см<sup>3</sup> бензола (1,5 см<sup>3</sup> наполняет фильтр до краев), слив анализировали, процедуру повторяли трижды. Результаты исследований по определению степени экстракции фталевого ангидрида и фталевой кислоты с кварцевого фильтра представлены в табл. 3.

Таблица 3

Степень экстракции фталевого ангидрида (ФА), фталевой (ФтК) и фумаровой (ФумК) кислот с кварцевого фильтра бензолом ( $n = 3$ )

№ опыта	Масса на фильтре	Отклик детектора, е.о.п.			
		Слив 1 (бензол)	Слив 2 (бензол)	Слив 3 (бензол)	Метанольный раствор
Фталевый ангидрид					
1	2,71 мг	$S = 17766$	$S = 9662$	$S = 8160$	$S = 303,8$
2	0,78 мг	$S = 5300$	$S = 2812$	$S = 1600$	$S = 101$
Фталевая кислота					
1	0,089 мг	$S = 9,4$	$S = 8,6$	$S = 9,6$	$S = 7058$
2	0,080 мг	$S = 7,4$	$S = 6,6$	$S = 8,4$	$S = 6754$

В данном эксперименте остаток фталевого ангидрида на фильтре составил 0,9 % (1-й опыт) и 1,03 % (2-й опыт). Потери фталевой кислоты при пропускании бензола составили 0,33 % (1-й опыт) и 0,39 % (2-й опыт). Полученная на этапе пробоподготовки погрешность определения допустима, учитывая, что общая погрешность определения химических веществ в воздухе не должна превышать  $\pm 25$  %.

**Выводы.** Таким образом, изучение возможности использования техники разделения фталевой кислоты и фталевого ангидрида в ходе пробоподготовки показало эффективность использования данного приема для селективного определе-

ния фталевой кислоты в присутствии фталевого ангидрида в воздухе производства фталевого ангидрида методом ВЭЖХ на уровне микроконцентраций.

### **Список литературы**

1. Коренман И.М. Экстракция в анализе органических веществ. – М.: Химия, 1977. – 200 с.
2. Методические указания № 5287-90 по газохроматографическому измерению концентраций фталевого ангидрида и дибутилфталата в воздухе рабочей зоны / утв. 28.12.1990 г. – М., 1990.
3. Степаненко Б.Н. Курс органической химии: учебник. – М.: Высш. школа, 1966. – 551 с.

## Содержание

### **Раздел I. Риск-ориентированная контрольно-надзорная деятельность. Предотвращение причинения вреда здоровью**

*Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В.*

Опыт методической поддержки и практической реализации  
риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора  
(2014–2017 гг.) ..... 7

*Степанов Е.Г., Давлетнуров Н.Х., Кирьянов Д.А., Цинкер М.Ю.*

Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности органов  
и организаций Роспотребнадзора в Республике Башкортостан на основе расчета  
предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости  
населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания ..... 16

*Историк О.А., Кирьянов Д.А., Цинкер М.Ю.*

Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности органов  
и организаций Роспотребнадзора в Ленинградской области на основе расчета  
предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости  
населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания ..... 29

*Кожанова О.И., Сергеева С.В., Хан А.В., Форостяная М.В., Данилов А.Н.,  
Кирьянов Д.А., Цинкер М.Ю.*

Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности органов  
и организаций Роспотребнадзора в Саратовской области на основе расчета  
предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости  
населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды  
обитания ..... 46

*Ломовцев А.Э., Кирьянов Д.А., Цинкер М.Ю.*

Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности органов  
и организаций Роспотребнадзора в Тульской области на основе расчета  
предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости  
населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды ..... 64

*Ефремов В.М., Кирьянов Д.А., Цинкер М.Ю.*

Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности органов  
и организаций Роспотребнадзора в Челябинской области на основе расчета  
предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости  
населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания ..... 80

*Клейн С.В., Вековичина С.А., Кошурников Д.Н., Седусова Э.В.*

Гигиеническая оценка деятельности объекта торговой сети, расположенного  
в жилом доме, при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ ..... 94

*Костарев В.Г., Кышов А.М., Фоменко А.Н.*

Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического  
благополучия водоснабжения населения на территории Пермского края ..... 98

## **Раздел II. Фундаментальные, прикладные и правовые аспекты анализа риска здоровью при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защите прав потребителей**

*Сидоренкова Л.М.*

Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области..... 107

*Патяшина М.А., Трофимова М.В., Авдонина Л.Г., Гараева Л.Т.*

Межведомственное взаимодействие по обеспечению биологической безопасности на территории Республики Татарстан в период подготовки и проведения Кубка Конфедераций FIFA 2017 г. в г. Казани ..... 112

*Устинова О.Ю., Штина И.Е., Лужецкий К.П., Валина С.Л., Маклакова О.А., Землянова М.А., Долгих О.В., Жданова-Заплесвичко И.Г., Клейн С.В.*

Особенности состояния дыхательной и иммунной системы у населения, проживающего в зоне влияния предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства ..... 115

*Чигвинцев В.М., Кирьянов Д.А., Лебедева Т.М.*

Анализ влияния загрязнения атмосферного воздуха на показатели обращаемости населения за скорой медицинской помощью..... 120

*Никулин А.А., Хорошавин В.А., Виленчик К.Е., Клейн С.В., Вековщина С.А.*

Ненормативное качество питьевой воды как фактор риска здоровью населения ..... 126

*Фокин В.А.*

Обоснование структуры профиля риска для антибиотикорезистентных микроорганизмов ..... 130

*Суворов Д.В.*

Сравнительная оценка риска для здоровья населения типового завода по переработке твердых коммунальных отходов мощностью 700 тыс. тонн в год и полигона твердых бытовых отходов мощностью 350 тыс. м<sup>3</sup> ..... 133

*Ихлов Б.Л., Бражкин А.В.*

О некоторых эффектах воздействия крайне высокочастотного электромагнитного поля (КВЧ ЭМП) на патогенные агенты (на примере *Mycobacterium Tuberculosis*) и возможности КВЧ-терапии в лечебно-профилактических мероприятиях ..... 139

## **Раздел III. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга. Критерии эффективности**

*Филатова С.А., Торотенков Н.А., Поплавская Т.В., Грицков М.К.*

Региональный опыт формирования информационного ресурса социально-гигиенического мониторинга в Красноярском крае ..... 149

*Карпущенко Г.В., Синельникова Ю.А., Тимашова Т.А.*

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза как инструмент социально-гигиенического мониторинга ..... 151

*Дерябкина Л.А., Марченко Б.И., Иванникова И.Ю.*

Применение критериальной оценки показателей здоровья населения при ведении социально-гигиенического мониторинга на уровне муниципальных образований .....153

*Клейн С.В., Кокоулина А.А., Балаиов С.Ю., Загороднов С.Ю., Горяев Д.В.*

Апробация методических подходов к оценке пространственного распределения ингаляционного риска здоровью населения при воздействии химических факторов для задач социально-гигиенического мониторинга ..... 165

*Аброськина Н.В., Зубарева О.В., Шевченко Н.А.*

Злокачественные новообразования: анализ показателей заболеваемости и смертности по данным социально-гигиенического мониторинга на территории Волгоградской области ..... 172

*Обеснюк В.Ф.*

Осторожно, человеко-годы. Опыт наблюдения парадокса Симпсона в эпидемиологических исследованиях риска ..... 175

*Май И.В., Максимова Е.В.*

Бездомные животные как медико-биологическая проблема крупного города ..... 184

#### **Раздел IV. Анализ риска пищевой и иной потребительской продукции на этапах производства и обращения. Гигиенические стандарты безопасности**

*Пащенко И.Г., Ушаков А.А., Катунина А.С.*

Об оценке риска для здоровья населения Алтайского края от химического загрязнения продуктов питания (анализ за 2014–2016 гг.)..... 195

*Алимухамедов Д.Ш.*

Пищевая и биологическая ценность соевого белкового изолята ..... 200

*Филатова С.А., Торотенков Н.А., Коптырева Л.А.*

Анализ риска и оценка деятельности организаций общественного питания, обеспечивающих проведение массовых спортивных мероприятий в г. Красноярске .....203

*Барг А.О.*

Анализ особенностей потребления детским населением молочных продуктов в упаковке из полимерных материалов для задач оценки экспозиции фталатов ..... 209

#### **Раздел V. Актуальные проблемы анализа рисков для здоровья детей и подростков**

*Степанова Н.В., Фомина С.Ф.*

Оценка неканцерогенного риска для здоровья детского населения при комплексном поступлении химических веществ с питьевой водой..... 217

*Перекусихин М.В., Васильев В.В.*

Комплексная гигиеническая оценка внутришкольных факторов общеобразовательных организаций ..... 225

<i>Корочкина Ю.В., Васильев В.В.</i> Особенности формирования здоровья детского населения на территории относительного санитарно-эпидемиологического благополучия.....	231
<i>Фомина С.Ф., Степанова Н.В.</i> Неканцерогенный риск для здоровья детского населения г. Казани, обусловленный контаминацией пищевых продуктов и сырья.....	236
<i>Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В.</i> Изменение биохимических показателей процесса ремоделирования костной ткани у детей в зоне влияния предприятия по производству алюминия .....	244
<i>Долгих О.В., Кривцов А.В., Отавина Е.А., Старкова К.Г., Казакова О.А., Аликина И.Н., Гусельников М.А., Никоношина Н.А.</i> Полиморфизм генов у детей, проживающих в зоне воздействия отходов глиноземного комбината.....	250
<b>Раздел VI. Медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения. Маркеры экспозиции и негативных эффектов</b>	
<i>Цинкер М.Ю.</i> Математическая модель дыхательной системы человека для задач оценки рисков здоровью при ингаляционной экспозиции химических веществ.....	257
<i>Андреева Е.Е., Камалтдинов М.Р.</i> Подходы к оценке тяжести заболеваний для задач анализа риска здоровью.....	259
<i>Май И.В., Загороднов С.Ю., Кокоулина А.А.</i> Опыт оценки пылевой экспозиции населения мелкодисперсными частицами PM <sub>10</sub> и PM <sub>2,5</sub> в зоне влияния предприятия по производству строительных конструкций .....	266
<i>Долгих О.В., Казакова О.А., Кривцов А.В., Мазунина А.А., Отавина Е.А., Дианова Д.Г., Аликина И.Н.</i> Полиморфизм генов у женщин с хроническим эндометритом, экспонированных фенолами .....	272
<i>Долгих О.В., Кривцов А.В., Мазунина А.А., Казакова О.А., Отавина Е.А., Дианова Д.Г., Аликина И.Н.</i> Генетический полиморфизм и тандемные повторы в гене D2 рецептора дофамина в условиях экспозиции стронцием.....	276
<i>Отавина Е.А., Долгих О.В., Дианова Д.Г., Перминова И.В.</i> Особенности иммунорегуляторных показателей взрослого населения в условиях экспозиции стронцием .....	280
<i>Долгих О.В., Кривцов А.В., Отавина Е.А., Старкова К.Г., Казакова О.А., Аликина И.Н., Никоношина Н.А., Гусельников М.А.</i> Особенности иммунорегуляторных показателей у детей, проживающих в условиях комбинированной аэрогенной химической нагрузки.....	283

**Раздел VII. Современные аспекты медицины труда.  
Оценка профессиональных рисков здоровью работников**

*Ализаде Ю.С.*

Гигиенические аспекты профилактики фониастрических нарушений  
у преподавателей-лингвистов на донологическом этапе ..... 291

*Шляпников Д.М., Власова Е.М.*

Опыт управления профессиональным риском в условиях превышения  
допустимого уровня шума ..... 296

*Устинова О.Ю., Штина И.Е., Валина С.Л., Землянова М.А., Лужецкий К.П.,  
Маклакова О.А., Клейн С.В.*

Особенности нарушений сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы,  
ассоциированных с воздействием химических факторов риска алюминиевого  
и целлюлозно-бумажного производства..... 301

*Шляпников Д.М., Алексеев В.Б., Власова Е.М., Лебедева Т.М.*

Опыт реализации программы профилактики артериальной гипертензии  
у работников, занятых на выполнении подземных горных работ ..... 306

*Лебедева-Несевря Н.А., Барг А.О., Шляпников Д.М.*

Учет особенностей восприятия работниками организации информации  
о рисках здоровью и построение эффективной системы риск-коммуникации ..... 309

*Шляпников Д.М., Шур П.З.*

К вопросу количественной оценки профессионального риска здоровью  
работающих в условиях воздействия шума, превышающего ПДУ ..... 313

*Долгих О.В., Отавина Е.А., Дианова Д.Г., Аликина И.Н., Рочев В.П., Легостаева Т.А.*

Иммунологические маркеры апоптоза у работающих в условиях  
комбинированного воздействия вредных производственных факторов..... 37

*Лебедева-Несевря Н.А., Гордеева С.С., Соловьев С.С.*

Микросоциальные факторы риска здоровью различных субгрупп экономически  
активного населения России (на материалах всероссийского опроса) ..... 320

*Уланова Т.С., Карнажицкая Т.Д., Пермьякова Т.С.*

Методические аспекты селективного определения фталевой кислоты в воздухе  
рабочей зоны производства фталевого ангидрида ..... 326

Алфавитный указатель ..... 336

## Алфавитный указатель

Аброськина Н.В.	172	Лебедева Т.М.	120, 306
Авдонина Л.Г.	112	Лебедева-Несевря Н.А.	309, 320
Алексеев В.Б.	306	Легостаева Т.А.	317
Ализаде Ю.С.	291	Ломовцев А.Э.	64
Аликина И.Н.	250, 272, 276, 283, 317	Лужецкий К.П.	115, 301
Алимухамедов Д.Ш.	200	Мазунина А.А.	272, 276
Андреева Е.Е.	259	Май И.В.	7, 184, 266
Балашов С.Ю.	165	Маклакова О.А.	115, 301
Барг А.О.	209, 309	Максимова Е.В.	184
Бражкин А.В.	139	Марченко Б.И.	153
Валина С.Л.	115, 301	Никоношина Н.А.	250, 283
Васильев В.В.	225, 231	Никулин А.А.	126
Вековщина С.А.	94, 126	Обеснюк В.Ф.	175
Виленчик К.Е.	126	Отавина Е.А.	250, 272, 276, 280, 283, 317
Власова Е.М.	296, 306	Патяшина М.А.	112
Гараева Л.Т.	112	Пащенко И.Г.	195
Гордеева С.С.	320	Перекусихин М.В.	225
Горяев Д.В.	165	Перминова И.В.	280
Грицков М.К.	149	Пермякова Т.С.	326
Гусельников М.А.	250, 283	Поплавская Т.В.	149
Давлетнуров Н.Х.	16	Попова А.Ю.	7
Данилов А.Н.	46	Рочев В.П.	317
Дерябкина Л.А.	153	Седусова Э.В.	94
Дианова Д.Г.	272, 276, 280, 321	Сергеева С.В.	46
Долгих О.В.	115	Сидоренкова Л.М.	107
Долгих О.В.	250, 272, 276, 280, 283, 317	Синельникова Ю.А.	151
Ефремов В.М.	80	Соловьев С.С.	320
Жданова-Заплесвичко И.Г.	115	Старкова К.Г.	250, 283
Загороднов С.Ю.	165, 266	Степанов Е.Г.	16
Зайцева Н.В.	7	Степанова Н.В.	217, 236
Землянова М.А.	115, 244, 301	Суворов Д.В.	133
Зубарева О.В.	172	Тимашова Т.А.	151
Иванникова И.Ю.	153	Торстенков Н.А.	149, 203
Историк О.А.	29	Трофимова М.В.	112
Ихлов Б.Л.	139	Уланова Т.С.	326
Казакова О.А.	250, 272, 276, 283	Устинова О.Ю.	115, 301
Камалтдинов М.Р.	259	Ушаков А.А.	195
Карнажицкая Т.Д.	326	Филатова С.А.	149, 203
Карпущенко Г.В.	151	Фокин В.А.	130
Катунина А.С.	195	Фоменко А.Н.	98
Кириянов Д.А.	16, 29, 46, 64, 80, 120	Фомина С.Ф.	217, 236
Клейн С.В.	94, 115, 126, 165, 301	Форостяная М.В.	46
Кожанова О.И.	46	Хан А.В.	46
Кокоулина А.А.	165, 266	Хорошавин В.А.	126
Кольдибекова Ю.В.	244	Цинкер М.Ю.	16, 29, 46, 64, 80, 257
Коптырева Л.А.	203	Чигвинцев В.М.	120
Корочкина Ю.В.	231	Шевченко Н.А.	172
Костарев В.Г.	98	Шляпников Д.М.	296, 306, 309, 313
Кошурников Д.Н.	94	Штина И.Е.	115, 301
Кривцов А.В.	250, 272, 276, 283	Шур П.З.	313
Кышов А.М.	98		



Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО  
БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ  
НА УРОВНЕ СУБЪЕКТА ФЕДЕРАЦИИ**

Материалы  
межрегиональной научно-практической интернет-конференции

(Пермь, 11–15 сентября 2017 г.)

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

Корректор *М.Н. Афанасьева*

---

Подписано в печать 27.10.2017. Формат 70×100/16.  
Усл. печ. л. 27,2. Тираж 500. Заказ № 253/2017.

---

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.