

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

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

Материалы
IX Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием

(Пермь, 15–16 мая 2019 г.)

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

Пермь 2019

УДК 614.4
А437

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

ISBN 978-5-398-02167-7

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

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

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

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

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

Редакционная коллегия:

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

ISBN 978-5-398-02167-7

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

4. Макарова Л.П., Соловьев А.В., Сыромятникова Л.И. Актуальные проблемы формирования здоровья школьников // Молодой ученый. – 2013. – № 12 (59). – С. 494–496.

5. Сетко Н.П., Садчикова Г.В. Современные подходы к охране психического здоровья детей и подростков (обзор литературы) // Оренбургский медицинский вестник. – 2016. – Т. 5, № 2. – С. 4–8.

6. Сетко А.Г., Терехова Е.А., Тюрин А.В. Социально-психологическая адаптация детей и подростков как критерий риска воздействия факторов внутришкольной среды // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 9 (306). – С. 39–42.

7. Чубаровский В.В., Лабутьева И.С., Кучма В.Р. Психические состояния у учащихся, подростков: ретроспективный анализ распространенности и пограничной психологической патологии // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 8 (293). – С. 50–53.

Оценка уровней риска неканцерогенных эффектов у подростков в условиях воздействия загрязненного атмосферного воздуха

Э.Р. Валеева, Г.А. Исмагилова, А.И. Зиятдинова

Институт фундаментальной медицины и биологии
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
г. Казань, Россия

Оценивался неканцерогенный риск здоровью подростков, обусловленный химическим компонентом окружающей среды. В условиях комбинированного воздействия наибольшую токсикологическую нагрузку испытывают основные критические органы-мишени: органы дыхания ($HI = 3,04\text{--}2,36$), кровь ($HI = 0,84\text{--}0,53$), заболевания характерны для общего развития организма и заболеваний ССС ($HI = 0,63\text{--}0,55$), ЦНС ($HI = 0,29\text{--}0,21$). Наибольшие значения риска неканцерогенных эффектов заболевания характерны для общего развития организма и заболеваний ССС практически одинаковые и наблюдаются в Кировском ($HI = 0,63$) и Приволжском ($HI = 0,62$) районах. Суммарный риск развития неканцерогенных эффектов среди подростков обусловленный химическими веществами, поступающими с атмосферным воздухом, соответствует среднему уровню. Веществами, вкладывающимися основной процент в риск развития, являются углерод (сажа), взвешенные вещества (PM_{10} и $PM_{2,5}$), азота диоксид, оксид углерода, формальдегид.

Ключевые слова: неканцерогенный риск, здоровье, подростки, атмосферный воздух, органы-мишени.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) загрязнение воздуха является самым крупным в мире экологическим риском для здоровья. Наиболее чувствительным контингентом к действию неблагоприятных факторов окружающей среды являются чувствительные группы населения, в частности подростки, здоровье

и ответные функциональные реакции организма которых могут служить надежным индикатором экологического благополучия региона [1, 2, 6, 8, 11]. Национальные приоритеты должны определяться на основе региональной оценки связанных со здоровьем аспектов химической безопасности, в особенности возникающих вопросов по контролю качества объектов окружающей среды. В настоящее время химический компонент окружающей среды является постоянно действующим фактором на организм человека, и минимизация и обоснование приемлемого уровня риска лежит в основе обеспечения безопасности на международном, национальном и региональном уровнях [3, 13, 14]. Вопросы длительного воздействия низких концентраций химических веществ, в том числе низкодозовое воздействие, в плане возможно скрытых, отдаленных во времени изменений в организме становятся все актуальнее и чаще привлекают внимание исследователей [4, 12, 13, 15].

На сегодняшний день Республика Татарстан (РТ) заняла пятое место в списке наиболее развитых промышленных регионов России, притом, что они входят в группу с диверсифицированной экономикой (Татарстан и Свердловская область). Индекс промышленного производства в Казани по итогам 2018 г. составил 104,8 %. Татарстан занял четвертое место в рейтинге российских регионов по качеству жизни. Исследователи отметили, что 10 регионов-лидеров, среди которых и Татарстан, дают стране половину внутреннего регионального продукта, 40 % оборота торговли и 40 % инвестиций. Население Казани составляет 1,133 млн человек. Казань является городом-миллионером и занимает седьмое место по численности населения РФ. Для Казани характерен достаточно высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, складывающийся из выбросов, как из стационарных, так и из передвижных источников [7].

Цель исследования – оценка неканцерогенного риска и выявление патологических изменений со стороны органов и систем у подростков, проживающих в условиях техногенного фактора среды.

Характер загрязнения атмосферного воздуха, городов ксенобиотиками обусловлен спецификой промышленных предприятий, размещенных в разных климатогеографических и экономических зонах, что диктует необходимость регионального подхода при изучении степени воздействия техногенных загрязнителей и является основанием для анализа влияния ряда социально-экономических факторов на состояние здоровья подрастающего поколения [2, 10]. Основная масса суммарных выбросов загрязняющих веществ от предприятий республики приходится на город Казань (табл. 1).

Таблица 1

Динамика выбросов вредных веществ в атмосферу по РТ и г. Казани (тыс. тонн) [4]

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Республика Татарстан (РТ)	617,5	618,6	666,9
Казань	104,2	106,4	107,3
<i>Промышленность</i>			
Республика Татарстан	293,6	293,6	338,2
Казань	29,4	32,0	32,0
<i>Автотранспорт юридических лиц (физических лиц)</i>			
Республика Татарстан	73,8 (250,1)	74,1 (250,9)	254,9
Казань	15,8 (59,0)	15,9 (58,5)	59,7

Ежегодно в атмосферный воздух города выбрасывается порядка 360 видов химических загрязняющих веществ общей массой около 104–107 тысяч тонн, где доля промышленных выбросов в общем загрязнении составляет 29,4–32 тысяч тонн [4]. Среди примесей, ухудшающих качество воздуха в городе, – токсичные вещества первого и второго классов опасности (хром, бензол, фенол, акролеин, формальдегид) и вещества, обладающие низким порогом раздражающего действия (сероводород, аммиак, едкий натр и т.п.). Более 67,5 % всех выбросов стационарных источников формирует ОАО «Казаньоргсинтез», порядка 10,0 % – ТЭЦ-1. Существенное загрязнение создают ТЭЦ-2, МУП ПО «Казэнерго», ООО «Казанский комбинат силикатных стеновых материалов».

Таблица 2

Сведения о массе выбросов, поступающих в атмосферу от промышленных предприятий основных отраслей Республики Татарстан [4]

Параметр	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Республика Татарстан	579,7	605,4	633,4	617,5	618,6	666,9	–
Казань	99,9	102,8	106,8	104,2	106,4	107,3	–
<i>Промышленность</i>							
Республика Татарстан	277,9	288,1	298,1	293,6	293,6	338,2	285,9
Казань	30,6	29,3	29,0	29,4	32,0	32,0	32,4
<i>Автотранспорт (юридических лиц и физических лиц)</i>							
Республика Татарстан	301,8	317,3	335,3	323,9	325,0	328,7	371,7
Казань	69,3	73,5	77,8	74,8	74,4	75,3	–

Оценка неканцерогенного риска осуществлялась по результатам исследований, выполненных на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» согласно руководству по оценке риска для здоровья населения (Р 2.1.10.1920-04). Анализ экспозиции химических веществ путем ингаляции проводился с использованием оценки хронического суточного потребления (ADDch) с использованием стандартных формул [10]. Неканцерогенный риск оценивали на основании коэффициентов опасности (HQ) для каждого вещества с использованием стандартных и региональных факторов экспозиции на уровне медианы (Me) – обычный диапазон экспозиции и 95-го перцентиля (P_{95}) – максимально разумная экспозиция (1):

$$\sum HQ = \frac{ADD}{RfD}, \quad (1)$$

где RfD – безопасный уровень воздействия для каждого из веществ ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$)
Суммарные коэффициенты опасности (HI) рассчитывали по формуле (2):

$$THI = \sum HQ. \quad (2)$$

Характеристика общетоксических эффектов выполнена на основе коэффициентов опасности (HQ) отдельных веществ и суммарных индексов опасности (HI) для веществ с однонаправленным механизмом действия [7]. За допустимый уро-

вень неканцерогенных эффектов принимали значения HI от 1,1 до 3,0, диапазон значений HI от 3 до 6 рассматривали как настораживающий уровень риска, а HI выше 6 – как высокий. Современным и более точным подходом оценки возникновения патологических изменений в организме считаются вероятностные подходы на основе оценки риска для здоровья в результате воздействия химических веществ, исходя из среднегодовых концентраций и их верхних 95%-ных доверительных границ, установленных по среднесуточным концентрациям в объектах окружающей среды [14].

Риск развития неканцерогенных эффектов у подростков от воздействия загрязнения атмосферного воздуха оценивали согласно Р 2.1.10.1920-04 [10] по коэффициентам опасности. Расчет суточных доз при ингаляционном воздействии веществ осуществляли по данным мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» за период с 2007–2017 гг.

Установлено, что наибольший вклад в суммарную величину риска (HI) вносят: оксид углерода, формальдегид, диоксид азота, взвешенные частицы $PM_{2,5}$ и PM_{10} и углерод (сажа). Все изучаемые вещества не превышают порога коэффициента опасности, однако их сумма выявила высокие значения рисков в Приволжском ($HI = 3,23$), Кировском ($HI = 3,04$), Советском ($HI = 2,66$) и Вахитовском ($HI = 2,61$) районах (табл. 3).

Таблица 3

Результаты оценки суммарного риска неканцерогенных эффектов от химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, для подростков г. Казани (по районам) районов

Вещество	Район			
	Кировский	Приволжский	Советский	Вахитовский
Азота диоксид	0,57	0,45	0,53	0,56
Серы диоксид	0	0	0,0007	0
Углерода оксид	0,27	0,21	0,27	0,24
Углерод (сажа)	0,71	0,36	0,62	0,54
Взвешенные вещества	0,44	0,45	0,43	0,40
Взвешенные частицы PM_{10}	0,36	0,41	0,27	0,30
Взвешенные частицы $PM_{2,5}$	0,54	0,58	0,40	0,43
Бензин	0,01	0,002	0,01	0,01
Формальдегид	0,11	0,08	0,09	0,10
Бенз(а)пирен	0	0,66	0	0
Бензол	0,0003	0	0	0,00012
HI	3,04	3,23	2,66	2,61

Установлено, что наибольший вклад в суммарную величину HI вносят: оксид углерода, формальдегид, диоксид азота, взвешенные частицы $PM_{2,5}$ и PM_{10} и углерод (сажа). Коэффициент опасности по оксиду углерода превышен в 3 раза в Кировском, Вахитовском, Советском районах. Остальные вещества не превышают порога коэффициента опасности, однако их сумма выявила высокие значения рисков в Приволжском ($HI = 3,23$), Кировском ($HI = 3,04$), Советском ($HI = 2,66$) и Вахитовском ($HI = 2,61$) районах (табл. 4).

Таблица 4

Суммарные коэффициенты опасности (*HI*) общетоксического воздействия при комбинированном воздействии химических веществ для здоровья подростков по отдельным районам г. Казани

Критические органы и системы	Район			
	Кировский	Приволжский	Советский	Вахитовский
Органы дыхания	3,04	2,36	2,38	2,37
Кровь	0,84	0,66	0,53	0,81
Сердечно-сосудистая	0,63	0,62	0,55	0,55
Развитие	0,27	0,87	0,55	0,55
ЦНС	0,28	0,21	0,28	0,25
Системный	0,71	0,36	0,62	0,54
Зубы	0,71	0,36	0,62	0,54
Смертность	1,35	1,45	1,12	1,13
Глаза	0,13	0,08	0,10	0,11
Печень	0,01	0,003	0,01	0,011
Почки	0,01	0,003	0,01	0,011
Иммунная система	0,11	0,74	0,09	0,108
Рак	0,00	0,66	0,000	0,00
<i>HI</i>	8,14	8,43	6,90	7,01

В условиях комбинированного воздействия наибольшую токсикологическую нагрузку испытывают основные критические органы-мишени: органы дыхания ($HI = 3,04-2,36$), кровь ($HI = 0,84-0,53$), заболевания, характерные для общего развития организма и заболеваний ССС ($HI = 0,63-0,55$), ЦНС ($HI = 0,29-0,21$) (рисунок).

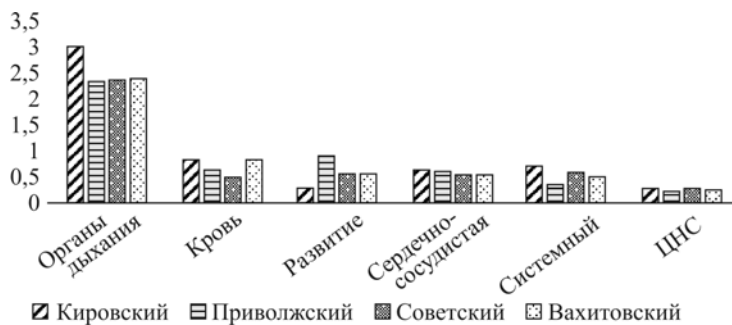


Рис. Суммарные индексы опасности для отдельных органов и систем для подростков в точках мониторинга

Распределение значений коэффициента опасности для органов дыхания по районам города показало $HI = 3,04$ (Кировский район), $HI = 2,37$ (Вахитовский), $HI = 2,38$ (Советский) и $HI = 2,36$ (Приволжский), что является высокими уровнями риска. Общетоксическое влияние химических веществ на заболевания крови распределилось следующим образом: Кировский и Вахитовский являются лидерами, где $HI = 0,84$ и $HI = 0,81$ соответственно, далее Приволжский район ($HI = 0,66$) и Советский ($HI = 0,53$). Наибольшие значения риска неканцерогенных эффектов заболевания характерны для общего развития организма и заболеваний ССС, практически одинаковые и наблюдаются в Кировском ($HI = 0,63$) и Приволжском ($HI = 0,62$),

в остальных районах риск составил 0,56–0,55. По влиянию химических веществ на ЦНС в Кировском и Советском районах города значения одинаковые и составили $HI = 0,28$. В Советском и Приволжском районах значения приближены $HI = 0,26–0,21$. Отличие по заболеванию общего развития организма по Приволжскому району, которое составило $HI = 0,87$, что явилось наибольшим значением среди анализируемых районов. Самые низкие уровни риска развития неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном поступлении химических веществ проявились во влиянии на глаза, печень, почки, красный мозг, репродуктивную, гормональную систему. Риск смертности по изучаемым районам показал, что во всех районах города следующие показатели: Приволжский и Кировский $HI = 1,45$ и $1,35$ соответственно; Вахитовский $HI = 1,13$, Советский районах $HI = 1,12$ (табл. 5).

Таблица 5

Ранжирование основных химических веществ по вкладу в суммарный коэффициент опасности, %

Вещество	Район			
	Кировский	Приволжский	Советский	Вахитовский
Азота диоксид	19,72	13,93	19,92	21,45
Углерода оксид	9,34	6,50	10,15	9,19
Углерод (сажа)	24,56	11,14	23,30	20,68
Взвешенные вещества	15,22	13,93	16,16	15,32
Взвешенные частицы PM_{10}	12,45	12,69	10,15	11,49
Взвешенные частицы $PM_{2,5}$	18,68	17,95	15,03	16,47
Бенз(а)пирен	0	16,09	0	0
Остальные вещества	0,03	6,0	5,29	5,39
HI	3,04	3,23	2,66	2,61

Долевой вклад химических веществ показал, что первое ранговое место влияния на возникновение негативных эффектов для здоровья подростков занимает азота диоксид, который составил 21,45 % в Вахитовском районе, тогда как в Кировском и Советских районах высокий показатель у углерода (сажа) – 24,56 и 23,30 % соответственно. На третьем месте взвешенные частицы $PM_{2,5}$, и разброс значений по районам составил 18,68–15,03 %. Представленные выводы о медицинских аспектах загрязнения воздуха, согласно проектам REVIHAAP и HRAPIE ВОЗ/ЕК, подтверждают, что наружное загрязнение воздуха является важным фактором риска для здоровья и ведущей причиной болезней и смертности во всем мире. Загрязнение PM вносит значительный вклад в формирование бремени болезней, сокращая среднюю продолжительность жизни от 9 месяцев. В недавно опубликованном исследовании, посвященном глобальному бремени болезней, загрязнение атмосферного воздуха мелкими PM занимает восьмое место в структуре ведущих факторов риска – до 3,2 млн преждевременных случаев смерти в мире ежегодно [6, 8, 16].

При анализе данных ранжирование основных химических веществ по вкладу в суммарный коэффициент опасности в Приволжском районе имели свои особенности распределения. Веществами, вкладывающими основной процент в риск развития неканцерогенных эффектов, являются взвешенные частицы $PM_{2,5}$ (17,95 %), второе место занимает бенз(а)пирен (16,09 %), третье место – азота диоксид (13,93 %). На долю остальных веществ приходятся небольшие значения, где 6,0; 5,29 и 5,39 % в Приволжском, Советском и Вахитовских районах соответственно.

Оценка риска для подростков, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха, показала, что наибольший вклад в суммарную величину *HI* при ингаляционном поступлении вносят: азота диоксид, который составил 21,45 % в Вахитовском районе, тогда как в Кировском и Советских районах – углерод (сажа) – 24,56 и 23,30 % соответственно. Третье место занимают взвешенные частицы $PM_{2,5}$, и разброс значений по районам составляет от 15,03 до 18,68 %. Настораживающий уровень риска для подростков определяется в Приволжском ($HI = 3,23$) и Кировском ($HI = 3,04$) районах. На втором месте общетоксического влияния химических веществ определялся риск заболевания крови. Общетоксическое воздействие химических веществ на ЦНС во всех изучаемых районах города находилось при хроническом ингаляционном поступлении химических веществ, проявилось во влиянии на глаза, печень, почки, иммунную системы. Суммарный риск развития неканцерогенных эффектов у подростков при поступлении химических веществ с атмосферным воздухом соответствует среднему уровню. Веществами, вкладывающими основной процент в риск развития неканцерогенных эффектов, являются углерод (сажа), взвешенные вещества (PM_{10} и $PM_{2,5}$), азота диоксид, оксид углерода, формальдегид.

Список литературы

1. Актуальные проблемы в системе государственного регулирования химической безопасности / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Х.Х. Хамидулина, Н.С. Скворцова, Т.Н. Унгурияну, С.В. Иванова // Гигиена и санитария. – 2013. – № 4. – С. 74–78.
2. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 4–13.
3. Гармонизация с международными подходами методических документов по методам оценки мутагенных свойств химических факторов окружающей среды / В.С. Журков, С.М. Новиков, Л.П. Сычева, Ф.И. Ингель, Л.В. Ахальцева, В.В. Юрченко // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 49–52.
4. Новиков С.М., Унгурияну Т.Н. Оценка химического воздействия на работающее население в моногородах // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 74–78.
5. О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2016 г.: Государственный доклад. – Казань, 2017. – 508 с.
6. Основные выводы о медицинских аспектах загрязнения воздуха: проекты REVINAAP и hrapie ВОЗ/ЕК / М.Е. Héroux, М. Braubach, N. Korol, M. Krzyzanowski, E. Paunovic, I. Zastenskaya // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 9–14.
7. Оценка риска для здоровья населения города Казани от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух (по данным лабораторных исследований различных ведомств) / В.В. Гасилин, Е.П. Бочаров, А.А. Айзатуллин, Д.М. Игнатъев // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 3. – С. 41–45.
8. Потенциал государств-членов Европейского региона ВОЗ в области предотвращения негативных эффектов химических веществ на здоровье населения и меры по его укреплению / I. Zastenskaya, M. Braubach, M.E. Héroux, N. Korol, E. Paunovic // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 11–15.
9. Просвирякова И.А., Шевчук Л.М. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц и PM_{10} и $PM_{2,5}$ в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 14–22.

10. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
11. Рахманин Ю.А. Актуализация проблем экологии человека и гигиены окружающей среды и пути их решения // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 4–8.
12. Рахманин Ю.А. Гигиеническая оценка атмосферного воздуха в районах с различной степенью развития дорожно-автомобильного комплекса // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (12). – С. 1117–1121.
13. Рахманин Ю.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–11.
14. Флетчер Р. Клиническая эпидемиология // Основы доказательной эпидемиологии. – М.: Медиа Сфера, 1998. – 352 с.
15. Хорпякова Т.В., Пасечная О.М. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха и аэротехногенного риска для здоровья населения // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – № 3. – С. 914–918.
16. Air Qual Atmos Health Health risk associated with potential source regions of PM 2.5 in Indian cities / S.K. Sahu, H. Zhang, H. Guo [et al.]. – 2019. – № 12. – P. 327.

Гигиеническая оценка параметров освещенности учебных кабинетов, ориентированных на северные и южные стороны горизонта, и прогнозирование рисков нарушений здоровья школьников

**Н.А. Зубцовская, И.И. Новикова, Ю.В. Ерофеев,
М.А. Лобкис, М.А. Кузьменко, Г.П. Ивлева**

ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора,
г. Новосибирск, Россия

В рамках задач исследования были проведены работы по изучению влияния факторов школьной среды на функциональное состояние обучающихся. Исследование выполнено на примере искусственно сформированных модельных условий на базе общеобразовательной организации г. Екатеринбурга. В ходе исследования была дана оценка фактических и модельных условий обучения школьников в общеобразовательной организации, проанализированы показатели здоровья школьников, проведено динамическое наблюдение во время образовательного процесса за функциональным состоянием школьников (напряжение зрительного анализатора). В процессе исследования не выявлены риски повышенного напряжения зрительного анализатора в ходе учебного дня во время занятий в режиме первой смены в учебных кабинетах, ориентированных на северо-восток, юг, при

Гигиеническая оценка риска здоровью подростков, обусловленному поступлением химических веществ с почвой

Г.А. Исмаилова, Э.Р. Валеева

Институт фундаментальной медицины и биологии
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
г. Казань, Россия

Определены основные органы-мишени и критические системы воздействия, выделены приоритетные контаминанты и химические вещества, поступающие с почвой и вносящие основной вклад в суммарную величину неканцерогенного риска. По величине суммарных коэффициентов (Z_c) наиболее грязными районами являются Кировский и Приволжский, что можно объяснить сосредоточением промышленных предприятий в этих зонах города. Приоритетными загрязнителями городских почв являются нефтепродукты, нитраты, сульфат кадмия и цинк. Среди всех изученных способов поступления химических веществ наиболее значимый накожный путь. Приоритетными загрязнителями городских почв являются нефтепродукты, нитраты, сульфат кадмия и цинк. Более высокое распределение значений коэффициента опасности для здоровья подростков выявлено для почек, органов дыхания, крови и гормонов.

Ключевые слова: почва, приоритетные загрязнители, неканцерогенный риск, здоровье, подростки.

Химическая безопасность является приоритетной задачей развития государства [6, 13, 17]. Глобальность экологических проблем в настоящее время требует современных подходов в оценке ситуации, которая складывается в результате антропогенной нагрузки в крупных городах и обусловлена промышленными техногенными выбросами и аккумуляцией различных поллютантов в почвах. Уровень здоровья населения становится в прямую зависимость от интенсивности, продолжительности влияния загрязнений и степени адаптации индивида к среде обитания. Наиболее подвержены такому влиянию дети и подростки [5, 6, 9–11, 13].

Состояние почвы имеет важнейшее значение для оценки экологического состояния, в частности города Казани, так как почва является чувствительной к антропогенному воздействию. Важной особенностью почвы является то, что она не обладает свойством быстрого самоочищения и восстановления, и химические вещества сохраняются в ней многие годы. Загрязненная почва может стать источником вторичного загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, продуктов питания растительного и животного происхождения и тем самым влиять на эколого-гигиеническую обстановку в целом [1, 3, 4, 6, 7, 17, 22]. В настоящее время тяжелые металлы (ТМ) стали выраженным экологическим фактором [2, 4, 16, 18]. В связи с процессом урбанизации почвы города претерпевают необратимые изменения. Металлы, накапливающиеся в почве, медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции. Национальные приоритеты должны определяться на основе региональной оценки

связанных со здоровьем аспектов химической безопасности, в особенности возникающих вопросов по контролю качества объектов окружающей среды (питьевой воды, продуктов питания, атмосферного воздуха и почвы) [1, 13, 15, 20].

Оценка рисков для здоровья является методом и основой для прогнозирования возможных последствий воздействия химических загрязнителей и принятия решений для его предотвращения, направленных на защиту уязвимых групп населения, которой руководствуются международные организации по окружающей среде, ВОЗ, ФАО/ВОЗ, Комиссия ООН, Евросоюз, ВТО и другие организации. Определение приоритетов в этом направлении может содействовать снижению бремени неинфекционных заболеваний взрослого и детского населения и увеличению продолжительности жизни населения [1, 5, 13, 14, 16, 18, 19].

Цель работы – установить значимость химических веществ, поступающих из окружающей среды, в частности из почвы, на здоровье подростков на территории г. Казани. Анализ распределения геохимических показателей, полученных в результате апробирования почв по регулярной сети, дает пространственную структуру загрязнения селитебных территорий и позволяет выделить зоны риска для здоровья населения.

Материалы и методы. Проанализированы данные за 2004–2017 гг., полученные в ходе осуществления социально-гигиенического мониторинга и выполненные на базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РТ». Пробы почвы отбирали на территориях повышенного риска воздействия на здоровье населения – селитебные территории, детские дошкольные, школьные и лечебные учреждения (табл. 1).

Таблица 1

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям [10]

Муниципальные образования	Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам, %		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Республика Татарстан	7,4	5,1	5
Казань	1,6	4,5	6,1

Оценка неканцерогенного риска, обусловленного аэротехногенной нагрузкой, проведена в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и включала расчет коэффициентов и индексов опасности [12].

Результаты и их обсуждение. Валовое средневзвешенное содержание химических веществ в почвах на территории г. Казани распределилось следующим образом: первое место заняли нефтепродукты (Вахитовский, Советский, Кировский, Приволжский – распределение по убыванию), второе – нитраты (Советский, Вахитовский, Кировский, Приволжский – по убыванию), третье – сульфаты Вахитовский (29,64), Кировский (15,38) Советский и Приволжский соответственно 7,19 и 4,49 (табл. 2).

Высокое значение по кадмию определено только в Советском районе (33,9). Цинк выявлен во всех районах города, но показатели незначительные: Кировский (6,1), Советский, Приволжский (3,2) и завершает Вахитовский (2,1) район города.

По величине суммарных коэффициентов (Z_c) наиболее грязными районами являются Кировский и Приволжский, что можно объяснить сосредоточением промышленных предприятий в этих зонах города.

Т а б л и ц а 2

Валовое средневзвешенное содержание химических веществ в почвах на территории г. Казани (мг/кг) (50 % Perc и 95 % Perc)

Вещество	Приволжский		Кировский		Советский		Вахитовский	
	50 %	95 %	50 %	95 %	50 %	95 %	50 %	95 %
Аммиак (по азоту)	2,13	2,14	2,90	10,49	8,910	8,910	0,00	0,00
Нитраты (по NO ₃)	17,73	51,15	47,86	128,73	120,	54,36	85,87	33,87
Сера элементарная	1,60	6,50	5,14	2,1	0,65	2,64	9,98	2,94
Сульфаты	4,49	19,46	15,38	6,39	11,35	7,19	29,64	8,37
Кадмий	0,08	0,16	0,21	0,25	33,95	0,10	0,38	0,13
Мышьяк	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00
Ртуть	0,01	0,00	0,01	0,09	0,00	0,00	0,00	0,01
Свинец	0,97	0,03	1,53	3,50	0,02	2,31	0,04	2,14
Медь	0,62	1,95	0,63	1,86	4,69	1,67	5,88	1,15
Цинк	3,13	1,35	6,15	16,03	3,260	8,32	2,15	5,22
Хлориды	5,27	9,45	4,18	6,45	17,49	5,27	10,35	4,37
pH	7,16	10,99	6,99	7,66	8,84	7,05	7,95	6,98
Обменный аммоний	6,21	7,59	8,53	13,8	7,58	6,87	7,67	6,87
Нефтепродукты (суммарно)	322,99	756,13	445,2	951	831,7	376,4	940,88	444,82

Т а б л и ц а 3

Пероральное поступление химических веществ с почвой

Химическое вещество	Референтная доза, мг/м ³	Величина поступления, мг/кг (в день)			
		Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Кадмий	2,00E-05	0	0	0,01	0,01
Ртуть	0,0003	0	0	0	0
Свинец	0,0005	0,04	0,07	0,09	0,12
Нефтепродукты (суммарно)	0,071	5,97	19,03	16,63	18,82
Медь	0,00002	0,02	0,04	0,07	0,04
Нитраты (по NO ₃)	130	0,19	2,57	2,40	1,72

Т а б л и ц а 4

Неканцерогенный риск для здоровья подростков при пероральном пути поступления

Химическое вещество	Референтная доза, мг/м ³	Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Кадмий	2,00E-05	0,00002	0,00004	0,00005	0,00006
Ртуть	0,0003	0,00001	0,00002	–	0,00001
Свинец	0,0005	0,00004	0,00007	0,00010	0
Нефтепродукты (суммарно)	0,071	0	0,00235	0	0
Медь	0,00002	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
Нитраты (по NO ₃)	130	–	0,00001	0,00001	–

Сравнительный анализ оценки неканцерогенного риска среди подростков при различных способах поступления показал, что нефтепродукты вносят наиболее значительный вклад в риск, причем в основном при накожном действии (табл. 3–6).

Таблица 5

Накожное поступление химических веществ с почвой

Химическое вещество	Референтная доза, мг/м ³	Величина поступления, мг/кг (в день)			
		Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Кадмий	2,00E-05	0	0	0,01	0,01
Ртуть	0,0003	0	0	0	0
Свинец	0,0005	0,04	0,07	0,09	0,12
Нефтепродукты (суммарно)	0,071	5,97	19,03	16,63	18,82
Медь	0,00002	0,02	0,04	0,07	0,04
Нитраты (по NO ₃)	130	0,19	2,57	2,40	1,72

Таблица 6

Неканцерогенный риск для здоровья подростков по районам города при ингаляционном пути поступления

Химическое вещество	Референтная доза, мг/м ³	Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Аммиак (по азоту)	0,1	0,00001	0,00003	0,00002	–

Суммарный неканцерогенного риск выше в Кировском и Вахитовском районах города, а среди способов поступления наиболее значимый накожный (табл. 7).

Таблица 7

Суммарный неканцерогенный риск для здоровья подростков

Способ поступления	Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Накожный	0,020	0,030	0,020	0,030
Пероральный	0,00008	0,0025	0,00017	0,00008
Ингаляционный	0,00001	0,00003	0,00002	–
Сумма	0,0202	0,0327	0,0204	0,0302

Более высокое распределение значений коэффициента опасности для здоровья подростков выявлено для почек, органов дыхания, крови и гормонов. На уровне 95-го перцентиля коэффициента опасности наиболее высокий у подростков риск со стороны болезней почек 0,025142–0,032787 (соответственно Кировский и Советский районы). По значениям риска неканцерогенных эффектов второе место заняли гормоны с высокими показателями в Приволжском и Вахитовском районах (0,000157–0,000154). На третьем месте общетоксического влияния химических веществ определялся риск по болезням крови с самыми высокими показателями в Вахитовском районе (0,000179–0,000302). Неканцерогенный риск по болезням органов дыхания – 0,000020–0,000157 (Советский и Приволжский районы соответственно). Индексы опасности (*HI*), рассчитанные на основе медианных значений коэффициентов опасности, были менее 1,0, что говорит о низком риске. По районам города самые высокие суммарные индексы определены в Советском (*HI* = 0,033398) и Приволжском районах (*HI* = 0,02825) (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Распределение значений коэффициента опасности для здоровья населения по районам города (95 % *perc*)

Критические органы и системы	Приволжский	Кировский	Советский	Вахитовский
Гормон	0,000117	0,000168	0,000242	0,000436
ОД	0,000157	0,000073	0,000020	0,000154
Кровь	0,000180	0,000106	0,000179	0,000302
ССС	0,000012	0,000005	0,000012	0,000009
Почки	0,027626	0,025142	0,032787	0,025141
ЦНС	0,000158	0,000095	0,000158	0,000287
<i>HI</i>	0,02825	0,025589	0,033398	0,02632

В результате проведенных исследований установлено, что среднее валовое содержание химических веществ не превышает установленных гигиенических нормативов. Обнаруживаемые концентрации нефтепродуктов могут стать причиной изменения физико-химических свойств почвы, привести к нарушению процессов ее самоочищения, увеличению устойчивости загрязняющих веществ в почве, ухудшая эколого-гигиеническое состояние почвы в целом [2, 19, 20, 22]. Приоритетными загрязнителями городских почв являются нефтепродукты, нитраты, сульфат кадмия и цинк. Суммарный неканцерогенный риск выше в Кировском и Вахитовском районах города, а среди способов поступления наиболее значимый – накожный. Распределение значений коэффициента опасности для здоровья подростков при ингаляционном поступлении определено для следующих критических органов-мишеней: почек, гормонов, крови и органов дыхания.

Список литературы

1. Гармонизация с международными подходами методических документов по методам оценки мутагенных свойств химических факторов окружающей среды / В.С. Журков, Л.П. Сычева, Ф.И. Ингель, Л.В. Ахальцева, В.В. Юрченко // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 49–52.
2. Гасымова Л.С. Тяжелые металлы в урбоземах города Баку // Материалы докладов VI Съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева // Всероссийская с международным участием научная конференция «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования (Петрозаводск–Москва, 13–18 августа 2012 г.). – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. – Т. 3. – 625 с.
3. Иванов В.П., Васильева О.В., Полоников А.В. Научно-методологические основы оценки риска для здоровья населения при комплексном эколого-гигиеническом исследовании территорий // Экология человека. – 2012. – № 11. – С. 11–16.
4. Изучение здоровья населения, проживающего в зоне влияния крупного промышленного предприятия, с применением оценки риска и эпидемиологических методов исследования / Н.В. Зайцева, Д.М. Шляпников, П.З. Шур, В.Б. Алексеев, Т.Н. Унгурияну, Р.В. Бузинов // Экология человека. – 2013. – № 12. – С. 33–38.
5. Кашапов М.Г. Гигиеническая оценка влияния факторов окружающей среды на здоровье подростков в нефтегазодобывающем регионе // Гигиена и санитария. – 2008. – № 4. – С. 15–18.

6. Май И.В. Установление и доказательство вреда здоровью гражданина, наносимого негативным воздействием факторов среды обитания // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2013. – № 11 (248). – С. 4–6.
7. Новиков С.М., Унгуряну Т.Н. Оценка химического воздействия на работающее население в моногородах // *Гигиена и санитария*. – 2014. – № 5. – С. 74–78.
8. О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2016 г.: Государственный доклад. – Казань, 2017. – 508 с.
9. Потенциал государств-членов Европейского региона воз в области предотвращения негативных эффектов химических веществ на здоровье населения и меры по его укреплению / I. Zastenskaya, M. Braubach, M.E. Héroux, N. Korol, E. Raupovic // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 5. – С. 11–15.
10. Почва как источник экологических рисков. Проблемы нормирования и ведения мониторинга уровня загрязнения почвы химическими веществами / Ж.М. Бекшин, А.А. Турмухамбетова, В.А. Узбеков, А.А. Белонog, А.А. Мамырбаев, Н.З. Перепичко // *Медицина и экология*. – 2015. – № 3 (76). – С. 42–47.
11. Прусаков В.М., Прусакова А.В., Зайкова З.А. Динамика риска заболеваемости населения в промышленных городах Иркутской области // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 5. – С. 63–69.
12. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
13. Рахманин Ю.А., Сеницына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 5. – С. 4–10.
14. Русаков Н.В. Методологические проблемы неинфекционной эпидемиологии и гигиены при химическом загрязнении окружающей среды // *Гигиена и санитария*. – 2016. – № 9. – С. 797–800.
15. Современные проблемы разработки гигиенических нормативов в почве / И.А. Крятов, Н.И. Тонкопий, О.В. Ушакова, М.А. Водянова // *Гигиена и санитария*. – 2012. – № 5. – С. 69–72.
16. Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве на территории нефтедобывающих районов Республики Татарстан / Е.А. Тафеева, А.В. Иванов, А.А. Титова, И.В. Петров // *Гигиена и санитария*. – 2016. – № 10. – С. 939–941.
17. Сравнительная оценка канцерогенных рисков здоровью населения при многосредовом воздействии химических веществ / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, Л.М. Воробьева, Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, С.В. Куркатов // *Гигиена и санитария*. – 2015. – № 2. – С. 88–92.
18. Степанова Н.В., Валеева Э.Р., Фомина С.Ф. Подходы к ранжированию городской территории по уровню загрязнения тяжелыми металлами // *Гигиена и санитария*. – 2015. – № 5. – С. 56–61.
19. Хамидулина Х.Х., Рабикова Д.Н. Преимущества и проблемы внедрения согласованной на глобальном уровне системы классификации опасности и маркировки химической продукции в практику отечественной профилактической токсикологии и гигиены // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 5. – С. 16–18.
20. Химическая безопасность Российской Федерации. Проблемы и пути решения / М.Ю. Комбарова, Е.И. Савельева, С.Г. Петунов, А.С. Радиков, В.Р. Рембовский, Л.А. Аликбаева // *Медицина экстремальных ситуаций*. – 2018. – № 3. – С. 383–397.

21. Химическое загрязнение почв города Таганрога как фактор риска для здоровья населения / Г.Т. Айдинов, Б.И. Марченко, Л.А. Дерябкина, Ю.А. Синельникова // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 13–20.

22. Tsybikova E., Shantanova L., Tsybikov E. The influence of urbanization on the physical development of buryat children // Arctic dialogue in the global world. The Proceedings of Joint Science and Education Conference. – 2015. – P. 76–77.

Оценка информированности и приверженности школьников вопросам профилактики заболеваний органов дыхания в ряде муниципальных образований Свердловской области

А.А. Котова, Е.П. Потапкина, А.О. Эккарт, А.А. Косова

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ,
г. Екатеринбург, Россия

Приведены результаты оценки информированности учащихся образовательных учреждений муниципальных образований Свердловской области по вопросам профилактики заболеваний органов дыхания, ведения здорового образа жизни. Полученные результаты социологического опроса, проведенного в рамках ведения социально-гигиенического мониторинга, явились основой разработки мероприятий по снижению рисков для здоровья детей.

Ключевые слова: школьники, профилактика, информированность, заболеваемость, риски для здоровья, социально-гигиенический мониторинг.

Профилактика заболеваний органов дыхания у детей представляет собой одну из серьезнейших медицинских и социально-экономических проблем. Актуальность изучения рисков заболеваемости дыхательной системы диктуется региональными особенностями Свердловской области, где в ранге основных групп факторов риска среды обитания, влияющих на здоровье населения в Свердловской области, на первом месте стоит комплексная химическая нагрузка, формируемая атмосферным воздухом, влияющая на заболеваемость органов дыхания населения. Численность подверженного населения Свердловской области 3 млн 337,1 тысячи человек (77,1 %) [3]. Болезни органов дыхания занимают ведущее место в структуре заболеваемости детей и подростков в Свердловской области. Стоит отметить, что территории, анализируемые в исследовании (муниципальное образование «город Екатеринбург», Арамилский городской округ), входят в перечень лидеров Свердловской области по заболеваемости органов дыхания среди школьников [2]. Дети и подростки – наиболее уязвимая категория населения; помимо региональных особенностей на здоровье дыхательной системы влияют факторы образа жизни моло-