Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических
технологий управления рисками здоровью населения»
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 профессионального образования
«Пермский государственный национальный исследовательский университет»
Государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Том 1

Материалы
VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(Пермь, 11–13 мая 2016 г.)

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

Пермь 2016

УДК 614.2
А43

А43 **Актуальные** проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием : в 2 т. / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь : Книжный формат, 2016.

ISBN 978-5-91754-219-5

Т. 1. – 432 с.
ISBN 978-5-91754-221-8

Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» обобщают результаты комплексных фундаментальных и прикладных исследований в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации на современном этапе социально-экономического развития страны.

Представлены правовые и научно-методические аспекты оценки рисков для здоровья населения при воздействии разнородных факторов внешней, производственной среды, образа жизни. Широко освещен региональный опыт субъектов Федерации в части гигиенических оценок ситуации по данным социально-гигиенического мониторинга. Ряд статей посвящен оптимизации санитарно-эпидемиологического надзора в рамках риск-ориентированной модели деятельности санитарной службы.

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*, *М.М. Цинкер*

УДК 614.2

ISBN 978-5-91754-221-8 (т. 1)
ISBN 978-5-91754-219-5

© ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2016

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель

Попова Анна Юрьевна, д-р мед. наук, проф.	Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главный государственный санитарный врач Российской Федерации

Заместитель председателя

Зайцева Нина Владимировна, акад. РАН, д-р мед. наук, проф.	Директор ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Члены организационного комитета

Алексеев Вадим Борисович, д-р мед. наук	Зам. директора по организационно-методической работе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Звездин Василий Николаевич, канд. мед. наук	Председатель совета молодых ученых и специалистов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Литвиненко Николай Иванович, проф.	Декан биологического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета (по согласованию)
Май Ирина Владиславовна, д-р биол.наук, проф.	Заместитель директора по научной работе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Мустафина Илина Закарияновна, канд. мед. наук	Начальник отдела гигиенического научного обеспечения службы Управление научного обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и международной деятельности Роспотребнадзора
Костарев Виталий Геннадьевич, канд. мед. наук	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю
Семенов Вячеслав Иванович	Главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае»
Фельдблюм Ирина Викторовна, д-р мед. наук, проф.	Заведующая кафедрой эпидемиологии с курсом гигиены и эпидемиологии ФПК и ППС ГБОУ ВПО ПГМА им. акад. Е.А. Вагнера Минздравсоцразвития России (по согласованию)
Малютина Наталья Николаевна, д-р мед наук, проф.	Заведующая кафедрой профессиональных болезней, промышленной экологии и терапии с курсом профпатологии ФПК и ППС ГБОУ ВПО ПГМА им. акад. Е.А. Вагнера Минздравсоцразвития России (по согласованию)

Технический секретариат конференции

Цинкер Мария Михайловна	Редактор ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Зырянов Вадим Владимирович	Заведующий отделением научной, методической и патентной информации ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Обращение руководителя Роспотребнадзора А.Ю. Поповой к участникам VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием

«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ»

Уважаемые коллеги! Дорогие гости конференции!

Седьмая, уже ставшая традиционной конференция «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» начинает свою работу.

Большое число участников, представляющих практически все регионы Российской Федерации, страны Евразийского экономического союза, дальнее зарубежье, свидетельствует об актуальности задач обеспечения гигиенической и эпидемиологической безопасности территорий и населения.

Тематика конференции особенно важна в современных условиях, когда гармонизация российских нормативных и методических документов и подходов с мировыми является велением времени. При этом лучшие отечественные традиции и достижения не должны быть утрачены. Сегодня Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека активно укрепляет базу для успешного функционирования страны в границах единого экономического пространства Таможенного союза, Всемирной торговой организации, Шанхайской организации сотрудничества, других международных систем и союзов.

Мы готовы делиться своим опытом и воспринимать все лучшее, что наработано зарубежными учеными и специалистами-практиками. В этой связи хочется выразить благодарность нашим коллегам из республик Беларуси и Казахстана, совместно с которыми под эгидой Евразийской экономической комиссии подготовлен документ по оценке риска продукции. Мы благодарны коллегам из Соединенных Штатов Америки, Италии, чьи разработки представляют несомненную научную ценность и интерес для российской аудитории.

Крайне значимо, что в рамках конференции проводится конкурс работ молодых ученых и специалистов службы. Возможность прямого тесного общения профессионалов высшей квалификации с теми, кто только начинает свой трудовой путь, позволяет молодым быстрее и глубже понять поставленные перед ними задачи, адаптироваться к требованиям работы государственной системы органов и организаций Роспотребнадзора, видеть перспективы своего профессионального и научного роста.

Уверена, что в ходе работы конференции будет проведен всесторонний анализ положения дел в сфере гигиенической безопасности и выработаны рекомендации по развитию методической и практической базы оценки и управления рисками здоровью населения Российской Федерации,

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

Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека главный государственный санитарный врач, доктор медицинских наук, профессор **А.Ю. Попова**

Анализ риска здоровью: научно-методические аспекты

Стратегические критерии в анализе эффективности деятельности в сфере обеспечения санитарно–эпидемиологического благополучия населения России

А.Ю. Попова[1], Н.В. Зайцева[2, 3]

[1]Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Москва, Россия
[2]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[3]Российская академия наук, г. Москва, Россия

Государственная политика в сфере защиты прав потребителей и благополучия граждан РФ представляет собой систему ценностей, целей и управленческих мер, направленных на предотвращение нарушений здоровья населения, связанных с воздействием факторов среды обитания и образа жизни [1–3, 7]. Федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на осуществление этих функций, является Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Эффективность разработки и реализации государственной политики в этой сфере зависит от многих факторов и условий, в том числе от адекватной научной поддержки деятельности по осуществлению надзора и контроля исполнения обязательных требований законодательства РФ в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, защиты прав потребителей и в области потребительского рынка.

Реализация административной и бюджетной реформ, институциональные преобразования отрасли, внедрение системы риск-ориентированного надзора направлены на повышение эффективности деятельности Роспотребнадзора, в том числе на предотвращение управляемых потерь здоровья населения, связанных с воздействием комплекса контролируемых факторов риска. В соответствии с «Концепцией демографической политики Российской Федерации до 2025 года» (ред. от 01.07.2014 г.) одним из важнейших целевых показателей является увеличение ожидаемой продолжительности жизни населения до 75 лет и снижение уровня смертности в 1,6 раза [3].

В этой связи с позиций оценки эффективности важно оценить долевой вклад системной деятельности Роспотребнадзора в достижение целевых показателей на текущий период. Предварительные расчеты, основанные на методологии оценки риска и углубленном анализе причинно-следственных связей показателей, характеризующих санитарно-эпидемиологическое благополучие граждан РФ, показали, что в течение 2013–2015 гг. и на прогнозируемый период 2016 г. за счет деятельности службы ежегодно в среднем предотвращается порядка 395 тыс. случаев смерти (по показателю общей смертности), что составляет в среднем порядка 20,8 %. Дос-

тигнутые уровни управляемых системой предотвращенных потерь, выраженных в показателях смертности населения, составляли ежегодно порядка 2,7 ‰ [5, 6]. Это тот уровень смертности населения РФ, который вероятностно состоялся бы в условиях отсутствия целенаправленных действий службы. В результате углубленного анализа показано, что в общем количестве предотвращенных смертей порядка 47,9 тысячи в год случаи смерти по ведущим причинам составляют порядка 12,12 %, в том числе от злокачественных новообразований – 67,1 %, от болезней органов дыхания – 22,96 %, от болезней системы кровообращения – 5,6 %, от болезней системы пищеварения – 0,1 %. В структуре смертности по этим классам причин предотвращенные потери по детскому населению (на примере 2015 г.) составляют порядка 1,2 %, по населению трудоспособного возраста – 19,9 %, старше трудоспособного возраста – 79,9 %. В структуре общей смертности (на примере 2015 г.) предотвращенные потери по детскому населению составили порядка 1,45 %, трудоспособному населению – 55,9 %, населению старше трудоспособного возраста – 42,6 %. Всего доля предотвращенных смертей в 2015 г., исчисленная из показателей общей смертности, составила 17,1 %.

Необходимо подчеркнуть, что формирование показателей общей смертности населения и смертности по указанным причинам в виде дополнительных случаев связано с комплексным воздействием факторов риска (воздух, вода, почвы, шум). К приоритетным аэрогенным загрязнителям относятся бенз(а)пирен, азота диоксид, взвешенные вещества (системное действие – канцерогенез). Дополнительные случаи смерти населения связаны также с качеством питьевой воды и нарушением гигиенических нормативов по содержанию железа (включая хлорное), кадмия, нитратов, бария, бора и др.

Источником формирования дополнительных случаев смерти, связанных с неудовлетворительным качеством почв, является нарушение гигиенических нормативов по содержанию солей тяжелых металлов (ртути, кадмия и др.), микробиологическим и паразитологическим показателям.

Учитывая уровень предотвращенной смертности населения РФ и его половозрастную структуру, можно оценить вклад службы в предотвращение сокращения ожидаемой продолжительности жизни за счет управления ведущими факторами риска. Так, накопленная эффективность деятельности службы за достаточно длительный промежуток времени по величине ожидаемой продолжительности жизни населения России составляет 3,78 года, с шагом в среднем 0,213 года в год. При этом с учетом смертности по четырем ведущим причинам, ассоциированной с контролируемыми факторами риска, предотвращенные потери ожидаемой продолжительности жизни составляют в среднем за 2013–2015 гг. 0,01 года в год. В сценарных условиях отсутствия управляющих воздействий службы, направленных на долевое достижение целевых стратегических показателей, прежде всего смертности, ассоциированной с негативным воздействием факторов риска, оценочная величина ожидаемой продолжительности жизни за период 2013–2015 гг. составила бы 67,58–67,61 года вместо фактически достигнутой на уровне 70,76–71,39 года. Долевой вклад деятельности Роспотребнадзора в положительную динамику ожидаемой продолжительности жизни населения в 2015 г. составил порядка 0,44 года. Этот уровень может рассматриваться как динамически целевой, обеспечивающий адекватный вклад службы в достижение к 2025 г. продолжительности жизни населения России 75 лет. Предстоящий девятилетний

период в условиях стабильной деятельности службы прогнозируется как достаточный для реализации поставленных стратегических целей.

Необходимо отметить, что из общего числа предотвращенных потерь порядка 205 тыс. дополнительных смертей и почти 2,6 млн случаев дополнительных заболеваний, ассоциированных с факторами среды обитания, могли бы состояться среди экономически активного населения страны, занятого в формировании внутреннего валового продукта. Эти случаи состоялись бы в условиях отсутствия адекватной деятельности по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Сумма предотвращенных экономических потерь валового внутреннего продукта в результате деятельности Роспотребнадзора в 2015 г. составила около 226,016 млрд руб. (в ценах на 01.01.2015 г.). Предотвращено недопоступление в федеральный бюджет более 45,2 млрд руб. С учетом данных предотвращенных экономических потерь и затрат Роспотребнадзора на выполнение функций по контролю (надзору) экономическая эффективность по величине предотвращенных потерь ВВП составила более 32,8 руб. на 1 руб. затрат, что существенно выше эффективности 2014 г.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 4–13.

2. Доклад о ситуации в области неинфекционных заболеваний в мире, 2010 г. // ВОЗ. – 2013. – 184 с.

3. Концепция демографической политики Российской Федерации до 2025 года: Указ президента РФ (ред. от 01.07.2014 г.) [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902064587 (дата обращения: 24.03.2016).

4. Медико-демографические показатели Российской Федерации в 2013 году: стат. справочник / Минздрав России. – М., 2014. – 186 с.

5. Методология расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации занятого населения страны / утверждена приказом Министерства экономического развития Российской Федерации, Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, Министерством финансов Российской Федерации и Федеральной службы государственной статистики № 192/323н/45н/113 от 10.04.2012 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902344829 (дата обращения: 24.03.2016).

6. МР 5.1.0095–14. Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания: методические рекомендации. – М., 2015.

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

Прогнозирование травматизма населения на основе использования метода наименьших квадратов

Н.В. Абрамов

ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Кемерово, Россия

С начала XX в. все большую значимость приобретает проблема травматизма, которая определяется, во-первых его распространенностью и ростом, во-вторых, медицинской и социальной значимостью и, в-третьих, экономической значимостью. Высокий уровень ресурсоемкости травматизма ставит на первое место вопросы профилактики как самих травм, так и их осложнений [2, 5].

По данным официальной статистики в Российской Федерации сохраняется рост показателя распространенности травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних факторов [2].

Травмы не только причиняют людям страдания, но и ограничивают функциональные возможности пострадавших, соответствующие их полу, возрасту, социальному положению и культурным запросам. Сокращая продолжительность трудоспособного периода жизни, снижая производительность труда, они служат причиной огромных социальных и экономических потерь общества [5].

Установлено, что за исследуемые годы наблюдаются периоды спада и повышения травматизма среди населения. Для выявления закономерностей травматизма населения нами использован метод наименьших квадратов по формуле

$$y = a_0 + a_1 nX, \quad (1)$$

где y – величина явления, изменяющегося с течением времени; a_0 – начальный уровень; a_1 – начальная скорость ряда; X – периоды времени; n – число наблюдений.

Метод наименьших квадратов основан на упрощенном подборе способа отсчета времени X так, чтобы $\sum x = 0$. Вычисление a_0 и a_1 проводят по формулам:

$$a_0 = \sum y/n, \quad (2)$$

где a_0 – начальный уровень; $\sum y$ – сумма величин явления; n – число наблюдений.

$a_0 = 1414{,}61/11 = 128{,}60$,

a_0 – начальный уровень травматизма составил 128,6 случая;

$$\text{a1} = \sum Xy/\sum X^2, \quad (3)$$

где a_1 – начальная скорость ряда; $\sum Xy$ – сумма отношения величины явления и условного времени; $\sum X^2$ – сумма квадрата условного времени.

$a_1 = 54{,}62/110 = 0{,}49$,

a_1 – начальная скорость ряда составила 0,49.

Для анализа травматизма населения Кемеровской области использованы данные официальной статистики по травматизму отчетной формы № 57 медицин-

ской статистической отчетности «Сведения о травмах, отравлениях и некоторых других последствий воздействия внешних причин» за 2005–2015 гг. и рассчитаны значения травматизма населения Кемеровской области на 1000 населения. Для выявления закономерностей травматизма проведено выравнивание динамических показателей травматизма по методу наименьших квадратов (таблица).

Сравнительная характеристика травматизма взрослого населения в Кемеровской области (число случаев на 1000 населения) за 2005–2015 гг.

Годы	Случаи травм на 1000 нас. y	Условное время «X»	X_y	X^2	Выравненные данные Y_x
2005	121,95	–5	–609,75	25	126,12
2006	122,75	–4	–491	16	126,61
2007	124,47	–3	–373,41	9	127,11
2008	137,39	–2	–274,78	4	127,61
2009	130,66	–1	–130,66	1	128,10
2010	129,41	0	0	0	128,60
2011	130,84	+ 1	130,84	1	129,09
2012	128,27	+ 2	256,54	4	129,59
2013	134,38	+ 3	403,14	9	130,08
2014	128,75	+ 4	515,00	16	130,58
2015	125,74	+ 5	628,7	25	131,08
2016					**131,57**
2017					**132,07**
$n = 11$	$\sum y = 1414{,}61$	$X = 0$	$\sum XУ = 54{,}62$	$\sum x_2 = 110$	

Как видно из таблицы, наблюдается тенденция роста показателя травматизма населения. Прогнозируемые значения показателя травматизма взрослого населения за 2016–2017 гг. составили 131,57 и 132,07 соответственно.

На рис. 1 представлена динамика травматизма взрослого и детского населения.

Как видно из рис. 1, наблюдается динамика роста травматизма как у взрослого, так и у детского населения.

В общей структуре травматизма населения более 96 % травм, отравлений и других последствий воздействия внешних причин является причиной несчастных случаев, не связанных с производственной деятельностью.

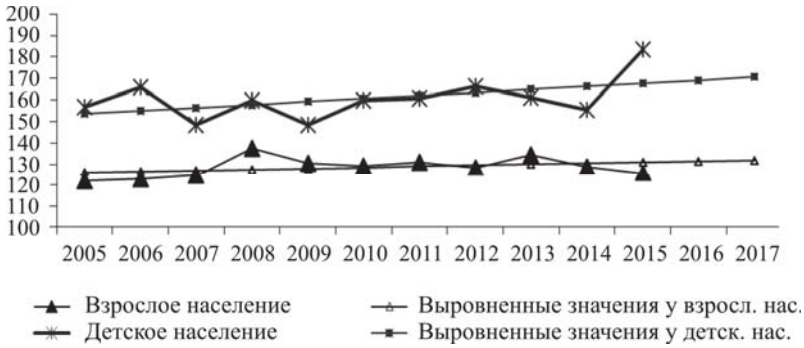


Рис. 1. Динамика травматизма в Кемеровской области (на 1000 населения)

Среди травм, не связанных с производством, преобладают бытовые (72,12 %) и уличные (21,23 %). Бытовой и уличный травматизм являются наиболее распространенными видами травм как в Кузбассе, так и в России [1].

Значительный интерес представляет уровень травматизма в зависимости от различных факторов. Структура травматизма среди взрослого населения Кемеровской области незначительно отличается от средних значений по России [3].

На рис. 2 показана тенденция увеличения бытового травматизма среди взрослого населения Кемеровской области. За период с 2005 по 2015 г. уровень бытовых травм вырос на 10,85 %. Распространенность уличных травм среди взрослого населения имеет тенденцию к снижению [1].

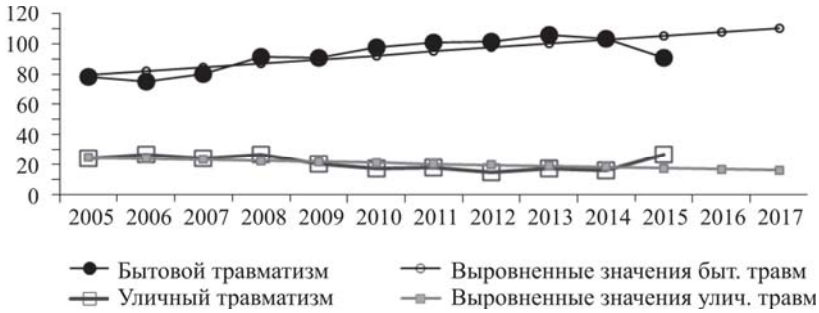


Рис. 2. Динамика бытового и уличного травматизма населения Кемеровской области (на 1000 населения)

На 2016 и 2017 г. расчётные значения по бытовому травматизму составляют 107,74 и 110,31 на 1000 населения соответственно.

Производственные или спортивные травмы имеют место у людей, занятых в определенной сфере деятельности, а бытовые травмы могут быть у любого человека. Повреждения в быту происходят часто и бывают относительно тяжелыми.

Исследования показывают, что в России основные силы и средства направлены на изучение проблем производственного травматизма, а исследованию непроизводственного травматизма уделяется недостаточно внимания, притом что доля непроизводственного травматизма составляет более 90 % в общей структуре травматизма. В этой связи необходимо создание условий для активизации научной и практической деятельности в сфере изучения факторов риска высокого уровня непроизводственных несчастных случаев и ассоциированной с ними смертности и насильственной смертности, а также адаптации профилактических мероприятий, зарекомендовавших себя как эффективные в других странах мира [4].

Таким образом, динамика травматизма населения Кемеровской области за период 2005–2015 гг. свидетельствует о том, что без принятия целенаправленных мер общество не может рассчитывать на снижение его уровня. Проблема предупреждения травматизма имеет два уровня: первый – систематическое, комплексное и планомерное проведение профилактических мероприятий; второй – ликвидация, снижение тяжести неблагоприятных последствий травм. В связи с этим основная задача системы здравоохранения – лечение травм, ликвидация и снижения тяжести их неблагоприятных последствий, разработка медицинских мер про-

филактики травматизма. Установлено, что работа по предупреждению травм, отравлений и других несчастных случаев может быть эффективной только при комплексном подходе.

Список литературы

1. Абрамов Н.В., Шарахова Е.Ф. Динамика основных показателей травматизма населения Кемеровской области // Сибирское медицинское обозрение. – 2013. – № 2. – С. 41–44.

2. Андреева Т.М., Огрызко Е.В., Редько И.А. Травматизм в Российской Федерации в начале нового тысячелетия // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2007. – № 2. – С. 59–63.

3. Голухов Г.Н., Редько И.А Травматизм взрослого населения // Здравоохранение Российской Федерации. – 2007.– № 5. – С. 49–51.

4. Салахов Э.Р., Какарин Е.П. Травмы и отравления в России и за рубежом // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2004. – № 2. – С. 13–20.

5. Щетинин С.А. Анализ частоты и последствий травматизма в России // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–1 [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.science-education.ru/ru/article/view?id=17871 (дата обращения: 18.02.2016).

Методические подходы к прогнозированию риска травматизма населения Кемеровской области

Н.В. Абрамов, А.Г. Петров

ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Кемерово, Россия

В России, как ни в одной другой развитой стране, проблемы травматизма и смертности от внешних причин обозначились особо остро. Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин занимают 2-е место после болезней системы кровообращения в структуре общей смертности населения России и 1-е место в структуре смертности трудоспособного населения – лиц моложе 45 лет [1, 2, 4]. Увеличивается число тяжелых, множественных и сочетанных повреждений, что обусловливает высокую летальность и инвалидизацию лиц молодого трудоспособного возраста [1].

В настоящее время деятельность практических и научных работников здравоохранения тесно связана с применением статистических методов. Применение современных математических методов позволяет в ряде случаев выяснить наличие

объективных связей между отдельными сторонами исследуемого явления. В этой связи особый интерес представляет использование принципа нормирования интенсивных показателей и определение вероятности возникновения травматизма населения по комплексу факторов [3].

Предпосылкой для составления прогностической таблицы в данном случае являются объективные данные о состоянии травматизма и перечень факторов риска (возраст, пол, причины травм). Для исследования травматизма населения проведен анализ с использованием отчетной формы № 57 медицинской статистической отчетности «Сведения о травмах, отравлениях и некоторых других последствий воздействия внешних причин» за 2015 г.

При использовании метода нормированных интенсивных показателей необходимо рассчитать в интенсивном выражении показатели изучаемых явлений (r) (на 1000 населения) в целом и по каждому из выбранных факторов риска. Если фактор не влияет на уровень показателя травматизма, то показатели были бы одинаковыми во всех группах. Однако поскольку фактор оказывает влияние, отмечаются и различные показатели в различных группах в пределах данного фактора (табл. 1).

В основу разработки прогностических таблиц взята модификация вероятностного метода Байеса – метод нормирования интенсивных показателей [3, 5].

Нормированный интенсивный показатель можно рассчитать по формуле:

$$N = r/M, \tag{1}$$

где N – НИП; r – интенсивный показатель травматизма на 1000 населения; M – «нормирующий» показатель. В качестве нормирующей величины принимается в данном случае показатель травматизма по данным всего исследования, который был равен 136,7 ‰.

Таблица 1

Данные для интегральной оценки факторов риска травматизма населения

Фактор	Градация факторов	Уровень травматизма (r)	НИП (N)	Весовой коэффициент R	Интегрированная оценка риска $\chi = NR$
Возраст	До 17 лет	183,69	1,34	1,46	1,96
	18 и старше	125,74	0,92		1,34
Пол	Мужчины	71,62	0,52	1,3	0,67
	Женщины	54,12	0,40		0,52
Причина травм	Бытовые	94,44	0,69	69	47,61
	Уличные	31,14	0,23		15,87
	Транспортные	1,53	0,01		0,69
	Спортивные	2,33	0,02		1,38
Нормирующая величина (M) – 136,7			Сумма показателей весового коэффициента ($\sum Rn$) – 71,76		

После того как установлены факторы риска, необходимо найти значимость, «вес» каждого из них. Для определения силы влияния различных факторов на показатели травматизма целесообразно использовать простой весовой коэффициент, который еще называют показателем относительного риска (R). Этот индекс определяется по формуле

$$R = c/d, \quad (2)$$

где R – показатель относительного риска; c – максимальный уровень интенсивности показателя; d – минимальный уровень интенсивности показателя. Если фактор не оказывает влияния, то это отношение равно единице.

Полученные НИП и являются теми исходными стандартами, с помощью которых можно дать интегрированную оценку риска травматизма как по отдельному фактору, так и по их комплексу. Необходимость в этом определяется тем, что НИП предполагает равенство значимости «веса» отобранных для прогнозирования факторов. Если факторы имеют различную силу влияния, необходимо учесть и значение показателя относительного риска по каждому фактору. Расчет можно вести по формуле

$$\chi = NR, \quad (3)$$

где χ – интегрированный показатель риска от силы влияния отдельного фактора (прогностический коэффициент); N – НИП конкретной группы травм; R – показатель относительного риска (весовой коэффициент).

Таким образом, для определения комплексной оценки изучаемого явления необходимо перемножить соответствующие НИП на показатель относительного риска.

В прогностической табл. 1 находят самые минимальные значения прогностического коэффициента (χ) по каждому фактору, суммируют их ($\sum\chi n$):

$$\sum\chi n \text{ (мин)} = 1{,}34 + 0{,}52 + 0{,}69 = 2{,}55.$$

Затем делят полученное значение на сумму показателей относительного риска ($\sum Rn$):

$$\sum\chi n/\sum Rn = 2{,}55/71{,}76 = 0{,}04.$$

В данном случае минимальное значение риска равно 0,04. Найденная величина и будет являться начальным значением риска.

После этого приступают к нахождению самих максимальных значений прогностических индексов по каждому фактору аналогичным образом. Максимальные значения по трем факторам оказались следующими:

$$\sum\chi n \text{ (макс)} = 1{,}96 + 0{,}67 + 47{,}61 = 50{,}24.$$

Полученную величину 50,24 делят на 71,76 и получают конечную величину риска, равную 50,24/71,76 = 0,7.

В связи с этим целесообразно выделить возможный диапазон риска (0,04–0,7) и разделить его на ряд поддиапазонов (табл. 2). Это позволит выделить лиц с разной вероятностью риска. При делении весь диапазон значений риска (0,04–0,7) принимается за 100 % и определяется удельный вес каждого диапазона. Это позволит выделить лиц с разной вероятностью риска.

Практически лучше всего весь диапазон риска разделить на три интервала: первый диапазон – наименьшая вероятность риска включает все значения риска в пределах до 17,61 % от всего диапазона, наименьший в данном случае (0,04–0,25), второй диапазон – группа внимания включает 17,61–33,09 % (0,26–0,47) и третий – группа неблагоприятного прогноза составляет от 33,09 до 100,00 % (0,48–0,7) соответственно.

Таблица 2

Поддиапазоны и группы риска травматизма населения

Поддиапазон риска	Размер поддиапазона	Удельный вес каждого поддиапазона (%)	Группа риска
Наименьшая вероятность риска	0,04–0,25	До 17,61	Благоприятный прогноз
Средняя вероятность риска	0,26–0,47	17,61–33,09	Внимание
Наибольшая вероятность риска	0,48–0,7	33,09–100,00	Неблагоприятный прогноз
Весь диапазон	0,04–0,7	100,0	–

Отсюда следует, что чем больше будет величина нормативного интегрированного показателя риска травматизма, тем выше вероятность риска травматизма у данного человека и больше оснований для выделения его в группу неблагоприятного прогноза.

Значительный интерес представляет использование прогностической таблицы для комплексной оценки риска травматизма населения.

Для обоснования профилактических мероприятий и определения вероятности риска травматизма населения в прогностической таблице необходимо найти прогностические коэффициенты (χ), соответствующие каждому признаку фактора, и суммировать их, т.е. найти значение «P» по формуле

$$P = \chi 1 + \chi 2 + \chi 3 \ldots + \chi n = \chi n, \tag{4}$$

где P – интегрированный показатель риска травматизма под влиянием комплекса взятых для исследования факторов; $\chi 1$, $\chi 2$, $\chi 3 \ldots \chi n$ – интегрированный показатель риска от силы влияния отдельного фактора.

Далее необходимо найти значение ($P1$) нормированного интенсивного показателя риска травматизма под влиянием комплекса исследуемых факторов по формуле

$$P1 = P/\sum Rn, \tag{5}$$

где $P1$ – нормированный интенсивный показатель риска травматизма под влиянием комплекса взятых для исследования факторов; $\sum Rn$ – сумма показателей относительного риска (указывается в прогностической таблице).

С помощью полученного результата далее по шкале диапазонов риска определяют группу прогноза. Для определения прогнозируемого показателя необходимо использовать формулу

$$Pn = (\sum \chi n / \sum Rn)M, \tag{6}$$

где Pn – прогнозируемый показатель травматизма (в интенсивном выражении); M – нормирующая величина – средний показатель травматизма по данным всего исследования (на 1000 населения).

Пример. Мужчина, 40 лет, бытовая травма. Необходимо определить риск травматизма у данного человека.

В прогностической таблице (см. табл. 1) находим соответствующие коэффициенты (χ), по каждому фактору суммируем их ($\sum \chi n$) и делим сумму показателей относительного риска ($\sum Rn$):

$P = 1{,}34 + 0{,}67 + 47{,}61 = 49{,}62$.

$P1 = 49{,}62/71{,}76 = 0{,}69$.

Этот результат дает нам интегрированную оценку риска травматизма в этом примере. Значимость показателя (0,69) находим по таблице групп риска (см. табл. 2). В данном случае имеется наибольшая вероятность риска получения травм и данный человек должен быть отнесен в группу неблагоприятного прогноза.

Далее в табл. 1 находим, что нормирующая величина M составляет 136,7.

По формуле (6) находим значение Pn:

$Pn = (\sum \chi n / \sum Rn)\, M = (49{,}62/71{,}76)\, 136{,}7 = 94{,}32$.

Полученный показатель 94,32 является прогнозирующим в данном конкретном случае показателем травматизма населения в интенсивном выражении для данной группы.

Зная характер и степень влияния отдельных факторов, принципиально возможно определить вероятность риска для отдельного человека. Это позволило бы выделить наиболее ранимые группы лиц, особенно подверженных травматизму.

Установлено, что выявленные закономерности риска травматизма у населения в зависимости от различных факторов являются достаточной и необходимой основой для разработки методологических принципов управления рискам травматизма.

Учет факторов риска травматизма позволяет установить зависимость получения травм от конкретных факторов и осуществить прогноз возможных случаев травматизма.

Таким образом, разработка прогностических таблиц по травматизму дает возможность медицинским работникам, в частности врачам-травматологам, работающим в стационарах, определить риск возникновения той или иной травмы, выделить при этом группы лиц с высоким риском получения травм, позволит медицинским организациям спланировать объем лекарственной и медицинской помощи в лечении больных с травмами. Прогнозирование риска травматизма может помочь в обосновании необходимости и объема мероприятий для предупреждения травматизма среди населения.

Список литературы

1. Андреева Т.М. Огрызко Е.В., Редько И.А. Травматизм в Российской Федерации в начале нового тысячелетия // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2007. – № 2. – С. 59–63.

2. Мыльникова Л.А. Травматизм: масштабы проблемы // Здравоохранение. – 2009. – № 2. – С. 85–88.

3. Петров А.Г., Кныш О.И., Петров Г.П. Методические подходы к прогнозированию позитивного корпоративного имиджа фармацевтических организаций // Бюллетень сибирской медицины: научно-практический журнал. – 2010. – № 1. – С. 130–134.

4. Редько И.А. Проблемы бытового травматизма // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2006. – № 6. – С. 15–21.

5. Шиган Е.Н. Применение современных математических методов и вычислительных средств в здравоохранении. – М.: ЦОЛИУВ, 1973. – 41 с.

Риск-ориентированная модель интегральной оценки качества питьевой воды, производимой на опреснительных установках Прикаспия

Ж.М. Бекшин

РГУ «Комитет по защите прав потребителей
Министерства национальной экономики Республики Казахстан»,
г. Астана, Республика Казахстан

Нехватка питьевой воды – одна из общепризнанных глобальных проблем современности [2]. По данным ВОЗ, в мире каждый третий человек испытывает нехватку пресной воды и особую остроту приобретает при этом проблема ее получения [8].

По прогнозам ООН острую нехватку воды к 2025 г. будут испытывать более 2,8 млрд человек. Констатируются факты, что возрастающий водный дефицит обусловлен как ростом населения Земли и развитием мировой экономики, так и климатическими изменениями [9].

Проблема нехватки воды остро стоит в Республике Казахстан и входит в десятку глобальных вызовов для современного развития страны. Ситуация с водообеспечением является злободневной, существует нехватка качественной питьевой воды и ощущается большая потребность в ней во многих регионах Казахстана [1].

В послании президента Республики Казахстан народу Казахстана в долгосрочной стратегии «Казахстан-2050», заявлено, что «острый дефицит воды для Казахстана сегодня является четвертым глобальным вызовом XXI в. после ускорения исторического времени, демографического дисбаланса и угрозы продовольственной безопасности».

Таким образом, на сегодняшнее время актуальность проблемы устойчивого водообеспечения населения Казахстана определяется следующими основными позициями: ограниченностью располагаемых водных ресурсов, высокой степенью их загрязнения и неравномерностью распределения их запасов по территории страны.

В связи с этим в нашей стране для решения проблем устойчивого водообеспечения населения приняты стратегически важные отраслевые госпрограммы: «Питьевая вода» (с 2002 до 2010 г.) и «Ак булак» (с 2011 до 2015 г.). В госпрограмме «Региональное развитие» поставлена задача – «до 2020 г. обеспечить уровень доступа к чистой питьевой воде населения РК до 98 % (доступ к центральному водоснабжению в городах должен составить 100 %, в сельской местности – 80 %)».

Вопрос обеспечения питьевой водой и реализация программы «Региональное развитие» является жизненно важной для Мангистауской области. Проблема обеспечения питьевой водой в регионе усугубляется, во-первых, климато-географическими особенностями, так как большая часть территории области расположена в полупустынной зоне, где водные ресурсы ограничены, и, во-вторых, социально-экономическим развитием – для интенсивного развития экономики региона требуется большое количество качественной воды.

Указанные проблемы в нынешней ситуации в регионе решаются исключительно за счет опреснения морской воды Каспийского моря.

Проведя анализ мирового опыта в указанном направлении, следует сказать, что в мире выполнено значительное количество научно-технических разработок и накоплен определенный опыт по опреснению морской воды с целью получения воды питьевого качества. Получение питьевой воды из сильносоленых вод типа морских посредством обессоливания в основном практикуется в регионах, испытывающих ее острую нехватку. Такая технология в условиях постоянно растущего потребления воды становится все более привлекательной с экономической точки зрения [4, 5]. В странах Персидского залива сосредоточено более 50 % опреснительных установок, имеющихся во всем мире. В Саудовской Аравии давно действуют мощные установки по опреснению морской воды. Кроме того, в Кувейте функционируют 6 заводов по опреснению морской воды [6]. В Объединенных Арабских Эмиратах опреснительные заводы имеют ключевую роль в поставках питьевой воды. В данной стране действуют 83 опреснительных завода, обеспечивающих 65 % потребности страны в пресной воде [1].

Технология опреснения морской воды практикуется и в Казахстане, в частности, на территории Мангистауской области. В городе Актау функционируют дистилляционные опреснительные установки (далее ДОУ) с 1969 г. (ТОО «МАЭК-Казатомпром), а также в этом же регионе был построен и введен в эксплуатацию (2005 г.) опреснительный завод «Каспий», где опреснение морской воды происходит методом обратного осмоса (далее МОО).

В условиях необходимости и целесообразности опреснения морской воды для задач водоснабжения населения региона особую значимость приобретает применение указанных высокоэффективных технологий водоподготовки морской воды. При этом выбор приоритетности тех или иных технологических схем водоподготовки и модернизации водопроводных систем, согласно утвержденному «Техническому регламенту…» [10], должен ориентироваться на результаты оценки рисков для здоровья населения от заданного качества питьевой воды.

Необходимость применения методики оценки качества воды, основанной на анализе рисков, указывается и экспертами ВОЗ для расчета рисков возможных неблагоприятных последствий от дефицита в воде определенных компонентов [5].

В этой связи основной **целью** настоящей работы явилась интегральная оценка качества питьевых вод, производимых на опреснительных установках ДОУ в предприятии ТОО «МАЭК-Казатомпром» и МОО – ТОО «ОЗК», по показателям химической безвредности на основе моделей оценки риска для здоровья населения.

Материалы и методы. Расчеты интегральной оценки качества питьевой воды проводились с соблюдением основных принципов методологии оценки риска здоровью населения и методики интегральной оценки качества питьевой воды [3, 7].

Для расчетов оценки риска здоровью населения от содержания химических веществ в питьевых водах на опреснительных установках были использованы мониторинговые данные лабораторных исследований РГКП «Мангистауский областной центр санитарно-эпидемиологической экспертизы» Комитета по защите прав потребителей Министерства национальной экономики Республики Казахстан (далее ЦСЭЭ). В расчете использовались средние концентрации веществ по верхней границе статистического доверительного интервала 95%-ной вероятностной обеспеченности за период 2013–2014 гг.

Результаты и их обсуждение. На этапе идентификации опасности канцерогенные вещества в питьевых водах, производимых на опреснительных установках, не выявлены, и в перечень токсикантов включены только неканцерогенные вещества.

По результатам ранжирования химических веществ в питьевых водах, производимых на рассматриваемых опреснительных установках, для дальнейшей оценки риска выбрано 2 приоритетных химических вещества (кальций и фтор). В приоритетные ингредиенты включены еще 3 вещества (сухой остаток, сульфаты и хлориды), так как несмотря на отсутствие у них референтных доз и направленности действия, в республике существуют отечественные нормативные показатели на данные химические соединения.

Таким образом, на этапе идентификации опасности в исследуемых питьевых водах были выявлены 5 приоритетных химических веществ: кальций, фтор, сухой остаток, сульфаты и хлориды.

Далее, в соответствии с МР 2.1.4.0032–11. 2.1.4. [3] оценивались риски развития ольфакторно-рефлекторных эффектов и развития неканцерогенных эффектов по беспороговой модели и отдельно расчет интегрального показателя опасности питьевой воды.

Согласно методическим рекомендациям, оценка риска развития ольфакторно-рефлекторных эффектов осуществляется на основе органолептических показателей воды для решения вопросов регламентации содержания веществ в воде при изменении органолептических свойств воды.

Результаты расчетов рисков развития рефлекторно-ольфакторных эффектов от органолептических показателей питьевых вод представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения рисков развития рефлекторно-ольфакторных эффектов от питьевых вод, производимых на опреснительных установках

Анализируемый критерий	*Prob*<*>	Риск	*Prob*<*>	Риск
	ДОУ		МОО	
Запах, баллы	0	0	0	0
Привкус, баллы	0	0	0	0
Цветность, градусы	–2,6399	0,0047	–1,7287	0,0427
Мутность, мг/л	–2,99	0,0014	–2,94	0,019
pH	–3,57	0,001	–2,29	0,0107
Окисляемость, мг/л	–10,1	0	–3,18374	0,001
Сухой остаток, мг/л	–3,69614	0,0001	–4,07827	0
Хлориды, мг/л	–3,543424	0,0002	–4,17011	0
Сульфаты, мг/л	–4,880898	0	–5,65988	0
Суммарный риск рефлекторно-ольфакторных эффектов	–	0,0047	–	0,0427
Приемлемое значение рефлекторно-ольфакторных реакций	–	0,1	–	0,1

Примечание: <*> – в данном случае значение *Prob* является промежуточной величиной для перехода от концентрации вредного вещества к риску для здоровья, которое оно создает.

Как видно из табл. 1, риски рефлекторно-ольфакторных реакций, таких как запах и привкус, не рассчитывались вследствие их отсутствия в анализируемых питьевых водах. Риски по показателям сухого остатка, хлоридов и сульфатов близ-

ки к нулю. Суммарный риск рефлекторно-ольфакторных реакций от использования данных вод составил: для питьевых вод, производимых на дистилляционных опреснительных установках, – 0,0047, а для воды, получаемой методом обратного осмоса, – 0,0427. Приоритетный фактор оценки – цветность.

Для оценки неканцерогенного риска применялась беспороговая модель и суммарный беспороговый неканцерогенный риск, модели расчетов изложены в МР 2.1.4.0032-11.2.1.4 [3].

Результаты проведенных расчетов беспорогового неканцерогенного риска представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения беспорогового неканцерогенного риска (*Risk*) веществ в питьевых водах, производимых на опреснительных установках ДОУ и МОО

Показатель	*Risk* – ДОУ	*Risk* – МОО
Сухой остаток, мг/л	0,0049	0,0054
Хлориды, мг/л	0,0046	0,0060
Сульфаты, мг/л	0,0022	0,0024
Общая жесткость, моль/дм	0,0040	0,0052
Кальций, мг/л	0,0052	0,0027
Фтор, мг/л	0,0062	0,0066
Азот нитратов, мг/л	0,0029	0,0002
Железо, мг/л	0,0001	0,0006
Азот нитритов, мг/л	0,0049	0,0000
Азот аммиака, мг/л	0,0046	0,0000
Приемлемый риск хронической интоксикации	≤0,02	
Суммарный неканцерогенный беспороговый риск	0,03	0,02867301
Приемлемая величина суммарного неканцерогенного беспорогового риска	≤0,05	

Неканцерогенные беспороговые риски для здоровья от качества рассматриваемых питьевых вод не превышали приемлемых уровней как для отдельных веществ, так и при комбинированном действии (табл. 2).

На основе оценки риска осуществляется расчет интегрального показателя качества питьевой воды для обоснования проведения дополнительных мероприятий по водоподготовке в случае их необходимости.

Результаты расчета интегрального риска (табл. 3) показывают, что отношение рисков к приемлемым значениям не превышали допустимые нормы (ИП ≤ 1,0).

Таблица 3

Значения интегрального показателя риска (*Risk*)

Вид риска	Отношение риска к приемлемому значению ДОУ	Отношение риска к приемлемому значению МОО
Риск рефлекторно-ольфакторных эффектов	0,05	0,4
Неканцерогенный риск	0,6	0,5
Интегральный показатель (ИП)	0,65	0,9
Величина приемлемого риска	ИП≤1,0	

Интегральные показатели качества питьевых вод не превышали допустимые нормы (ИП≤1,0). Это означает, что риски по органолептическим и санитарно-токсикологическим показателям рассматриваемых питьевых вод на опреснительных установках не превышали приемлемые уровни и проведение дополнительных мероприятий не требуется.

Таким образом, нами проведена интегральная оценка качества питьевых вод на опреснительных установках предприятий ТОО «ОЗК» и ТОО «МАЭК-Казатомпром» с применением методологии оценки риска. На основе полученных результатов можно сформулировать следующие **выводы:**

1. В исследованных питьевых водах выявлены следующие приоритетные ингредиенты – кальций, фтор, сухой остаток, сульфаты и хлориды. Приоритетными оказались сухой остаток, хлориды и сульфаты. В проанализированном списке токсикантов в данных водах канцерогенные вещества не выявлены.

2. Риски по органолептическим и санитарно-токсикологическим показателям определялись на приемлемом уровне. Интегральные показатели качества питьевых вод на основе оценки риска не превышали допустимый уровень (ИП≤1).

Исходя из сделанных выводов, можно утверждать, что качество воды на опреснительных установках предприятий ТОО «ОЗК» и ТОО «МАЭК-Казатомпром» по химическому составу соответствуют приемлемому уровню риска здоровью населения. В связи с этим, согласно правилам методологии анализа риска, принятия управленческих решений не требуется.

Таким образом, для решения задач водоснабжения населения, проживающего в условиях аридных и прибрежных морских зон Казахстана, необходимо продолжить дальнейшее внедрением других современных технологий опреснения воды. При этом выбор приоритетности той или иной технологической схемы опреснения морской воды должен ориентироваться на результаты оценки рисков для здоровья населения от заданного качества питьевой воды.

Список литературы

1. Акатов К.Е. Механизм ГЧП поможет в решении проблемы дефицита воды [Электронный ресурс] // Газета «Капитал». – 7 декабря 2015. – URL: https: //kapital.kz/business/46048/mehanizm-gchp-pomozhet-v-reshenii-problemy-deficita-vody.html (дата обращения: 12.02.2016).

2. Антропова М. Казахстан обнаружил угрозу в дефиците пресной воды [Электронный ресурс] // Бюро информации Notum(c). – 4 апреля 2013. – URL: http: //www.notum.info/print&p_docid = 874 (дата обращения: 28.02.2016).

3. МР 2.1.4.0032-11. 2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: методические рекомендации / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 31.07.2011 [Электронный ресурс]. – URL: https: //base.safework.ru/law?doc&nd=33308724&nh=0&ssect=0 (дата обращения: 18.03.2016).

4. Научно-технические разработки по охране водных ресурсов и очистке сточных вод в угольной промышленности: обзор / В.М. Щадов, А.Е. Агапов, Ю.В. Каплунов, А.М. Навитний. – М., 2003. – 116 с.

5. Нутриенты в питьевой воде [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https: //www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source =web&cd=1&ved=0ahUKEwiwt7qjuJ3MAhWDkSwKHfmpAqMQFggbMAA&url=http

%3A%2F%2Fwww.protera.by%2Fdownload_files%2Fnutrienty_v_pitevoy_vode__materialy_voz__4_.doc&usg=AFQjCNHE7pXqBxjTFCPV1u2JcVeuPqX8xA&bvm=bv.119745492,d.bGg (дата обращения: 12.02.2016).

6. Проблема пресной воды. Глобальный контекст политики России [Электронный ресурс] // Зеленый мир: газета. – URL: http: //zmdosie.ru/resursy/voda/297-problema-presnoj-vody (дата обращения: 15.03.2016).

7. 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.

8. Руководство по обеспечению качества питьевой воды // Всемирная организация здравоохранения. – Т. 1. – Рекомендации (Пересмотрено и дополнено в 2011 году). – 3-е изд. – Женева, 2004. – 121 с.

9. Сырлыбаева Б.Р. Актуальные проблемы обеспечения питьевой водой населения Казахстана [Электронный ресурс] // Казахстанский институт стратегических исследований. – URL: http: //www.kisi.kz/ru/categories/ekonomika-i-energetika/posts/aktual-nye-problemy-obespecheniya-pit-evoy-vodoy-nasele (дата обращения: 28.02.2016).

10. Требования к безопасности питьевой воды для населения: технический регламент / утв. Постановлением правительства РК № 456 от 13.05.2008 г. [Электронный ресурс]. – URL: https: //www.google.ru/url?sa = t&rct = j&q = &esrc = s&source = web&cd = 1&ved = 0ahUKEwix_qDxuZ3MAhVB2SwKHd88DckQFggbMAA&url = http % 3A % 2F % 2Ffaolex.fao.org % 2Fdocs % 2Ftexts % 2Fkaz82120.doc&usg = AFQjCNGohx4t5VBlVQXcL_1y6RqfZOiG6A&bvm = bv.119745492,d.bGg (дата обращения: 15.03.2016).

Оценка использования погруженного макрофита *Elodea canadensis* в качестве маркера негативного антропогенного воздействия в водной экосистеме*

Л.Г. Бондарева[1,2], И.В. Свобода[2], В.Н. Ракитский[1], Т.А. Синицкая[1], Н.Е. Федорова[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи, Россия
[2]ФГАУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия

В настоящее время особое внимание уделяется поиску гидробионтов, способных адаптироваться в негативных условиях существования и аккумулировать загрязнения (например, тяжелые металлы, стойкие органические загрязнители различного происхождения), тем самым дать новые сведения для санитарно-гигиенической оценки среды обитания человека. Кроме того, актуален поиск гидробионтов, которые способны давать быструю ответную реакцию на изменяющееся внешнее воздействие

среды, т.е. использоваться в качестве маркеров негативных эффектов, и тем самым способствовать принятию оперативных мер, в том числе по ликвидации возникшей чрезвычайной ситуации.

Высшие водные растения являются первопродуцентами в водных экосистемах, принимают участие в обмене биогенных элементов, самоочищении воды, способны накапливать и трансформировать поллютанты. Они используются при биоиндикации и биотестировании состояния водоёмов. Однако недостаточность сведений по экологии и физиологии большинства видов макрофитов ограничивает возможности их использования в качестве индикаторных видов.

Детальное рассмотрение антропогенного воздействия на конкретные морфологические или биохимические параметры может быть использовано в качестве индикационных показателей состояния растений при загрязнении металлами водной экосистемы. Для принятия соответствующих мер необходимо выявить метод, позволяющий на ранних стадиях и в достаточно короткий срок определить степень повреждения растений.

Одним из перспективных подходов является метод, основанный на регистрации параметров замедленной флуоресценции хлорофилла [2]. Согласно современным представлениям, флуоресценция хлорофилла, и в первую очередь кинетические характеристики этого процесса, могут служить показателями структурных и функциональных свойств фотосинтетических мембран у растений и использоваться при разработке методов экспресс-анализа влияния различных факторов на фотосинтетическую активность хлоропластов [1].

Основной целью настоящих исследований было изучение аккумулятивных, адаптивных свойств погруженного макрофита *Elodea canadensis* на примере металлов – кадмия, никеля, меди, цинка, кобальта, марганца и алюминия, а также оценка возможности использования этого водного растения в качестве маркера токсического воздействия исследуемых металлов на среду обитания.

Погруженный макрофит элодея (*Elodea canadensis*) широко распространен в пресноводных экосистемах и достаточно легко культивируется в искусственных условиях.

Для эксперимента использовались макушки элодеи длиной 3 см. В химические стаканы налили по 600 мл речной воды (река Енисей) и добавили растворы солей разной концентрации: цинка, меди, никеля, алюминия, кобальта, марганца с различными концентрациями. Для оценки токсического эффекта использовали доли ПДК, принятые для рыбохозяйственных водоемов ($ПДК_{рх}$) [3]. После внесения солей металлов и доведения pH среды до исходных значений (pH~7,8) помещали по пятнадцать макушек элодеи в каждый стакан. Была отобрана стартовая проба воды для проверки правильности расчетов. Еще 15 образцов растений были погружены в систему без добавления растворов солей – контроль. Температура содержания в лабораторных условиях составляла 19–20 °С, фотопериод 16 ч. Источником света служили флуоресцентные фитолампы Sylvania F18W/GRO (Германия) с максимумами выделения в красной и синей областях спектра (отношение интенсивности излучения красного света к интенсивности излучения синего 1,42). Интенсивность освещения 1000 лк.

Воздействие внесенных металлов на растения определяли по изменению относительных показателей замедленной флуоресценции (ОПЗФ), для чего использовали разработанный на кафедре экологии и природопользования СФУ флуориметр «ФОТОН 10». В качестве относительного показателя замедленной флуоресценции

(ОПЗФ) было взято отношение значений интенсивности быстрой и медленной компонент затухания свечения, измеряемых на свету высокой (120 вт/м^2) и низкой (10 вт/м^2) интенсивности соответственно. Данный параметр характеризует активность фотосинтетического аппарата и является хорошим индикатором устойчивости растений к неблагоприятным факторам [4].

Для выявления распределения поглощенных металлов по структурам растений использовали последовательную экстракцию, в результате которой оценивали долю металлов, сорбированных поверхностным слоем растений (фракция I – обменно-абсорбционная), а также поглощенных непосредственно биомассой растений (фракция II – органическая) [5]. В каждой жидкой фракции определяли содержание металлов.

Содержание металлов в водной среде и полученных фракциях контролировали методом квадрупольной масс-спектрометрии на спектрометре «Agilent-7500» (США).

Эксперименты проводились несколькими сериями.

Первая была посвящена исследованиям по адаптации элодеи к среде, загрязненной такими металлами в виде растворимых солей, как Al, Co, Mn (концентрация была 5 ПДК, ПДК$_{рх}$ (мг/л): Co – 0,01; Mn – 0,05; Al – 0,04), и её способности к аккумуляции этих металлов.

Спустя 240 ч от начала эксперимента макушки элодеи, погруженные в систему с избытком марганца, погибли. В этом временном интервале растения в среде с кобальтом начали только желтеть. В системе с избытком алюминия растения находились внешне в удовлетворительном состоянии. Однако эксперимент был завершен во всех системах, так как цель наших исследований состояла в том числе и в сопоставлении полученных результатов, что требует проведение всех экспериментов в одинаковых условиях.

Кроме внешних изменений фиксировались относительные показатели замедленной флуоресценции (рисунок).

Следующая серия экспериментов была посвящена определению уровня вмешательства, на котором может быть выявлен токсический эффект.

Для исследований были выбраны металлы, относящиеся к разным классам токсичности: 2-й класс – Cd, 3-й класс – Cu, Zn, Ni. Результаты представлены в табл. 1.

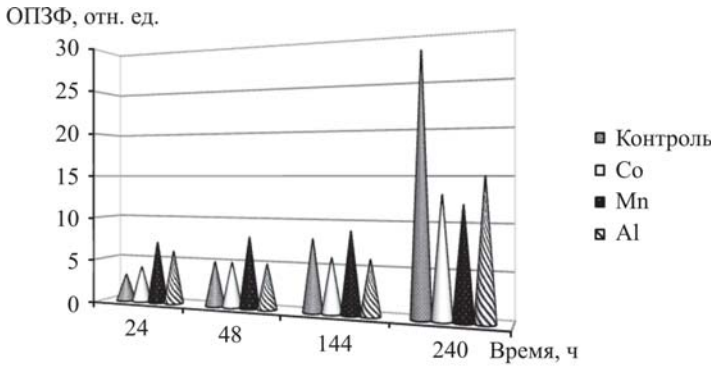


Рис. Влияние ионов тяжелых металлов
в концентрации 5 ПДК$_{рх}$ на ОПЗФ элодеи канадской:
Co – 0,05 мг/л; Mn – 0,25 мг/л; Al – 0,2 мг/л

Таблица 1

Значения относительных показаний замедленной флуоресценции (ОПЗФ) в экспериментах с различными содержаниями меди, цинка, кадмия и никеля, через 240 ч после начала эксперимента

Доля $ПДК_{рх}$	Значение ОПЗФ, отн. ед.			
	Cu	Cd	Ni	Zn
0	6	6	6	6
0,2	8	9	6	10
1	15,8	10	7	12
25	Некроз и разрушением биомассы через 5 суток после начала эксперимента	8	11	9

Анализ параметров ОПЗФ представляет собой мощный инструмент изучения воздействия самых разнообразных экологических факторов на растительные организмы. Химические факторы и климатические условия, часто являясь ингибиторами и активаторами биоэнергетических процессов, протекающих в тилакоидах растительных клеток, способны оказывать выраженное влияние на параметры кинетики и спектральные особенности флуоресценции, а также на её стационарный уровень.

Исследования кинетики флуоресценции могут дать важную информацию, касающуюся характера активности фактора внешней среды по воздействию на параметры фотосинтеза – применимую в целях эколого-гигиенического мониторинга, а также в целях оценки устойчивости растений. Поскольку относительный показатель флуоресценции характеризует активность фотосинтетического аппарата, то можно сделать вывод, что образцы элодеи лучше всего адаптируются в среде с алюминием.

В табл. 2 представлены данные по содержанию внесенных металлов в начале и в конце экспериментов в водной среде.

Таблица 2

Результаты определения содержания металлов в водной среде экспериментальных систем

Металл	Содержание металла, мг/л		
	0 часов	144 часа	240 часов
Cu	5,00 ± 0,25	0,03 ± 0,01 (70 часов)	–
Ni	0,50 ± 0,03	0,17 ± 0,06	0,11 ± 0,03
Zn	25,0 ± 0,9	1,25 ± 0,12	0,25 ± 0,07
Al	2,50 ± 0,08	1,8 ± 0,1	0,9 ± 0,1
Co	0,50 ± 0,07	0,10 ± 0,06	0,05 ± 0,02
Cd	0,50 ± 0,06	0,30 ± 0,10	0,05 ± 0,01
Mn	0,50 ± 0,11	0,05 ± 0,01	0,008 ± 0,002

Результаты по распределению изучаемых металлов в компонентах растений через 144 (70 для Cu) и 240 ч после начала эксперимента, приведены в табл. 3.

Представленные результаты показывают следующее. Поверхность растения покрыта слоем органоминеральной конгломерации, которая образуется из минеральных частиц (глинистых минералов, мелкокристаллических песчинок) и микроводорослей, образующих со временем колонии на погруженных макрофитах. Этот

слой выполняет двоякую функцию: во-первых, защищает растение от внешнего воздействия многих загрязнителей, во-вторых, служит мостиком для переноса загрязнителей во внутреклеточное пространство самих растений.

Таблица 3

Распределение металлов (%) между обменно-абсорбционной фракцией (I) и биомассой растений – органической фракцией (II)

Металл	144 ч		240 ч	
	I	II	I	II
Cu (70 ч)	30	70	–	–
Ni	60	40	40	60
Zn	50	40	45	55
Al	75	25	60	40
Co	45	55	30	70
Cd	55	45	60	40
Mn	40	60	30	70

При использовании образцов растений, выращенных в лабораторных условиях, получаем объекты, которые лишены данного поверхностного осадка, и тем самым применение элодеи возможно для индикации негативного воздействия на среду обитания человека.

Представленные результаты показали, что *Elodea canadensis* может успешно использоваться как для аккумуляции металлов, растворенных в водной среде, так и в качестве индикатора негативного антропогенного воздействия на экосистему.

Список литературы

1. Веселовский В.А., Веселова Т.В. Люминесценция растений. Теоретические и практические аспекты. – М.: Наука, 1990. – 200 с.

2. Гаевский Н.А. Моргун В.Н. Использование переменной и замедленной флуоресценции хлорофилла для изучения фотосинтеза растений // Физиология растений. – 1993. – Т. 40. – С. 136–145.

3. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/1200044750 (дата обращения: 21.05.2015).

4. Способ определения содержания фитотоксических веществ: патент № 2069851. Бюлл. изобр., № 33 от 27.11.1996 г. // Ю.С. Григорьев, Е.А. Фуряев, А.А. Андреев. – М., 1996.

5. Bondareva L., Bolsunovsky A. Bioavailability of ^{99}Tc to a macrophyte of the Yenisei River // Radioprotection. – 2009. – № 5 (40). – P. 71–76.

** Работа выполнена в рамках отраслевой программы, раздел 3. Научное обоснование системы оценки и управления рисками, связанными с продовольственной безопасностью, для здоровья населения Российской Федерации (2016–2020), и при частичной финансовой поддержке РФФИ № 05-16-205.*

Формирование производственно–обусловленных заболеваний у работников, занятых в современных видах экономической деятельности

И.В. Бухтияров, Н.Ф. Измеров, Л.В. Прокопенко, Л.П. Кузьмина

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда», г. Москва, Россия

Анализ состояния здоровья работающих в России вызывает особую тревогу в связи со значительным его ухудшением за последние годы.

Здоровье работающих определяется не только факторами риска, которые присутствуют на рабочем месте, но и социальными, индивидуальными факторами, доступом к медико-санитарным услугам. Состояние здоровья работающих и степень их подверженности профессиональным рискам значительно варьируются в отдельных отраслях экономики. Наиболее неблагоприятные условия труда выявлены в угольной, судостроительной промышленности, черной и цветной металлургии, в сельском хозяйстве, промышленности строительных материалов, лесозаготовительной промышленности, строительстве и др.

За последние годы отмечается существенный рост заболеваемости лиц трудоспособного возраста болезнями сердечно-сосудистой, желудочно-кишечной, нейроэндокринной систем, опорно-двигательного аппарата, а также онкологических заболеваний, неврозов, остеопатий и других, являющихся причиной инвалидизации и преждевременной смертности. Именно трудоспособное население страны является самым неблагополучным по динамике показателей здоровья. В результате около 70 % трудового населения России за 10 лет до пенсионного возраста имеют серьезную патологию.

В среднем из-за болезни теряется до 10 рабочих дней на одного работающего, что в год составляет потери в размере около 1,4 % ВВП. Отмечается неуклонный рост экономических затрат общества на компенсационные выплаты, связанные с ухудшением здоровья работников. Ежегодные страховые выплаты по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний составляют около 25 млрд руб, по оплате временной нетрудоспособности работающих – около 47 млрд руб.

Многообразие воздействия на организм человека токсических веществ, аллергенов, аэрозолей, преимущественно сложного состава, внедрение в промышленность и сельское хозяйство современных синтетических материалов, разнообразных физических факторов, интенсификация труда, нарастание информативных нагрузок, психоэмоционального напряжения, а также гипокинезия приводят к трансформации существующих факторов производственной среды и расширяют спектр производственно-обусловленной патологии.

Следует также принимать во внимание факт увеличения среднего возраста работников за счет общего старения населения страны. В этих условиях особое значе-

ние приобретает медико-профилактическая деятельность, направленная на увеличение трудового долголетия работников.

К сожалению, в настоящее время вне наблюдения медицинских работников остается значительная часть заболеваний у работающего населения в силу ряда причин: резко негативное отношение работодателя к временной нетрудоспособности работников по болезни; экономические (материальные) потери для работника при временной нетрудоспособности; недоверие населения к официальной медицине и самолечение. Совокупность указанных факторов ведет к хроническому рецидивирующему течению болезней с одновременным поражением различных органов и систем и развитием нарушения их функций, что и определяет в итоге рост первичной инвалидизации и преждевременной смертности.

По-прежнему широко обсуждается роль факторов рабочей среды и трудового процесса в развитии не только профессиональных заболеваний, но и других неинфекционных заболеваний, напрямую этиологически не связанных с профессиональными рисками. На протяжении многих лет ведутся споры по терминологии и определению указанных заболеваний.

В докладе Комитета экспертов ВОЗ по выявлению и профилактике болезней, обусловленных характером работы, и борьбе с ними еще в 1983 г. было подчеркнуто, что помимо профессиональных заболеваний, которые достаточно хорошо изучены, имеются другие нарушения здоровья, которые отмечаются у работающих. ВОЗ было предложено называть их как «заболевания, связанные с работой». В нашей стране использовался термин «профессионально-обусловленные заболевания». Позже, с целью исключения путаницы с профессиональными заболеваниями, наиболее принятым термином стал «производственно-обусловленные заболевания».

При болезнях, связанных с работой, производственная среда и выполняемая трудовая деятельность существенно влияют на возникновение заболеваний, но как одна из причин. Иными словами, причинная зависимость от условий работы существует, но ее значимость не всегда является определяющим. В перечень «Производственно-обусловленных заболеваний» ВОЗ и МОТ постоянно вносят изменения. Перечень существенно отличается в различных странах, так как он определяется внутренним законодательством страны.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) определяет основные группы производственно-обусловленных заболеваний, требующих изучения и решения вопроса о значимости вредных и неблагоприятных производственных факторов в их развитии.

♦ Кардиоваскулярные заболевания: артериальная гипертония (АГ), ишемическая болезнь сердца (ИБС).

♦ Психогенные болезни и психические расстройства.

♦ Респираторные болезни (бронхиальная астма, бронхит, рак, ринофарингит).

♦ Заболевания опорно-двигательного аппарата (боли в поясничном отделе позвоночника).

♦ Нарушение репродуктивной функции.

Таким образом, производственно-обусловленные заболевания – группа болезней, полиэтиологичных по своей природе, в возникновение которых производственные факторы вносят определенный вклад. Для этих заболеваний характерны:

– большая распространенность;

– недостаточная изученность количественных показателей условий труда, определяющих развитие болезни;

– значительные социальные последствия – негативные влияния на такие демографические показатели, как смертность и продолжительность жизни, частые, а иногда и длительные заболевания с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ).

К производственно-обусловленным заболеваниям относятся болезни сердечно-сосудистой системы (артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца – ИБС), нервно-психические заболевания типа невроза, болезни опорно-двигательного аппарата (например, шейно-плечевой, пояснично-крестцовый радикулит, ряд заболеваний органов дыхания и др.).

Производственно-обусловленная заболеваемость – заболеваемость (стандартизованная по возрасту) общими (не относящимися к профессиональным) заболеваниями различной этиологии (преимущественно полиэтиологичным), имеющая тенденцию к повышению по мере увеличения стажа работы в неблагоприятных условиях труда и превышающая таковую в профессиональных группах, не контактирующих с вредными факторами.

Специалистами МОТ и ВОЗ установлено, что профессиональные риски ухудшают показатели смертности от хронических неинфекционных заболеваний от 8 до 15 %, составляя от астмы – 15 %, от ХОБЛ – 13 %, от сердечно-сосудистых заболеваний – 13 %, от рака – 10 %, от травм – 8 %.

Современная концепция этиологии и патогенеза указанных заболеваний включает общие положения о мультифакториальности и полигенности патологии, а также о сложном характере взаимодействия эндогенных факторов с факторами производственной и окружающей среды в процессе развития заболевания. Именно поэтому основной вопрос медицины труда в настоящее время – оценка популяционно-значимых, угрожающих здоровью работников факторов риска на производстве [4].

О характере производственно-обусловленной заболеваемости можно судить по более высокой частоте развития неинфекционных заболеваний и более тяжелом их течении, сокращении трудовой активности, повышенных уровнях инвалидности и смертности. Следует особо подчеркнуть, что в профессиях с неблагоприятными условиями труда происходит отбор наиболее здоровых лиц, изначально с лучшими показателями здоровья, чем у остального населения.

Несмотря на многолетнее изучение проблемы, до настоящего времени нет единого понимания и дефиниции термина «производственно-обусловленные заболевания». Сложности в решении проблемы связаны с необходимостью четко дифференцировать профессиональные болезни, являющиеся страховым случаем и требующие возмещения ущерба здоровью от общей и производственно-обусловленной патологии. Выделение группы производственно-обусловленных заболеваний необходимо для суждения о «коллективном» здоровье работников, занятых в различных видах экономической деятельности.

До настоящего времени диагностика производственно-обусловленных заболеваний вызывает большие трудности. Она возможна при массовых групповых обследованиях лиц, работающих в одинаковых условиях труда, у которых развиваются схожие заболевания, однако не определены и не разработаны критерии для их дифференциации на индивидуальном уровне.

Инновационным подходом к изучению механизмов развития производственно-обусловленных заболеваний является выявление синдромокомплексов и разработка критериев дифференциальной диагностики производственно-обусловленных заболеваний, разработка информационных систем оценки персонифицированного

риска развития, прогноза течения и профилактики производственно-обусловленной патологии у работников, занятых в различных видах экономической деятельности.

На сегодня инновационные технологии в медицине труда включают внедрение:

- ♦ организационно-управленческих решений;
- ♦ медицинских информационных систем;
- ♦ современных клинико-диагностических (молекулярно-генетических, биохимических, иммунологических, функциональных и др.) технологий;
- ♦ медико-технических разработок.

Организационно-управленческие решения направлены на повышение эффективности профилактики риска развития нарушений состояния здоровья у работающих во вредных и опасных условиях труда, а также своевременное выявление и лечение формирующихся заболеваний на ранних стадиях. Во исполнение «Решения по итогам заседания Правительственной комиссии по вопросам охраны здоровья граждан» от 9 июня 2014 г. важной задачей является создание федерального регистра лиц, страдающих профессиональными заболеваниями. Задача по созданию единого регистра поставлена глобальным планом Всемирной организации здравоохранения по охране здоровья работающих на период с 2008 по 2017 г. [2].

В целях разработки информационных систем оценки персонифицированного риска развития, прогноза течения и профилактики производственно-обусловленной патологии у работников, занятых в различных видах экономической деятельности, представляется актуальным формирование регистра индикаторных производственно-обусловленных заболеваний при воздействии производственных факторов различной природы.

Организационно-управленческие решения, направленные на снижение производственно-обусловленных заболеваний и сохранение трудового долголетия работающих, включают также определение методологии изучения производственно-обусловленной заболеваемости и определение уровней возможного влияния на профилактику этих заболеваний: на нормативно-законодательном (государственном), на корпоративном уровне (предприятия) и на индивидуальном уровне, используя основные положения и разработки персонифицированной медицины.

Также, в соответствии с «Решением по итогам заседания Правительственной комиссии по вопросам охраны здоровья граждан» от 9 июня 2014 г., для координации работы всех центров профпатологии в сфере производственного здоровья и профессиональной патологии необходимо восстановление головного федерального медицинского центра профессиональной патологии [2, 3].

Для прямой количественной оценки риска развития производственно-обусловленных заболеваний (определение относительных рисков (*RR*) с доверительными интервалами и этиологической доли фактора – *EF*) используются методы текущего мониторинга на основе изучения биологических маркеров и методы мониторинга на основе изучения заболеваемости и распространенности производственно-обусловленных заболеваний. В зависимости от величины вклада факторов рабочей среды в развитие патологии и в зависимости от их величины заболевание относят к общим, производственно-обусловленным или профессиональным.

Примерами производственно-обусловленных заболеваний могут быть следующие: сердечно-сосудистая патологии (ИБС, артериальная гипертония) – при воздействии химических токсических веществ, неблагоприятного микроклимата, психоэмоционального стресса; заболевания бронхолегочной системы – при воздей-

ствии аэрозолей смешанного состава, химических веществ; нарушения репродуктивной системы – при воздействии химических веществ, электромагнитных полей, ионизирующих излучений и др.

Наиболее значимые потери среди трудоспособного населения связаны с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), являющимися причиной не менее 25 % случаев нетрудоспособности и 50 % всех смертей. Выделение среди ССЗ категории производственно-обусловленных имеет важное значение, так как расширяет возможности профилактики не только за счет устранения традиционных факторов риска, связанных с образом жизни, но и за счет идентификации вредных производственных факторов.

Инновационным подходом таких программ является риск-ориентированный подход, направленный на объективную оценку профессиональных рисков на рабочих местах. В основе разработки этих программ лежат знания и современные представления о комплексной адаптации к вредным факторам на работе, в частности, об аллостазе и аллостатической нагрузке. Достижение стабильности в организме возможно как на уровне гомеостаза, так и аллостаза, при котором физиологические параметры изменяются до уровня необходимых для поддержания жизни в условиях воздействия многочисленных факторов работы.

Для рабочих мест работников железнодорожного транспорта как стратегической отрасли России, в которой трудится свыше 800 тыс. человек, характерно воздействие комплекса вредных факторов (шум, вибрация, низкая освещенность, неоптимальные режимы труда, высокие нервно-эмоциональные нагрузки и др.), являющихся производственными факторами риска сердечно-сосудистой патологии. Вклад режима труда и дозы шума в формирование гипертонической болезни у этой группы работников составляет 28,4 и 26,0 % соответственно. Ведущим фактором профессионального риска у работников локомотивных бригад является режим труда: 94,5 % работников трудятся по разным графикам работы с ночными сменами, 55,7 % – с нерегулярным чередованием рабочих смен. У работающих с ночными сменами гипертоническая болезнь выявляется значительно чаще (*OR* = 3,14, 95 % *CI*: 1,55–6,57), и она статистически оценивается как болезнь, связанная с работой (*RR* = 1,53, 95 % *CI*: 1,18–1,99; этиологическая доля 34,67 %).

При анализе заболеваемости болезнями системы кровообращения, регистрируемой в ЛПУ ОАО «РЖД», установлено преобладание гипертонической болезни и ИБС при неустойчивом снижении темпов прироста (убыли) по впервые установленному диагнозу в расчете на 1000 человек: –12,3 – 2,5 % и –6,3 – 3,3 % соответственно, в период 2008–2013 гг. В структуре причин профнепригодности работников, непосредственно обеспечивающих движение поездов, болезни системы кровообращения занимают 1-е место, составляя в среднем 54 %.

С аллостатической нагрузкой достоверно связаны как работа с ночными сменами, так и повышение систолического и диастолического АД. При этом у работников, занятых в ночные смены, хронический стресс (оцененный по аллостатической нагрузке) проявляется значительно чаще (*OR* = 3,69, 95 % *CI*: 1,78–7,67) и оценивается как состояние, связанное с работой (*OR* = 3,69, 95 % *CI*: 1,78–7,67; *RR* = 2,25, 95 % *CI*: 1,43–3,55, этиологическая доля 55,6 %).

Проведенные исследования по изучению влияния производственных факторов у подземных горнорабочих показали, что метаболические нарушения, возникающие при комплексном воздействии неблагоприятных факторов производственной среды

и трудового процесса у шахтеров-угольщиков, приводят к развитию атерогенных дислипопротеидемий, что способствует формированию сердечно-сосудистой патологии.

С увеличением подземного стажа работы свыше 15 лет увеличивается частота выявления IIа-типа ГЛП, который характеризуется накоплением атерогенных липопротеидов низкой плотности. Установлена более высокая степень выраженности атеросклеротических изменений с увеличением возраста у шахтеров, по сравнению с популяцией. Темп прироста уровня индекса атерогенности во всех возрастных группах у шахтеров повышался, тогда как в популяции темп прироста этого показателя не изменялся. Прирост содержания ИА в возрастной группе 30–39 лет превышал таковой прирост в популяции в 1,2 раза, в возрастных группах 40–49 и 50–59 лет – в 1,4 раза.

Таким образом, темп прироста показателей липидного обмена свидетельствует о большей степени выраженности атеросклеротических изменений с увеличением возраста у шахтеров по сравнению с популяцией.

У обследованных больных с наличием профессиональной бронхолегочной, сердечно-сосудистой и сочетанной патологии достоверно (доверительный интервал 95 %) выявлялись высокие степени производственно-обусловленных изменений липидного обмена. Этиологические доли (*EF*) производственно-обусловленных атерогенных ДЛП у больных этих групп составили (60,3; 55,3 и 53,7 % соответственно). Относительные риски (*RR*) производственно-обусловленных атерогенных ДЛП в I, II и IV группах также оказались достоверно (доверительный интервал 95 %) высокими и составили 2,5, 2,2 и 2,2 соответственно.

Согласно «Классификации степеней профессиональной обусловленности нарушений здоровья в зависимости от относительного риска» (Э.И. Денисов, 2002), нарушения липидного обмена у шахтеров, страдающих профессиональными бронхолегочными заболеваниями и сердечно-сосудистой патологией, а также сердечно-сосудистыми заболеваниями без бронхолегочных, являются производственно-обусловленными с высокой степенью обусловленности (EF = 51–66 %, $2<RR \leq 3{,}2$).

Этиологическая доля производственно-обусловленных атерогенных ДЛП в группе больных пылевым бронхитом без сердечно-сосудистых заболеваний составила 47,3 %, относительный риск – 1,9 (доверительный интервал 95 %). Это свидетельствует о том, что развитие атерогенных ДЛП у шахтеров, страдающих пылевым бронхитом и не имеющих сердечно-сосудистых заболеваний, достоверно является производственно-обусловленным со средней степенью обусловленности (EF = 33–50 %, $1{,}5 < RR \leq 2{,}0$).

Таким образом, изменения показателей липидного обмена у шахтеров, имеющих профессиональные заболевания органов дыхания с сердечно-сосудистой патологией, являются следствием воздействия производственного фактора.

Исследование органов дыхания у работников представляет собой одну из важнейших задач, поскольку в условиях производства имеется множество профессиональных факторов риска, которые воздействуют на эту систему, приводя к развитию заболеваний органов дыхания. Так, у рабочих, подвергающихся воздействию вредных производственных факторов, выявлен повышенный риск развития неспецифических заболеваний органов дыхания с временной нетрудоспособностью (RR = 5,32) и пневмоний (RR = 2,54). Отрицательный эффект проявлялся повышением риска появления утреннего кашля (RR = 3,40), выделения мокроты в утреннее время (RR = 3,37), длительного кашля в течение 3 месяцев (RR = 3,57). Средние значения показателей ФВД находились в физиологических пределах.

Изучение влияния аэрозолей цветных металлов (972 человека, из них мужчин 81,3 %) показало наличие у работающих патологии бронхолегочной системы (28,8 %), заболеваний сосудов и сердца (17,9 %) и желудочно-кишечного тракта (32,2 %). В структуре профессиональных заболеваний бронхолегочной системы ведущими были бронхиальная астма (4–8 %), хронический бронхит (20–25 %), экзогенный аллергический альвеолит (3,5 %). Среди больных непрофессиональной легочной патологией обращала на себя внимание высокая частота ХОБЛ (20–24 %) и развитие БА (7–10 %) при отсутствии случаев ЭАА.

Другой важной проблемой являются микозы. По данным ВОЗ около 20 % населения земного шара страдают заболеваниями грибковой этиологии. Исследованиями, проведенными в нашей стране, отмечается высокая выявляемость микозов (30–60 %) в различных отраслях промышленности и высказывается предположение о роли их как неблагоприятного фона в развитии профессиональных аллергических заболеваний кожи.

Исследованиями, проведенными в ФГБНУ НИИ МТ, установлено, что клинически были выявлены микотические заболевания кожи и ее придатков у 38,2 % работающих (n = 920 чел. «АвтоВАЗ», ДСК), которые у 22,9 % сочетались с другими заболеваниями кожи. Ретроспективный анализ историй болезни показал, что в 38 % случаев профаллергодерматозы сочетаются с грибковыми заболеваниями кожи и ее придатков. Наиболее часто микотические заболевания сочетались с профессиональной экземой и аллергическим дерматитом, приводя к достоверному (p<0,05) сокращению почти в два раза сроков развития болезни (7,5±1,37 и 13±2,38 г.). Аллергическое тестирование выявило преобладание поливалентной сенсибилизации над моновалентной (51,6 и 29,1 % соответственно). Проведенные исследования говорят о повышении чувствительности кожи рабочих к воздействию производственных химических раздражителей при наличии микотической патологии кожи и ее придатков [1].

Оценка состояния здоровья специалистов службы ЭРТОС, подвергающихся воздействию электромагнитных излучений сложного характера, особенно лиц, обслуживающих средства локации, навигации и связи, выявила повышенный риск развития изменений сердечно-сосудистой системы у них в виде артериальной гипертонии и ишемической болезни сердца. При этом патология сердечно-сосудистой системы осложненного течения в виде нарушения ритма сердца, инфаркта миокарда – в 3 раза чаще встречалась у работников, которым не проводились регулярные медицинские осмотры.

Результаты гигиенических и комплексных клинико-функциональных исследований свидетельствуют, что в процессе осуществления своей трудовой деятельности персонал службы ЭРТОС подвергается воздействию целого комплекса факторов производственной среды и трудового процесса. Ведущими среди физических факторов являются ЭМП широкого диапазона частот, а также шум и для ряда подразделений – вибрация. Кроме того, для персонала, обслуживающего системы локации, навигации и связи, важную роль играют микроклиматические параметры, особенно учитывая, что часть работ они проводят вне помещения – на открытых территориях. Высокая личная ответственность за обеспечение безопасности полетов является дополнительным важным стрессирующим фактором. Треть обследованных составили лица молодого возраста (30–49 лет), а половину – среднего возраста (50–59 лет – 49 %). Большинство (85 %) имели большой (свыше 20 лет) стаж работы по специальности, а 57 % имели стаж более 30 лет.

Результаты обследования свидетельствуют о значительной частоте сердечно-сосудистой патологии (82,7 %) среди работников ЭРТОС. В структуре сердечно-сосудистой патологии на первый план (88,7 %) выступает гипертоническая болезнь (ГБ). ГБ имела преимущественно более тяжелое течение, а именно 2–3-й степени (90,9 %) с поражением органов-мишеней: сосудов сетчатки глазного дна, сосудов сердца, аорты. При этом треть больных с установленным диагнозом ГБ не состояли на динамическом наблюдении в медицинском учреждении и, соответственно, не получали необходимой терапии.

Патология сердца в виде ИБС, стенокардии 1–2-го функциональных классов диагностирована в 19,7 %, из них каждый третий имел в анамнезе острый инфаркт миокарда с последующим развитием постинфарктного кардиосклероза.

Около половины трудоспособного населения страдает хроническим воспалением слизистой оболочки желудка, что связано с полиэтиологичностью гастрита. Исследователями широко обсуждается вопрос о влиянии профессиональных факторов риска на развитие таких заболеваний органов пищеварения, как хронический гастрит и язвенная болезнь, и отнесении их к производственно-обусловленным заболеваниям. Многими авторами в этиологии хронического гастрита признаётся роль профессиональных химических воздействий.

Проведенное изучение влияния соединений свинца и аэрозолей цветных металлов на состояние органов пищеварения с использованием гастроскопии и прижизненной морфологии показало наличие у длительно работавших признаков воспаления слизистой оболочки желудка в виде умеренного и выраженного хронического гастрита (36 %) и хронического дуоденита (25 %). Каких-либо специфических тканевых изменений в зависимости от вредного производственного фактора выявить не удалось. Ни в одном из случаев не обнаружено формирования лимфатических фолликулов, что весьма характерно для гастритов типа В (инфекционной этиологии).

Проблема профессиональной, производственно-обусловленной патологии органа зрения относится к наиболее актуальным. Анализ многолетних исследований свидетельствует о возрастании зрительных работ с высокой степенью напряженности зрительного анализатора, с использованием оптических приборов. Ведущую роль играют повсеместное использование компьютерных технологий. По данным ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда» до 40–60 % пользователей ПК страдают «компьютерным зрительным синдромом» разной степени выраженности. Обследование более 16 000 человек, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда, свидетельствует о высоком росте патологии органа зрения среди работающих. Причем в структуре выявленной заболеваемости первое место занимают аномалии рефракции и нарушения аккомодации, высокий процент впервые установленного диагноза глаукомы, катаракты, возрастной макулодистрофии, синдрома сухого глаза.

Синдром «сухого глаза» (ССГ) охватил 17 % населения страны России, причем 90 % из них – это женщины. Основной причиной заболевания является постоянное перенапряжение глаз, отсюда повышенная «любовь» недуга к офисным сотрудникам, которые 40–70 % своего времени проводят у компьютеров.

Одной из актуальных проблем профпатологии в современных условиях развития общества является изучение состояния здоровья и оценка риска развития профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний офисных работников.

Десять лет назад в медицине появился термин «синдром больных зданий». Так пытались объяснить рост числа заболеваний работающих в закрытых помещениях, в том числе офисных сотрудников.

Оказалось, что проблемы со здоровьем, в частности офисных работников, вызваны не столько микроклиматом здания, его запыленностью, электромагнитной обстановкой или температурным режимом, сколько постоянными стрессами сотрудников, психологической обстановкой в коллективе и низкой подвижностью на рабочем месте.

Гипокинезия, т.е. недостаток двигательной активности, является проблемой современного общества и вызывает ряд серьезных заболеваний. Так, с варикозным расширением вен прямой кишки (геморроем) сталкивается около 15 % взрослого населения, в основном мужчины в возрасте от 30 до 50 лет. Частые причины заболевания – это лишний вес и сидячая работа, что характерно для офисных сотрудников.

Остеохондроз поразил свыше 80 % населения старше 25 лет. Его опасность в том, что он неуклонно разрушает суставы позвоночника, вызывая дискомфорт и болезненные ощущения в спине. Болезнь все чаще выбирает молодых людей с избыточным весом и специалистов «сидячих» профессий.

Синдром хронической усталости «болезнь мегаполисов» – это результат высокого переутомления, напряженного эмоционального фона, стрессов и прочих факторов.

Распознать болезнь не так просто, для этого должны совпадать несколько признаков, например, снижение работоспособности, а вместе с тем мышечные и головные боли, плохой сон, раздражительность.

Синдром запястного канала (туннельный синдром) – поражение нервов рук в области запястья. Оно может возникнуть у людей разного возраста, но чаще всего преследует лиц старше 30 лет. У офисных работников туннельный синдром вызывает постоянная работа с клавиатурой, когда кисть разогнута на 20° и более по отношению к предплечью.

Неинфекционные заболевания (НИЗ) наносят огромный социально-экономический ущерб во всех странах. Ежегодно от НИЗ в мире умирает до 9 млн человек моложе 60 лет. И это при том, что, по данным ВОЗ, около 89 % сердечно-сосудистых заболеваний, инсультов и сахарного диабета 2-го типа, а также до трети всех онкологических заболеваний можно предотвратить профилактическими мерами, т.е. мерами, направленными на сохранение и укрепление здоровья, включающими в себя формирование здорового образа жизни, предупреждение возникновения заболеваний – их раннее выявление, выявление причин и условий их возникновения и развития, а также направленных на устранение вредного влияния на здоровье человека факторов среды его обитания.

Таким образом, согласно статистическим данным, офисные работники часто страдают заболеваниями органа зрения, остеохондрозом позвоночника, заболеваниями суставов, заболеваниями желудочно-кишечного тракта, обладают излишним весом и др. По данным последних лет, количество пациентов являющихся офисными работниками, обратившихся к врачам с самыми разными жалобами, достигло в стране уже 470 тысяч.

С каждым годом ряды офисных работников заметно пополняются, вместе с этим растет абсолютное и относительное число заболеваний опорно-двигательной системы с частичной или даже полной утратой трудоспособности (I и II группы инвалидности). К профзаболеваниям офисных работников следует отнести также и боль в пояснице, синдром напряженной шеи, туннельные синдромы, запястные синдромы, эпикондилит, плечелопаточный периартрит и др.

Присутствие небольших доз токсичных веществ на рабочих местах офисных работников, которые попадают в воздух из кондиционеров, принтеров, сканеров и другой массы офисной техники и оседают на рабочих столах, в креслах и на ковровом покрытии способствуют развитию заболеваний аллергенной природы, заболеваний бронхолегочной системы и росту инфекционной патологии. Психо-эмоциональный стресс приводит к развитию синдрома хронической усталости и «эмоционального выгорания».

К числу наиболее приоритетных направлений научных исследований в области профпатологии относится изучение производственно-обусловленных заболеваний периферической нервной и скелетно-мышечной систем. Это положение обусловлено неуклонным ростом патологии, отсутствием четких диагностических критериев постановки диагноза с точки зрения доказательной медицины и при решении экспертизы связи заболевания с профессией, трансформацией клинических проявлений ряда нозологических форм ввиду изменения характера и условий труда.

Клинические и нейрофизиологические исследования патогенетических механизмов развития профессиональных дорсопатий, вызванных воздействием вредных производственных факторов (статико-динамические нагрузки на позвоночник, вынужденная рабочая поза, неблагоприятные метеофакторы, вибрация рабочих мест), показали особенность формирования болевого ощущения при хронической пояснично-крестцовой радикулопатии.

Новые технологии порождают новые факторы риска. В то же время общество все более критично относится к традиционным факторам риска, таким как шум, вибрация, пылевые нагрузки, микроклимат и др. Нарастает загрязнение окружающей среды, в том числе рабочей среды, электромагнитными излучениями, стремительно растут информационные потоки, повышаются нервно-эмоциональные и психосоциальные нагрузки на работника.

Все это обусловливает необходимость совершенствования и пересмотра подходов и критериев оценки традиционных рисков, а также требует углубленной разработки гигиенических и физиолого-гигиенических аспектов медицины труда в целях обоснования научных основ и практических рекомендаций по сохранению и укреплению здоровья, т.е. обеспечению физического, психического и социального благополучия работника.

Выделение среди хронических неинфекционных заболеваний профессионально обусловленной патологии имеет актуальное значение для создания адекватных инновационных методов их ранней диагностики, эффективного лечения, реабилитации и профилактики для сохранения здоровья трудоспособного населения.

Список литературы

1. Концепция осуществления государственной политики, направленной на сохранение здоровья работающего населения России на период до 2020 года и дальнейшую перспективу / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, Л.В. Прокопенко, Н.А. Костенко. – М.: ООО «СПМ-Индустрия», 2014. – 47 с.

2. Материалы заседания Правительственной комиссии по вопросам охраны здоровья граждан // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 7. – С. 1–19.

3. Профессиональная патология: национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 782 с.

4. Российская энциклопедия по медицине труда. – М.: Медицина, 2005. – 654 с.

Роль фактора наполняемости групповых ячеек ДОО в формировании нарушений здоровья дошкольников

С.Л. Валина, О.Ю. Устинова, Н.В. Никифорова

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

Активная морфофункциональная перестройка детского организма, незавершенность и пластичность процессов роста и развития требует благоприятных условий, в том числе внешнесредовых [2]. По свидетельству ряда научных исследований, вклад факторов образовательной среды в формирование здоровья детей составляет от 30 до 40 % [9]. В работах отечественных и зарубежных исследователей установлено, что воздействие химических веществ техногенного происхождения является одним из стрессовых факторов, способствующих напряжению и срыву адаптационно-компенсаторных механизмов, нарушению гормонального, микроэлементного гомеостаза, появлению новых патогенетических звеньев и механизмов формирования респираторной патологии у детей [3, 11]. В ряде исследований отмечается потенцирующее действие шума, выражающееся в усилении корреляционной зависимости между техногенными химическими факторами и формируемой ими патологией в условиях повышенного акустического воздействия [4, 5]. В работах исследователей доказано, что иммунная система обладает высокой чувствительностью к воздействию факторов среды обитания, результатом чего является развитие нарушений клеточного и гуморального звена иммунного ответа, угнетение неспецифической резистентности и сенсибилизация организма с формированием высокого уровня заболеваемости детей [1]. В.Р. Кучма с соавт. [6] отмечает, что уровень острой и хронической респираторной заболеваемости достоверно связан и с бактериальной обсемененностью воздуха помещений образовательных учреждений.

Несмотря на проводимую работу по модернизации системы дошкольного образования, основной проблемой остается недостаточная численность дошкольных образовательных организаций (ДОО). Введение в действие СанПиН 2.4.1.2791-10 с изменениями № 1 и СанПиН 2.4.1.3049-13 позволило сократить очереди в детские сады, в то же время привело к снижению уровня санитарно-эпидемиологического благополучия в ДОО, «переуплотнению» групп, снижению общей резистентности, повышению уровня заболеваемости дошкольников [8, 10]

Целью настоящего исследования являлась сравнительная оценка нарушений здоровья дошкольников в зависимости от наполняемости групп ДОО.

Материалы и методы. Для объективной оценки влияния численного состава групповых ячеек ДОО на формирование нарушений здоровья воспитанников были проведены эпидемиологические и лабораторные исследования в двух городских муниципальных ДОО общеразвивающей направленности с 12-часовым пребыванием детей (вариант «полного дня») с различной наполняемостью групп. Дошкольные учреждения построены по типовым проектам – № 214-2-22 и № 212-2-64; данные

по устройству, содержанию и организации режима работы обследуемых ДОО соответствовали требованиям СанПиН 2.4.1.3049-13 и не имели значимых различий между собой (p = 0,89–0,15). Группы были сопоставимы по возрастному, гендерному признакам и не отличались по социально-экономическим факторам риска здоровью (p = 0,87–0,98). Средняя наполняемость групп ДОО наблюдения составляла 29,4 ± 1,6 ребенка (количество обследованных – 235 человек); в ДОО сравнения – 18,1 ± 1,8 ребенка (p<0,05) (количество обследованных – 145 человек).

Эпидемиологические исследования включали ретроспективный анализ заболеваемости детей, посещающих исследуемые ДОО (по данным ФОМС 2010–2014 гг). Лабораторное обследование детей проводилось с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1975 г. с доп. 1983 г.), Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP) и в соответствии с методическими рекомендациями Госкомсанэпиднадзора РФ.

В результате биохимических исследований на автоматическом биохимическом «Skreen Master» (США) проведена оценка основных видов обменных процессов: белкового, углеводного, минерального. Исследование гуморального и клеточного звеньев иммунитета осуществлено с использованием иммуноферментного анализа и метода проточной цитометрии. Исследование гормонального профиля (кортизол, норадреналин, серотонин) детей выполнено на иммуноферментном анализаторе «Stat Fax-2600» (США). Исследование содержания витаминов B_6 и B_{12} в крови дошкольников выполнялось микробиологическим тестом в комбинации с колориметрическим методом; определение содержания витамина С – колориметрическим тестом с тест-системой для определения водорастворимого витамина С; витамина А, D и Е – методами иммуноферментного анализа. Все исследования выполнены по унифицированным методикам на стандартном поверенном оборудовании в аккредитованных и сертифицированных лабораториях ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Анализ информации осуществлялся статистическими методами («Statistica 6.0»). Для сравнения групп по количественным признакам использовали двухвыборочный критерий Стьюдента. Оценку зависимостей между признаками проводили методами однофакторного дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа. Для оценки достоверности полученных результатов использовали критерии Фишера и Стьюдента. Различия полученных результатов считали статистически значимыми при p<0,05. Выявление и оценку связи между изменением исследуемых показателей у детей и наполняемостью групп выполняли на основании расчета показателя отношения шансов (*OR*) и его доверительного интервала (*DI*). Критерием наличия связи «наполняемость групп – показатель эффекта» являлось $OR \geq 1$.

Результаты ранее проведенного исследования [7] показали, что при переуплотнении групп (свыше 20 детей) нарушаются санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к игровым помещениям ДОО. Концентрация в воздухе формальдегида и фенола в 2,7–4,6 раза превышала допустимый уровень, при этом повышенное содержание в воздухе игровых помещений фенола и формальдегида не зависело от их концентрации в атмосферном воздухе (фенол: ДОО наблюдения – 0,004 мг/м^3, ДОО сравнения – 0,007 мг/м^3, p = 0,08; формальдегид: ДОО наблюдения – 0,001 мг/м^3, ДОО сравнения – 0,002 мг/м^3, p = 0,8) и не было связано с внешними источниками. Значительно возрастала бактериальная обсемененность воздуха, при этом в 30 %

проб присутствовала условно-патогенная флора (*St. aureus*).Уровень эквивалентного и максимального шума во время игровых занятий достигал 76 дБА, а продолжительность воздействия превышала 6 часов [7].

Результаты и их обсуждение. Ретроспективный эпидемиологический (по данным ФОМС 2010–2014 гг.) сравнительный анализ данных по обращаемости за медицинской помощью, агрегированных в системе ОМС, показал, что в ДОО с высокой наполняемостью групп в анализируемый временной период наблюдался отчетливый рост числа зарегистрированных случаев атопического дерматита (с 0,0172 до 0,0690 сл./1 ребенок), острых бронхитов (с 0,0172 до 0,0690 сл./1 ребенок), гипертрофии миндалин и аденоидов (с 0,0172 до 0,0345 сл./1 ребенок), аденовирусного коньюнктивита (с 0,0172 до 0,0345 сл./1 ребенок), ОРВИ (с 1,4482 до 1,8966 сл./1 ребенок), острого среднего серозного отита (с 0,0517 до 0,1379 сл./1 ребенок), энтеробиоза (с 0,0 до 0,0690 сл./1 ребенок), в то время как в ДОО сравнения показатели заболеваемости детей носили стабильный характер. В ходе выполнения оценки динамики уровня заболеваемости установлено, что дети, посещавшие переполненные группы, в 1,2–3,6 раза чаще болели бронхиальной астмой, бактериальными кишечными и карантинными (ветряная оспа, скарлатина) инфекциями, стоматитами, хроническими воспалительными болезнями носоглотки и миндалин, тубулоинтерстициальными болезнями почек (p = 0,0016–0,05). Следует отметить, что инфекции мочевыводящих путей и острые серозные отиты регистрировались у детей данного дошкольного учреждения в 10 раз чаще, чем в ДОО сравнения. Сопоставление средних показателей заболеваемости детей ДОО наблюдения со среднероссийскими данными (2011–2014 гг.) показало, что распространенность атопического дерматита превышала среднероссийский показатель в 5,6 раза (9911,0 против 1778,4 сл. на 100 000 детей), хронических болезней миндалин и аденоидов – в 2,9 раза (4310,0 против 1480,0 сл. на 100 000 детей), острого среднего серозного отита – в 3,6 раза (10 350,1 против 2911,0 сл. на 100 000 детей). Установлена прямая корреляционная связь между заболеваемостью детей аллергическими болезнями органов дыхания (R^2 = 0,39; $p \leq 0{,}0001$), герпетической инфекцией слизистых и другими формами стоматитов (R^2 = 0,32; p = 0,015), атопическим дерматитом (R^2 = 0,87; p = 0,005), функциональными кишечными расстройствами и диспепсиями (R^2 = 0,74–0,84; p = 0,009–0,035), острым средним серозным отитом (R^2 = 0,89; p = 0,003), острым конъюнктивитом (R^2 = 0,79; p =,018), инфекциями мочевыводящих путей (R^2 = 0,85; $p \leq 0{,}008$), болезнями почек и мочеточников (R^2 = 0,78; p = 0,024) и наполняемостью групп.

Сопоставительное лабораторное исследование состояния основных видов обменных процессов позволило установить, что у детей, посещающих ДОО с повышенной наполняемостью групп, содержание общего белка (69,96 ± 0,73 г/ дм^3) было ниже, чем у детей ДОО сравнения (71,18 ± 0,77 г/дм^3, p = 0,028), определен более низкий уровень глюкозы (4,21 ± 0,16 против 4,40 ± 0,08 ммоль/дм^3, p = 0,042). Наиболее значительные отличия были выявлены по показателям минерального обмена: содержание калия в крови детей ДОО наблюдения составляло 3,94 ± 0,06 ммоль/дм^3 (против 4,06 ± 0,05 ммоль/дм^3 ДОО сравнения, p = 0,007); натрия – 135,47 ± 0,31 ммоль/дм^3 (против 138,09 ± 0,82 ммоль/дм^3, $p \leq 0{,}0001$), магния – 0,791 ± 0,011 ммоль/дм^3 (против 0,825 ± 0,014 ммоль/дм^3, $p \leq 0{,}0001$), фосфора 1,51 ± 0,04 ммоль/дм^3 (против 1,56 ± 0,03 ммоль/дм^3, p = 0,046). Выполненные иммунологические исследования выявили у воспитанников «уплотненных» ДОО тенденцию формирования дефици-

та хелперного и гуморального звена иммунной защиты: уровень относительного содержания лимфоцитов-хелперов (34,80 ± 2,92 против 39,06 ± 3,10 %, p = 0,045) и иммуноглобулина G (8,84 ± 0,33 против 9,52 ± 0,39 г/дм^3, p = 0,011) был достоверно ниже показателей детей ДОО сравнения. Относительный риск снижения синтеза иммуноглобулина G и повышения количества иммуноглобулина E у детей ДОО наблюдения был в 1,4–2,3 раза выше, чем в ДОО сравнения (DI = 1,12–5,78; p = 0,02–0,04). Относительный риск снижения количества активных иммуноцитов (CD3+CD25+-лимфоцитов и CD3+CD95+-лимфоцитов) у детей, посещающих ДОО высокой комплектации, в 1,2–2,1 раза выше, чем в ДОО сравнения (DI = 1,06–4,17; p = 0,01–0,03). В ходе исследования витаминной обеспеченности дошкольников исследуемых ДОО было установлено, что содержание витаминов A, B_6, B_{12}, C, D и E соответствовало физиологической норме. В то же время обращает на себя внимание тот факт, что уровень содержания в крови витаминов A, D и E у детей ДОО наблюдения в 1,3–2,3 раза был ниже, чем у детей ДОО сравнения ($p \leq 0{,}001$). Исследование гормонального статуса показало, что у детей, посещающих «уплотненные» группы, содержание стресс-гормонов в крови достоверно выше аналогичных показателей у детей ДОО сравнения (кортизол – 350,01 ± 50,89 нмоль/ см^3 против 269,62 ± 45,05 нмоль/см^3, p = 0,022; норадреналин – 309,13 ± 8,32 против 282,70 ± ± 12,05 пг/см^3, p = 0,001), а уровень серотонина – ниже (231,83 ± 34,41 против 295,96 ± 43,04 нг/см^3, p = 0,025).

Таким образом, при комплектовании в типовых дошкольных учреждениях «уплотненных» групп комплексное воздействие акустического фактора в сочетании с повышенным содержанием в воздухе игровых комнат фенола и формальдегида и значительной бактериальной обсемененностью способствует развитию у дошкольников хронического стресс-синдрома. В результате модулирующего действия стрессорного ответа формируются нейрогуморальные и иммунные нарушения, детерминирующие изменение активности основных видов обмена (белкового, углеводного, минерального, витаминов), сенсибилизацию, снижение иммунорезистентности, что создает предпосылки для развития повышенного уровня острой и хронической патологии.

Список литературы

1. Боев М.В., Кряжев Д.А., Боев В.М. Влияние факторов окружающей среды на формирование поствакцинального иммунитета // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 52–54.

2. Влияние уровня санитарно-эпидемиологичекого благополучия на физическое развитие детей, посещавших дошкольные образовательные учреждения / Н.В. Семенова, О.А. Кун, А.П. Денисов, Е.Д. Филиппова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 3. – С. 378–381.

3. Клинико-лабораторные особенности заболеваний органов дыхания у детей в условиях воздействия фенола и формальдегида / О.А. Маклакова, О.Ю. Устинова, А.И. Аминова, К.П. Лужецкий // Вестник Пермского университета. – 2012. – № 2. – С. 79–83.

4. Патология слухового анализатора у детей, проживающих в условиях комплексного воздействия шумового и химических факторов / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, Г.И. Хаттарова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3 (6). – С. 1832–1836.

5. Попова Т.В. Особенности формирования состояния здоровья детского населения при сочетанном воздействии химических и физических факторов: автореф. дис. … канд. мед. наук. – М., 2009. – 24 с.

6. Санитарно-эпидемиологическое благополучие и риски здоровью детей и подростков при обучении в образовательных учреждениях / В.Р. Кучма, Е.И. Шубочкина, С.Г. Сафонкина, Е.М. Ибрагимова // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 65–73.

7. Сравнительная оценка санитарно-гигиенических условий в дошкольных образовательных учреждениях с различной наполняемостью групп / С.Л. Валина, О.Ю. Устинова, О.А. Кобякова, А.В. Алексеева, Н.В. Никифорова // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: мат-лы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2015. – С. 422–427.

8. Степанова М.И. К вопросу о нормировании наполняемости дошкольных групп // СанЭпидемКонтроль. – 2012. – № 4. – С. 14–19.

9. Сухарев А.Г. Образовательная среда и здоровье учащихся: научно-методическое пособие. – М.: МИОО: Московские учебники, 2009. – 255 с.

10. Тармаева И.Ю., Погорелова И.Г. Гигиеническая оценка условий пребывания и состояния здоровья дошкольников г. Иркутска // Сибирский медицинский журнал. – 2014. – № 2. – С. 86–89.

11. Fagerholm U. The highly permeable blood-brain barrier: an evaluation of current opinions about brain uptake capacity // J. Membr. Biol. – 2007. – № 12. – P. 1076–1082.

Современные подходы к профилактике производственно-обусловленных заболеваний на основе персонифицированной медицины

Н.К. Вознесенский[1,3], Н.Н. Малютина[2], В.А. Петров[3,1]

[1]Институт атомной энергетики Научно-исследовательского ядерного университета МИФИ, г. Обнинск, Россия
[2]ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, г. Пермь, Россия
[3]ФГБУЗ КБ № 8 ФМБА России, г. Обнинск, Россия

Профилактика нарушений здоровья у лиц, работающих во вредных и особо вредных условиях, остается важнейшей проблемой современной профпатологии [7]. Высокая стоимость профессиональной подготовки квалифицированного специалиста, особенно в условиях дефицита трудовых и финансовых ресурсов, ставит задачу внедрения новых технологий, позволяющих сделать значительный шаг в сохранении здоровья, трудового долголетия и предупреждения производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний.

Персонифицированная медицина, основанная на достижениях биомолекулярных и клеточных технологий с целью диагностики, профилактики, лечения и реабилитации по определению носит превентивный характер [5]. Ее целью является профилактика заболеваний на основе таргетности – целенаправленного воздействия на молекулярные механизмы патогенеза заболеваний, а также повышения уровня здоровья, качества жизни и трудового долголетия. Основные механизмы, реализуемые в таргетной терапии, опираются на достижения фармакогенетикии, а именно на регуляцию эксперессии генов и восстановление транскрипции белков [9].

Предиктивность персонифицированной медицины характеризуется возможностью выявления в организме обследуемого индивидуума маркеров, по которым определяется степень риска развития конкретного патологиченского процесса [8].

Следует отметить, что комплексное изучение генома, транскриптома, протеома и метаболома человека обеспечило базис для системного мониторинга индивидуального здоровья человека. Это закономерно повлекло за собой понимание того, что факторы риска развития профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний могут по-разному реализовываться в условиях, определенных индивидуальными генетическими и метаболическими особенностями работающих. Следовательно, в основе профилактики профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний на основе достижений персонифицированной медицины должно лежать два условия:

1) выявление универсальных механизмов, определяющих генетически детерминированное снижение резистентности организма к факторам внешней среды, и, в частном случае, вредных производственных факторов до начала работы в конкретных условиях;

2) возможность воздействия на геном и метаболом индивидуума с целью их коррекции и предупреждения возникновения патологического процесса.

С нашей точки зрения, среди патогенетических механизмов, определяющих генетически детерминированное снижение устойчивости к воздействию вредных производственных факторов высокоинформативными являются нарушения в системах генов, детерминирующих стабильность генома, в том числе генов, определяющих теломеразную активность; генов, детерминирующих системы свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты; генов-регуляторов детоксикации ксенобиотиков; генов, контролирующих процессы коллагенообразования и синтеза фибронектина, клеточной дифференцировки, предупреждение эндотелиальной дисфункции.

Академиком Б.Т. Величковским и его сотрудниками установлено [1, 4], что в механизме воздействия на организм факторов среды и условий жизнедеятельности (инфекций, физического перенапряжения, охлаждения, фиброгенной пыли, прооксидантных токсических веществ или химических соединений, окисляющихся на цитохроме Р-450, ионизирующего излучения, ультрафиолетовой радиации, гипоксии, эмоционального стресса, информационной перегрузки и др.) имеется общее патогенетическое звено – избыточная продукция свободных радикалов. Различными путями все перечисленные факторы приводят к одному и тому же метаболическому сдвигу: образованию повышенного количества активных форм кислорода (АФК), оксида азота или других свободных радикалов. АФК относятся к продуктам нормального клеточного метаболизма и при физиологических усло-

виях и адекватном функционировании систем антиоксидантной защиты не представляют опасности для организма. Вместе с тем если под влиянием факторов среды или условий жизнедеятельности происходит чрезмерное образование АФК, то при недостаточности систем антиоксидантной защиты возникает состояние окислительного стресса, чреватое возможностью развития ряда патологических изменений. При взаимодействии с белками они вызывают окислительную модификацию их антигенных свойств. Этот механизм возникновения аутоантигенов отличается от хорошо известного способа их образования путем присоединения гаптена. Но он также приводит к развитию аутоиммунного процесса, который в своей основе имеет иммунофизиологический характер, и лишь при высокой интенсивности и продолжительности образования аутоантигенов или наследственной предрасположенности организма становится причиной развития аутоиммунных патологических нарушений. Другой тип патологических изменений может возникнуть при контакте радикальных продуктов с ДНК. При таком взаимодействии нарушается её структура, что может вызвать появление мутагенных эффектов и развитие злокачественных новообразований. Кроме того, кислородные радикалы, частично инактивируя и изменяя соотношение протеаз и ингибиторов протеаз в ткани, создают относительную недостаточность альфа-1-антитрипсина, чреватую опасностью развития в легких эмфиземы и обструктивного синдрома, в поджелудочной железе – недостаточности инсулярного аппарата и развития диабета и т.д. Но прежде всего избыточное присутствие радикальных продуктов становится причиной развития асептического воспаления.

Биохимические механизмы эндогенной антиоксидантной защиты (АОЗ) организма представляют собой сложную генетически детерминированную систему, включающую три главных звена: антиоксидантные ферменты, низкомолекулярные антиоксиданты: глутатион, цистеин и цистин, специфические белки и пептиды: ферритин, трансферрин, церулоплазмин, карнозин и др. Существующая в организме система АОЗ в совокупности с естественными антиоксидантами поддерживает концентрацию АФК, оксида азота, продуктов ПОЛ и других свободных радикалов в организме на безопасном уровне. Это делает возможным существование здорового человека в течение определенного времени в условиях значительно более высокой их продукции: при вдыхании запыленного воздуха, курении, работе в кессоне, гипербарической оксигенации, гипоксической гипоксии, воспалении и др. Нами разработаны и апробированы методы персонифицированной реституции антиоксидантной защиты посредством активации транскрипции генетически детерминированных антиоксидантных механизмов в условиях неблагоприятного воздействия комплекса социальных и физических факторов. Это может стать первым шагом к применению персонифицированного подхода к профилактике производственно-обусловленных заболеваний.

Выполненные ранее исследования показали, что нарушения в этих системах лежат в основе не только профессиональных, но практически всех мультифакториальных заболеваний, регуляции процессов старения организма, геронтологии и гериатрии, онкогенеза, иммунопатологии и противоинфекционного имунитета [2, 3]. В связи с этим важное значение имеет молекулярно-генетическое исследование кодирующих генов для выявления функциональных полиморфных вариантов (геномика) и определения активности ферментов в зависимости от вариабельности аллелей (метаболомика).

Методической основой обследования индивидуального здоровья и исследования индивидуальной резистентности или чувствительности к тому или иному производственному фактору должны стать базовые алгоритмы, которые отличаются от традиционного клинического подхода. Такие исследования должны быть многоэтапными, в том числе базироваться на клинических скрининговых исследованиях групп стажированных работников ***«Medical check-up»*** (***«Healthcheck»***) с целью выявления различий в устойчивости к воздействию того или иного фактора. Необходимо иметь регистры работников, ранжированные по условиям трудового процесса и вредным производственным факторам. В настоящее время наиболее широко известен регистр ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС. Весьма актуальным является формирование регистров по иным вредным производственным факторам.

На первом этапе «Medical check-up» выполняется тщательное обследование работника, включающее в себя комплекс лабораторных и инструментальных исследований, консультаций специалистов. Программа обследования должна меняться в зависимости от условий трудовой деятельности и обнаруженных в ходе первичной диагностики особенностей организма. Далее выполняется генетический скрининг, позволяющий выявить наличие наследственной предрасположенности к производственно-обусловленным заболеваниям сердечно-сосудистой системы, неврологическим, эндокринным, иммунным, психическим и др., носительство мутаций часто встречающихся моногенных заболеваний (муковисцидоз и др.) и доминантных заболеваний с поздним «дебютом» (болезнь Альцгеймера, диабет, наследственные формы рака молочной железы и др.), индивидуальную чувствительность к повреждающему действию ксенобиотиков, ионизирующего излучения, химических, биологических факторов, алкоголя.

Выводы. По мнению экспертов ВОЗ [9], производственно-обусловленным болезням («Work related diseases»), в патогенезе которых трудовой процесс является фактором, усугубляющим патогенетические нарушения, способствующие более раннему развитию, быстрому прогрессированию и более тяжелому течению общих заболеваний, в той или иной мере подвержено всё трудоспособное население. При наличии генетически детерминированной предрасположенности устойчивость к внешним воздействий среды существенно снижается, заболеваемость производственно-обусловленными заболеваниями возрастает. Внедрение достижений персонифицированной медицины, направленной на прогнозирование на основе индивидуальных особенностей генома риска развития заболеваний, вызванных неблагоприятными факторами внешней среды и трудового процесса, а также их предотвращение посредством профотбора и, в ряде случаев, таргетной регуляции экспрессии генов, способно принципиально изменить подход к профилактике, укрепить здоровье, обеспечить трудовое долголетие и повысить качество жизни работников.

Список литературы

1. Величковский Б.Т. Свободнорадикальное окисление как звено срочной и долговременной адаптации организма к факторам окружающей среды // Вестник РАМН. – 2000. – № 6. – С. 45–52.

2. Зайцева Н.В., Малютина Н.Н., Тараненко Л.А. Особенности нарушений клеточного иммунитета и апоптоза у работников, экспонированных к метанолу и формальдегиду // Врач-аспирант. – 2014. – № 1–2 (62). – С. 273–279.

3. Иммуногенетические особенности апоптоза у работающих занятых в производстве метанола / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 11. – С 9–12.

4. Новые возможности применения регуляторов энергетического обмена в терапии и профилактике / Н.К. Вознесенский, С.Д. Шешукова, С.М. Третьякова [и др.] // Регуляторы энергетического обмена. Клинико-фармакологические аспекты: X Российский национальный конгресс «Человек и лекарство». – М., 2003. – С. 31–41.

5. Персонифицированная медицина как новая отрасль здравоохранения и ее перспективы / Х.М. Галимзянов, Н.Н. Тризно, Ю.М. Лопухин [и др.] // Астраханский медицинский журнал. – 2013. – № 1. – С. 64–70.

6. Профессиональная гигиена: контроль за состоянием производственной среды и здоровье человека: доклад комитета экспертов ВОЗ (серия технических докладов / ВОЗ; 535) // Всемирная организация здравоохранения. – Женева, 1975.

7. Реализация глобального плана действий ВОЗ по охране здоровья работающих в Российской Федерации / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, Л.В. Прокопенко, Е.Е. Шиган // Медицина труда и промышленнная экология. – 2015. – № 9. – С. 4–10.

8. Predictive medicine as the new philosophy in healthcare. In Predictive Diagnostics and Personalized Treatmen: Dream or Reality / V. Costigliola, P. Gahan, O. Golubnitschaja / edited by O. Golubnitschaja – New York: Nova Science Publishers, 2009. – P. 1–3.

9. Scott S.A. Personalizing medicine with clinical pharmacogenetics // Genet.Med. – 2011. – Vol. 13, № 12. – P. 987–995.

Нарушения сна как фактор развития ожирения

П.А. Вуйцик, С.В. Комарова

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда»,
г. Москва, Россия

С каждым годом растет количество людей, имеющих избыточную массу тела, а также страдающих ожирением. В связи с изменением образа жизни, снижением физической активности данная проблема становится все более актуальной. Анализ литературных данных формирует представление о взаимосвязи недостатка сна с ожирением как о сложной многофакторной системе, включающей в себя такие явления, как профессиональный стресс и гиподинамия. Риск развития ожирения в итоге зависит как от производственной среды, так и от особенностей образа жизни работника.

Анализ литературы, касающейся данного вопроса, позволяет выделить несколько механизмов влияния дефицита сна на развитие ожирения. Первая группа факторов включает в себя различные нарушения нормального режима труда и отдыха работника. Неоптимальная организация сменной работы, удлиненные смены, переработки не позволяют обеспечить работника достаточным количеством времени для сна и отдыха. Недостаток сна приводит к снижению работоспособности, что

не позволяет развивать достаточную физическую активность, заниматься физкультурой и спортом, даже при наличии такой возможности, и, как следствие, к развитию гиподинамии, ведущей к ожирению [4].

Увеличение нагрузки, напряженности труда резко повышает необходимое количество времени для восстановления, недостаток которого может провоцировать метаболические нарушения.

Недостаточное время сна приводит к дисбалансу в системе гормонов «лептин – грелин». Нарушения секреции вызывают несколько явлений, прямым образом связанных с развитием ожирения. Нарастает ощущение голода, изменяются пищевые предпочтения в сторону продуктов с избыточной калорийностью и энергоемкостью. Такие нарушения также приводят к замедлению метаболизма и изменению гомеостаза [3].

Нарушение сна зачастую вызывается повышенным уровнем профессионального стресса, что является причиной бытовой тревожности и, как следствие, недостатка и снижения качества сна.

Психологический фактор оказывает существенное влияние на процесс ожирения; 10–15 % случаев ожирения сопровождаются тревожными расстройствами. Нарушения сна приводят к неумеренному поеданию пищи (перекусы) в промежутках между её приемами, а нерегулярные приемы пищи приводят к перееданию. Еда снижает чувство тревоги, что выражается приступообразным перееданием – это патологическое состояние, во время которого человек теряет контроль за количеством съеденного. Существует «синдром ночного обжорства» (night eating severity), во время которого вечером и ночью поглощается огромное количество пищи, что свойственно и работникам с вахтовым трудом. Отмечаются приступы повышенного аппетита без ощущения физического голода [2].

Обширная группа факторов связана с возможностью обеспечения бытовых условий для качественного и здорового сна. Особенно выраженно данный фактор влияет на работников с вахтовым трудом. Большая плотность расселения и, зачастую, несовпадение графика смен у работников, проживающих в одном помещении, негативно влияют на качество отдыха и сна; у работников отсутствует понятие о здоровом сне и здоровых привычках [1].

Для изучения связи нарушений сна с ожирением было проведено комплексное анкетирование группы профессиональных водителей с вахтовым методом труда (163 человека). Было проведено исследование развития сонливости и утомления в зависимости от сменности работ. Анкета включала в себя вопросы, обеспечивающие субъективную качественную и количественную оценку водителями своего сна, а также степень утомления. Была проведена объективная количественная оценка сна методом актографии. Данные субъективного социологического опроса показали, что 62 % водителей спят 8–9 часов и 36 % – 6–7 часов. Однако данные выборочного объективного контроля с помощью актографии не подтвердили эти показатели (водители считают время сна с момента нахождения в кровати, а не часы реального сна). По данным актографического исследования реальное время сна у половины водителей не превышает 6 часов, что, согласно субъективной оценке водителей степени собственного утомления, не достаточно для полного восстановления работоспособности и ведет к хроническому недосыпанию в течение целой вахты.

Таким образом, проведенные объективные исследования показали, что время сна для водителей дневной и ночной смены недостаточно. Водители, которые спят в дневное время, просыпаются в 2 раза чаще. У водителей отмечается снижение продолжительности фазы глубокого сна по сравнению с физиологической нормой.

Кроме того, 25 % водителей по данным анкетного опроса выходят на работу не выспавшимися; 29 % водителей имеют беспокойный сон; 46 % просыпаются уставшими; 69 % водителей как дневной, так и ночной смены просыпаются в течение ночи. Хроническое недосыпание на протяжении всей вахты неизбежно ведет к развитию сонливости и усталости у работника.

Водители понимают, что для поддержания должной работоспособности необходим длительный хороший 8-часовой сон – это утверждали 87 % человек, и только 16 % были согласны с утверждением, что можно хорошо выспаться за 1–2 ч ночного сна; 65 % водителей старается подремать в любое время, не связанное с вождением автомобиля.

Также 93 % водителей отмечают, что правильное питание и здоровый образ жизни положительно влияют на качество сна, однако 61 % не занимаются спортом, и только 18 % водителей занимаются 1–2 раза в неделю, из них 50 % водителей находятся в возрасте до 35 лет.

Более трети (37,9 %) опрошенных водителей страдают избыточной массой тела, а 16,7 % – ожирением I степени. Это может быть связано как с профессиональными и бытовыми факторами, такими как малоподвижная работа и переедание, так и с недостаточным количеством сна.

Таким образом, для предотвращения распространения ожирения в профессиональных группах работников, подверженных таким факторам, как высокий уровень профессионального стресса, вахтовый труд, низкая физическая активность, требуется внедрение не только специфических мероприятий по борьбе с ожирением (организация рационального питания, физическая культура), но и обеспечение достаточного количества и качества сна.

Список литературы

1. Association between occupational psychological stress and metabolic syndrome / H. Liu, H. Song, R. Tian [et al.] // Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi. – 2015. – № 33 (2). – P. 88–92.

2. Impact of nightshift work on overweight and abdominal obesity / J. Macagnan, M.P. Pattussi, R. Canuto [et al.] // Occup. Environ. Med. – 2012. – № 54. – P. 834–840.

3. Nolan L.J., Geliebter A. «Food addiction» is associated with night eating severity // Appetite. – 2016. – № 1 (98). – P. 89–94.

4. Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index / S. Taheri, L. Lin, D. Austin [et al.] // Arch. Dis. Child. – 2006. – № 91 (11). – P. 881–884.

Сравнительная оценка результатов исследований воздушной среды учебных помещений методом диффузионного пробоотбора

А.Н. Ганькин, Л.М. Шевчук, Т.Н. Пронина

РУП «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Одной из важных проблем современной профилактической медицины и токсикологии является оценка воздействия на организм человека и прогноз последствий для здоровья (в том числе отдаленных) суперэкотоксикантов – стойких органических загрязнителей (СОЗ). В 2009 г. к перечню СОЗ, регулируемых положениями Стокгольмской конвенции, добавлены коммерческие смеси бромсодержащих антипиренов, соединений, препятствующих возгоранию и распространению огня.

Согласно результатам предварительной инвентаризации, содержащей данные о запасах новых СОЗ, в том числе в составе полимерных изделий электрооборудования и транспортных средств, в Республике Беларусь отсутствует производство препаратов на основе полибромдифениловых эфиров (ПБДЭ), в то же время существует вероятность присутствия данных соединений в готовых изделиях (АБС-пластик телевизоров и мониторов, пенополиуретановые изделия) [1].

Исследования, выполненные в Республике Беларусь в 2006 г. в рамках проекта IPEN (International POPs Elimination Project), связаны с изучением содержания ПБДЭ в образцах пыли, собранной в офисных и жилом помещениях, а также в помещениях общественного здания.

Обнаруженные концентрации суммы восьми конгенеров ПБДЭ (БДЭ-28, БДЭ-47, БДЭ-99, БДЭ-100, БДЭ-153, БДЭ-154, БДЭ-183 и БДЭ-209) составили 17,64; 9,38 и 43,65 нг/мг соответственно [3].

Актуальность исследования содержания ПБДЭ определяется их способностью оказывать неблагоприятные эффекты на организм человека при воздействии в сверхмалых концентрациях [5]. По имеющимся сведениям среди нарушений здоровья человека, связанных с воздействием ПБДЭ, можно выделить расстройства развития и функционирования нервной системы [4], эндокринной системы [2], сообщается о связи концентрации ПБДЭ в образцах грудного молока с конгенитальным крипторхидизмом и низким весом при рождении [11], об эффектах регуляции процессов роста и апоптоза культур клеток [6]. Ряд авторов отмечает наличие у ПБДЭ свойств эндокринных дизрапторов [7–9].

Цель работы – изучить качественный и количественный состав полибромдифениловых эфиров, находящихся в воздушной среде учебных помещений.

Материалы и методы. Исследования проведены в пяти учреждениях образования г. Минска (УО-1 – УО-5) в отопительный период 2012 г. Отбор проб воздуха учебных помещений и атмосферного воздуха на прилегающей территории выполнен с использованием диффузионных пробоотборников (разработанных для мониторинга стойких органических загрязнителей [10]). Период экспозиции диф-

фузионных пробоотборных устройств составил от 68 до 104 суток (в среднем 86 суток). Отбор проб воздуха для определения содержания ПБДЭ был выполнен в УО-3 и УО-1 в двух учебных помещениях, в УО-5, УО-2 и УО-4 в трех учебных помещениях, в каждом учебном помещении было размещено по два пробоотборных устройства. Химический анализ выполнен после экстрагирования загрязнителей с пенополиуретанового диска (ППУ-диск) пробоотборника путем хромато-масс-спектрометрической детекции отдельных конгенеров ПБДЭ (28, 47, 66, 99, 85, 100, 153, 154, 183, 209).

Сравнительная оценка результатов проводилась по показателю количества ПБДЭ (как по отдельным конгенерам, так и по их сумме), сорбированных на ППУ-диске за период пробоотбора (пг/диск/сут). В химико-аналитическом исследовании проб воздуха и дальнейшей статистической обработке первичных данных учитывались результаты анализа контрольных проб. В исследованиях были использованы два типа контрольных проб: первый тип – ППУ-диски, прошедшие предварительную подготовку, но не участвовавшие в отборе проб – контроль «чистоты» ППУ-диска; второй тип – чистый образец растворителя для подготовки и экстракции ППУ-дисков (дихлорметан, толуол) – контроль «чистоты» растворителя. В отобранных пробах воздуха определено количество веществ – пг/диск/сут.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что доминирующими конгенерами ПБДЭ в воздухе обследованных учебных помещений учреждений образования являются БДЭ-209 (93 % от суммы), затем следуют БДЭ-47 и БДЭ-99 (3,3 и 1,9 % соответственно), а также БДЭ-28, БДЭ-100, БДЭ-183, БДЭ-153, БДЭ-154, составляя 0,7; 0,4; 0,3; 0,2; 0,1 % соответственно. Доминирующая позиция БДЭ-209 может быть следствием того, что данный конгенер является основой коммерческой смеси декабромдифенилового эфира (в которой содержание БДЭ-209 достигает 97,5 %), применявшейся до 2013 г.

Качественный состав ПБДЭ воздуха обследованных учебных помещений учреждений образования с определением долевого вклада каждого обнаруженного конгенера представлен на рисунке.

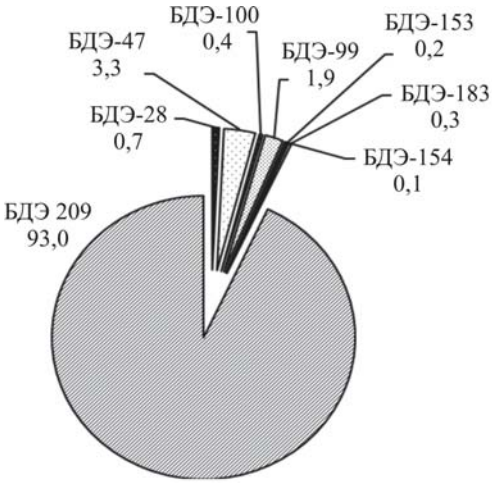


Рис. Качественный состав ПБДЭ, содержащихся
в воздухе обследованных учебных помещений (%)

В результате качественного анализа данных об усредненном за период пробоотбора содержании ПБДЭ в воздухе обследованных учебных помещений установлен широкий диапазон колебаний как отдельных конгенеров ПБДЭ, так и их суммы. Установлены статистически значимые различия в количестве БДЭ-28 и БДЭ-47 в воздушной среде обследованных помещений, имеющих различия в мультимедийном оснащении и интерьерной отделке полимерсодержащими материалами.

В ходе выполнения корреляционного анализа установлена прямая статистически значимая корреляционная связь умеренной силы между содержанием отдельных конгенеров ПБДЭ в воздухе учебных помещений обследованных учреждений образования и длительностью эксплуатации школьной мебели, при этом сила корреляционной связи и величина значимости возрастают от высокобромированных конгенеров ПБДЭ (БДЭ-153) к низкобромированным (БДЭ-28). Так, коэффициент корреляции Спирмана для БДЭ-28 равен 0,62 (при $p = 0{,}00074$, $n = 20$), для БДЭ-47 $R = 0{,}55$ (при $p = 0{,}0035$, $n = 20$), для БДЭ-153 $R = 0{,}39$ (при $p = 0{,}0472$, $n = 20$).

По результатам анализа количественного состава конгенеров ПБДЭ в атмосферном воздухе установлено, что доминирующими конгенерами ПДБЭ были БДЭ-209 (76,4 %), БДЭ-47 (11,0 %) и БДЭ-99 (6,9 %). Аналогичная картина наблюдалась как при рассмотрении в отдельности результатов по каждому району расположения учреждения образования, так и в целом по городу.

В результате сравнительного анализа содержания отдельных конгенеров ПБДЭ в воздухе учебных помещений и в атмосферном воздухе были установлены значимые различия. При этом преобладало содержание отдельных конгенеров ПБДЭ в воздухе учебных помещений.

Выводы. Применение метода диффузионного отбора проб воздуха (с длительным периодом экспозиции) позволило получить данные о содержании полибромдифениловых эфиров (как отдельных конгенеров, так и суммы ПБДЭ) в воздухе учебных помещений учреждений образования и в атмосферном воздухе. Анализ полученных данных позволяет сделать выводы о том, что количество конгенеров ПБДЭ в воздухе учебных помещений значимо ($p<0{,}05$) различается. При этом максимальное содержание низкобромированных конгенеров (БДЭ-28, БДЭ-47) обнаружено в воздухе учебных помещений, характеризующихся обилием полимерных материалов во внутренней отделке.

Доминирующими конгенерами ПБДЭ в воздухе учебных помещений обследованных учреждений образования являются БДЭ-209 (93 % от суммы), БДЭ-47 (3,3 %) и БДЭ-99 (1,9 %). Содержание отдельных конгенеров ПБДЭ (БДЭ-28, БДЭ-47, БДЭ-100, БДЭ-99, БДЭ-154, а также БДЭ-183) в воздухе учебных помещений выше ($p<0{,}05$), чем в атмосферном воздухе, что может косвенно свидетельствовать о наличии источников данных конгенеров ПБДЭ внутри обследованных учебных помещений.

Список литературы

1. Выявление и оценка запасов новых стойких органических загрязнителей в Беларуси: подходы, результаты, проблемы / Т.И. Кухарчик [и др.] // Природопользование: сборник науч. трудов / глав. ред. А.К. Кубарко. – 2014. – Вып. 25. – С. 124–130.

2. Associations between polybrominated diphenyl ethers (PBDE) flame retardants, phenolic metabolites, and thyroid hormones during pregnancy / H.M. Stapleton [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2011. – Vol. 119, № 10. – P. 1454–1459.

3. Brominated flame retardants in Belarus: Environmental group FRI report, 2006 [Электронный ресурс]. – URL: http: //ipen.org/sites/default/files/documents/8bye_brominated_flame_retardants_in_belarus-en.pdf (дата обращения: 07.04.2013).

4. Costa L. G., Giordano G. Developmental neurotoxicity of polybrominated diphenyl ether (PBDE) flame retardants // Neurotoxicology. – 2007. – Vol. 28, № 6. – P. 1047–1067.

5. Developmental exposure to low-dose PBDE-99: effects on male fertility and neurobehavior in rat offspring / S.N. Kuriyama [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2005. – Vol. 13, № 2. – P. 149–154.

6. Effects of decabrominated diphenyl ether (PBDE-209) in regulation of growth and apoptosis of breast, ovarian, and cervical cancer cells / Z.H. Li [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2012. – Vol. 120, № 4. – P. 541–546.

7. In vitro profiling of the endocrine-disrupting potency of brominated flame retardants / T. Hamers [et al.] // Toxico. Sci. – 2006. – Vol. 92, № 1. – P. 157–172.

8. Karpeta A., Gregoraszczuk E. Mixture of dominant PBDE congeners (BDE-47, -99, -100 and -209) at levels noted in human blood dramatically enhances progesterone secretion by ovarian follicles // Endocr. Regulat. – 2010. – Vol. 44, № 2. – P. 49–55.

9. Legler J. New insights into the endocrine disrupting effects of brominated flame retardants // Chemosphere. – 2008. – Vol. 73, iss. 2. – P. 216–222.

10. Passive air sampling of PCBs, PBDEs, and organochlorine pesticides across Europe / F.M. Jaward [et al.] // Environ. Sci. Technol. – 2004. – Vol. 38, № 1. – P. 34–41.

11. Serum polybrominated diphenyl ethers (PBDE) levels are higher in Children (2–5 years of age) than in infants and adults / L.-M.L. Toms [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2009. – Vol. 117, № 9. – P. 1461–14665.

Механизмы нарушения функции эндотелия и внутренних органов на фоне экспозиции хлоридом кобальта (экспериментальное исследование)

Л.В. Гиголаева

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Северная Осетия – Алания, г. Владикавказ, Россия
ГБОУ ВПО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» МЗ РФ, г. Владикавказ, Республика Северная Осетия-Алания, Россия

Систематический мониторинг факторов среды обитания, проводимый управлением Роспотребнадзора по Республике Северная Осетия – Алания, выявил значительное превышение содержания солей тяжелых цветных металлов в почвах г. Владикавказа. Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по наличию в них солей тяжелых металлов, составляет в многолет-

ней динамике – 70 %. По данным анализа специфических выбросов третье место по объемам после свинца и кадмия занимают выбросы металлического кобальта, а основными загрязнителями среды обитания являются предприятия цветной металлургии.

В незначительных количествах на молекулярном уровне ионы кобальта могут попадать прямо в кровь. Однако избыточное поступление в организм кобальта является гено-, ферменто- и мембранотоксичным. Токсичность высоких концентраций кобальта обусловлена его гипоксическим действием, активацией ПОЛ и истощением АОЗ. В механизме развития эндотелиальной дисфункции в условиях активации окислительных процессов играет роль снижение продукции оксида азота – основного вазодилатирующего фактора – и его биодоступность. В нарушении транспорта NO в гладкомышечную клетку сосуда может играть роль изменение метаболизма холестерина как фактора риска атерогенеза. Высокие дозы кобальта, попадающие в организм через дыхательные пути на вредных производствах, приводят к повышению содержания в крови холестерина, бета-липопротеидов, общих липидов и снижению лецитин-холестеринового коэффициента.

Учитывая вышеизложенное, представляет научный интерес изучение влияния хлорида кобальта на биохимические показатели дисфункции эндотелия у крыс в эксперименте с кобальтовой интоксикацией.

Материалы и методы. Исследования проводились на 275 крысах-самцах линии «Вистар» одной возрастной группы (10–14 мес.), массой 175–220 г. Подопытные крысы были разбиты на 10 групп по 15–20 голов. В контрольную группу №1 входили интактные животные (n = 22, по возрасту и массе сопоставимые с основной группой), 55 голов составляли резервную группу. Кобальтовую интоксикацию у крыс опытных групп моделировали введением хлорида кобальта в дозе 6 мг/кг массы животного (исходя из DL_{50}). Данная доза была оптимальной (подбирали по степени убывания), так как не вызывала гибели животного и в то же время вызывала соответствующие изменения со стороны изучаемых процессов. Развитие токсических влияний прослеживали в течение 30 дней. Во время эксперимента крысы находились на стандартном пищевом рационе и имели свободный доступ к питьевой воде, световой режим – естественный [1, 7].

В эксперименте исследовались следующие показатели: интенсивность ПОЛ в мембранах эритроцитов по данным изменения концентрации МДА колорометрическим методом с ТБК (9); состояние антиокислительной системы (АОС) оценивали по активности каталазы (5) и СОД по методу аутоокисления адреналина, концентрацию церулоплазмина (ЦП) в сыворотке крови по методу Равина (4). О нарушении обмена холестерина судили по концентрации ОХС в сыворотке крови и его содержании в ЛНП и ЛВП. Концентрацию суммарных метаболитов NO_X определяли по реакции деазотирования Грисса (6) [2–6].

Результаты и их обсуждение. У экспериментальных крыс на фоне длительной кобальтовой интоксикации, вызванной парентеральным введением хлорида кобальта, развиваются системные окислительные процессы, повышается концентрация МДА не только в эритроцитах, но и в гомогенатах почечной ткани: в корковом слое на – 212 %, в мозговом слое – на 92 % (при p<0,001); печеночной ткани – на 48,3 % и миокардиальной ткани – на 52,1 % (при p<0,001). Изучение корреляционных взаимосвязей между содержанием кобальта в плазме крови и актив-

ностью ПОЛ в эритроцитах выявило прямую корреляцию между этими показателями при затравке хлоридом кобальта в течение месяца. Анализ активности ферментов АОС показал достоверное (p<0,001) снижение активности СОД в сыворотке крови и эритроцитах (на 27,7 %), повышение активности каталазы (на 64,1 %) и концентрации церулоплазмина (на 11,9 %), что следует рассматривать как возможное проявление клеточной компенсаторной реакции.

При интоксикации хлоридом кобальта у крыс на фоне активации окислительных процессов выявлено снижение концентрации суммарных метаболитов NO на 19,7 % (p<0,001) и повышение при этом концентрации МДА – продукта ПОЛ на 10,9 %. Для подтверждения роли этих химических факторов проведен корреляционный анализ, который показал наличие отрицательной сильной связи между повышением МДА в крови и снижением концентрации суммарных метаболитов NO (r = –0,72).

В цепи механизмов, ведущих к развитию дефицита NO и дисфункции эндотелия, ключевым звеном является концентрация L-аргинина (R.H. Boger, S.M. Bode-Boger, 2001). Для выяснения роли доступности субстрата L-аргинина для фермента NO-синтазы мы в специальной серии экспериментов вводили ежедневно в течение 4 недель крысам с кобальтовой интоксикацией L-аргинин в дозе 10 мг/кг веса тела. По окончании эксперимента определяли в сыворотке крови концентрацию оксида азота и показатели активации окислительных процессов. Полученные результаты продемонстрировали повышение концентрации NO в крови на фоне введения L-аргинина крысам с длительной интоксикацией сравнительно с данными, полученными только при кобальтовой интоксикации (p<0,001). Введение L-аргинина крысам с длительной интоксикацией хлоридом кобальта вызвало уменьшение степени выраженности дисбаланса в системе СРО – АОС и одновременно статистически достоверное повышение концентрации суммарных метаболитов NO в сыворотке крови. Введение же интактными затравленным крысам ингибитора eNOS–L-NAME показало, что содержание метаболитов ПОЛ возрастает, одновременно снижается концентрация суммарных метаболитов NO. Выявленная активация СРО при введении интактным и особенно затравленным животным ингибитора eNOS – L-NAME, может быть обусловлена так называемым «разобщением» редуктазного и оксидазного доменов eNOS, когда фермент вместо NO продуцирует АФК. Следовательно, в сыворотке крови концентрация NO может определяться содержанием субстрата синтеза L-аргинина, экспрессией эндотелиальной NO-синтазы, уровнем эндогенного ингибитора экспрессии eNOS и нарушением биодоступности NO.

Еще одним важным процессом, в определенной степени детерминирующим эффективность образования NO, является влияние окисленных ЛНП и лизофосфатидилхолина (продукта реакции, катализируемого фосфолипазой и ассоциированного с ЛНП) на транспорт L-аргинина в эндотелиаклную клетку (ЭК). Анализ данных показал статистически достоверное повышение концентрации ОХС на 105,8 % (p<0,001) в сыворотке крови у крыс с кобальтовой интоксикацией. Анализ распределения ХС в липопротеинах различной плотности показал снижение его уровня в ЛВП на 25,3 % и повышение в ЛНП на 186,3 %, т.е. в атерогенных ЛП-комплексах.

В стадии длительного воздействия хлоридом кобальта происходит гиперхолестеринемия и гипер-β-липопротеинемия, а это вследствие атерогенеза способствует повреждению эндотелия сосудов. Следует предположить, что в условиях повышен-

ного содержания в крови реактивных форм кислорода, особенно радикала гидроксила OH^-- как наиболее реакционно-способного и вторичного продукта ПОЛ – МДА, происходит окислительная модификация ЛНП, включая переокисление липидов и образование конъюгированных диенов, углеродная модификация (apo) β, а также энзиматическое превращение фосфолипазой фосфатидилхолина в лизофосфатидилхолин. Измененные окисленные ЛНП (оЛНП) нарушают транспорт L-аргинина из сыворотки крови в ЭК, имеется и дефицит L-аргинина, субстрата синтеза NO, в результате снижается образование оксида азота и его биодоступность.

Токсические эффекты реализуются путем развития и прогрессирования эндотелиальной дисфункции и нарушением висцеральных органов: почек, печени, миокарда. Мы исследовали показатели ПОЛ, активность мембранного фермента – Na,K-АТФ-азы, а также активность органоспецифических ферментов: АлАТ, АсАТ, ГГТП, и экскреторного фермента – щелочной фосфатазы – у крыс в длительной стадии кобальтовой интоксикации

Полученные данные показали снижение активности Na,K-АТФ-азы в обоих слоях почечной ткани ($p<0,001$), а также печеночной и миокардиальной тканях. О повреждении кардиомиоцитов свидетельствует увеличение концентрации МДА в них, снижение активности Na,K-АТФ-азы, а также повышение в сыворотке крови АсАТ, являющейся наиболее органоспецифическим для миокарда.

Выводы. На фоне длительной индуцированной кобальтовой интоксикации активируются окислительные процессы. Повышается концентрация МДА в эритроцитах, в печеночной и миокардиальной тканях, гомогенатах коркового и мозгового вещества почек. В антиокислительной системе отмечается дисбаланс, характеризующийся снижением активности супероксиддисмутазы в эритроцитах и компенсаторным повышением активности каталазы и концентрации церулоплазмина в сыворотке крови. Активация окислительных процессов сопровождается снижением концентрации суммарных метаболитов NO вследствие дефицита субстрата синтеза – L-аргинина и повышения в крови ингибитора экспрессии eNOS-АДМА, установленный исследованиями на фоне введения аналога эндогенного ингибитора L-NAME.

Отмечается снижение активности Na,K-АТФ-азы в гомогенатах почечной, печеночной и миокардиальной тканях, а также повышение активности в сыворотке крови следующих ферментов: трансаминаз – АлАт, АсАт, а также ГГТП и щелочной фосфатазы, что свидетельствует о нарушении гидрофобности цитоплазматических мембран клеток и повышении их проницаемости.

Список литературы

1. Бондаренко Л.В. Генетическая токсикология // Экологическая генетика. – 2007. – Т. 5, № 1. – С. 39–41.

2. Горюнов И.А., Джиоев И.Г. Особенности состояния перекисного окисления липидов и антиоксидантной активности при респираторном дистресс-синдроме у новорожденных // Развитие производственной и экологической безопасности в 21 веке. Проблемы и решения: материалы международной научно-практической конференции. – СПб. – Владикавказ, 2009. – С. 208–211.

3. Камышников В.С. Определение содержания (активности) церулоплазмина // Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. – Минск, 2003. – Т. 2. – С. 71–79.

4. Метод определения каталазы / М.А. Королюк, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова, В.Ц. Токарев // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.

5. Оксид азота: роль в регуляции биологических функций, методы определения в крови человека / В.А. Метельская, Н.Г. Гуманова, Н.В. Перова, Р.Г. Оганов // Лабораторная медицина. – 2008. – № 7. – С. 19–24.

6. Системный окислительный стресс и биохимические маркеры повреждения внутренних органов / С.Г. Дзугкоев, И.В. Можаева, Л.В. Гиголаева, Е.А. Такоева, Ф.С. Дзугкоева, О.И. Маргиева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 7. – С. 478–481.

7. Asakawa T., Matsushita S. Coloring conditions of thiobarbituricacid test, for detecting lipid hydroperoxides // Lipids. – 1980. – Vol. 15. – P. 137–140.

Особенности оценки профессионального риска здоровью в соответствии с руководством Р.2.2.1766–03

С.В. Гребеньков, Я.М. Сухова

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И.Мечникова», г. Санкт-Петербург, Россия

Вопрос оценки профессиональных рисков (ПР) здоровью является одним из наиболее актуальных вопросов медицины труда [3]. Понятие ПР законодательно закреплено в важнейших документах, в том числе в Трудовом кодексе РФ, что обусловливает необходимость оценки и управления риском на конкретных рабочих местах.

Одним из главных документов, регламентирующих оценку ПР в Российской Федерации, является «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Р 2.2.1766-03» (далее – Руководство по оценке риска) [4]. Согласно данному документу, оценка ПР состоит из нескольких этапов, включающих гигиеническую оценку и установление класса условий труда по критериям «Руководства по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006-05» (далее – Руководство по гигиенической оценке), анализ различной нормативно-технической, научной, справочной информации о данной профессиональной группе. Затем проводится анализ различных медицинских показателей – профессиональной заболеваемости, результатов периодических медицинских осмотров (ПМО), заболеваемости с временной утратой трудоспособности, инвалидности, смертности и др. На основании полученных данных производится расчет индекса профзаболеваний, рассчитываются статистические показатели риска и проводится их оценка с определением категории доказанности. По результатам дается заключение и рекомендации по срочности и объему мероприятий по снижению риска.

Несмотря на достаточно широкое использование указанной методики, весьма актуальной является дифференцированная оценка ПР в зависимости от профессии в связи с особенностями труда и формирования показателей здоровья исследуемого контингента в конкретных условиях для совершенствования имеющихся методологических подходов.

Целью работы было проведение оценки ПР здоровью водителей грузового транспорта как одной из наиболее многочисленных групп работников, участвующих во всех без исключения видах экономической деятельности [1, 2].

Исследование проводилось с 2011 по 2014 г. на базе ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Для оценки профессионального риска в качестве основной группы были выбраны водители грузовых автомобилей, в качестве группы сравнения – инженерно-технические работники, соответствующие по возрастным показателям основной группе.

Оценка ПР и степени профессиональной обусловленности производилась на основании анализа четырехпольных таблиц сопряженности с расчетом показателей, основными из которых явились относительный риск и этиологическая доля (табл. 1).

Таблица 1

Показатели оценки степени профессиональной обусловленности заболеваний

Показатель	Содержание	Формула
Абсолютный риск (*EER*, experimental event rate)	Частота неблагоприятных исходов в группе воздействия	$EER = \frac{a}{a+b}$
Относительный риск (*RR*, relative risk)	Отношение частоты исхода в группе воздействия к его частоте в группе контроля	$RR = \frac{a}{a+b} / \frac{c}{c+d}$
Этиологическая доля риска (*EF*, etiological fraction)	Привнесенный риск за счет наличия воздействия	$EF = \frac{RR-1}{RR}$
Число лиц, подлежащих лечению (*NNT*, number needed to treat)	Число больных, которых необходимо лечить, чтобы предотвратить исход у одного больного	$NNT = \frac{1}{ARR}$

Исследование условий труда позволило оценить «подозреваемый» профессиональный риск в соответствии с методологией Руководства от «среднего» до «высокого» в зависимости от режима и вида выполняемой работы (табл. 2).

Для оценки доказанного ПР был проведен анализ медицинских показателей, в том числе результатов ПМО исследуемого контингента.

Полученные результаты показателей риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС) (табл. 3) свидетельствуют о более высоком, чем в группе сравнения, риске (*RR* = 1,2), но малой степени профессиональной обусловленности (*EF* = 16,7).

Отмечается, что с возрастом патологическая пораженность заболеваниями ССС растет в обеих группах, однако в группе водителей – значительно интенсивнее (рис. 1). Указанный факт необходимо учитывать при оценке риска, поскольку без учета уровней заболеваемости в возрастных группах возможно получение значительно более низких показателей ПР, чем в действительности. Данное обстоятельство подчёркивает необходимость дифференцированной оценки риска тех или иных заболеваний в различных возрастных группах.

Таблица 2

Оценка условий труда и профессионального риска водителей

ВПФ	Класс условий труда	Категория риска
Химический	2	Пренебрежимо малый (переносимый) риск
Биологический	2–3.2	Пренебрежимо малый (переносимый) – средний (существенный) риск
АПФД	2	Пренебрежимо малый (переносимый) риск
Шум	2	Пренебрежимо малый (переносимый) риск
Вибрация общая	2	Пренебрежимо малый (переносимый) риск
Вибрация локальная	2	Пренебрежимо малый (переносимый) риск
Микроклимат	2	Пренебрежимо малый (переносимый) риск
Освещение	2	Пренебрежимо малый (переносимый) риск
Тяжесть трудового процесса	2–3.1	Пренебрежимо малый (переносимый) – малый (умеренный) риск
Напряженность трудового процесса	3.2–3.3	Средний (существенный) – высокий (непереносимый) риск
Итоговая оценка	**3.2–3.3**	**Средний (существенный) – высокий (непереносимый) риск**

Таблица 3

Оценка профессионального риска заболеваний сердечно-сосудистой системы

Диагноз	ПП*	*RR* (95 % Cl)	*EF*, %	Степень проф. обусловлен.
Заболевания сосудов нижних конечностей	2,3 1,4–3,5	1,0 0,6–1,7	0	Нулевая
Энцефалопатии	5,0 3,7–6,6	1,6 1,1–2,4	37,5	Средняя
Все гипертензии	34,5 31,4–37,6	1,2 1,1–1,4	16,7	Малая
Гипертоническая болезнь I ст.	18,2 15,7–20,8	2,2 1,8–2,8	54,5	Высокая
Гипертоническая болезнь II ст.	15,0 12,8–17,5	0,9 0,8–1,2	–11,1	Отрицательная
Гипертоническая болезнь III ст.	0,4 0,1–1,1	0,4 0,1–1,1	–150	Отрицательная
Все заболевания ССС	46,6 43,4–49,9	1,2 1,1–1,3	16,7	Малая

Примечание: * ПП – патологическая пораженность.

Также были выявлены некоторые важные особенности оценки риска такого заболевания, как гипертоническая болезнь (ГБ). Логично предположить, что показатели ПР последовательных стадий этого заболевания должны относительно соответствовать друг другу, однако оценка риска ГБ I ст., не являющейся противопоказанием к управлению транспортными средствами (ТС), показывают высокую степень профессиональной обусловленности (табл. 3). В то время как ГБ II ст., являясь ведущей причиной признания водителей не годными к управлению ТС, имеет отрицательную степень профессиональной обусловленности, что противоречит логике. К указанному выводу о низком риске приводит тот факт, что ежегодно на основании

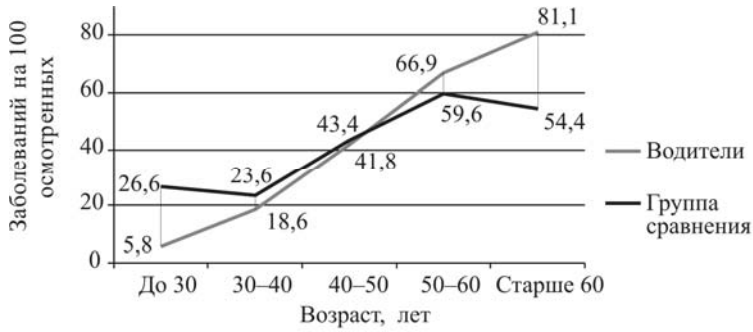


Рис. 1. Патологическая пораженность заболеваниями сердечно-сосудистой системы

выявления ГБ II ст. и выше признаются негодными до 8 % водителей (в 2013 г. – 82 человека). Они выходят из группы наблюдения и не попадают в расчет показателей ПР на следующий год, что соответственно и ведет к некорректным выводам о низком риске здоровью в данной профессиональной когорте.

Для оценки вероятного уровня ПР можно смоделировать ситуацию, когда соотношение заболеваемости ГБ I и II ст. в группе водителей аналогично соотношению этих же показателей в группе сравнения. Результаты расчетов, представленных на рис. 2, свидетельствуют о высоком риске и высокой степени профессиональной обусловленности заболевания. Кроме того, уровень вероятной степени профессиональной обусловленности нарастает от малой до высокой, начиная с возраста 40 лет и старше, в то время как по факту не превышает малой степени, причем только в возрасте старше 60 лет.

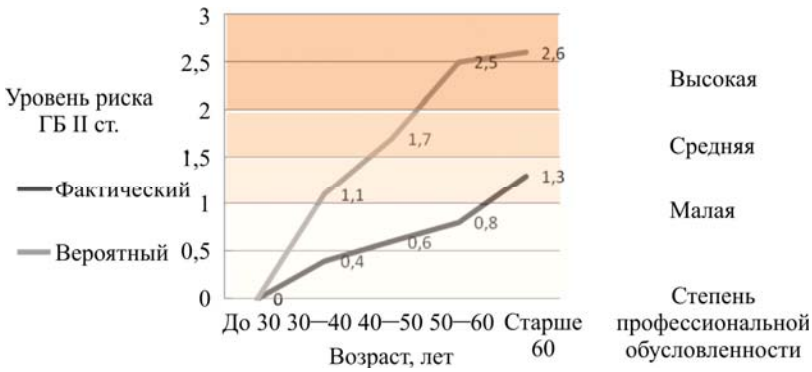


Рис. 2. Вероятный и фактический уровни профессионального риска гипертонической болезни

Оценка профессионального риска некоторых других хронических заболеваний представлена в табл. 4.

Так, анализ ПР заболеваний костно-мышечной системы показал высокую степень профессиональной обусловленности дорсопатий пояснично-крестцового уровня, а в возрасте 50–59 лет – почти полную, что объективно свидетельствует

о значительном вкладе именно профессиональных факторов в развитие данной группы заболеваний.

Таблица 4

Оценка профессионального риска некоторых хронических заболеваний

Диагноз	*EER*	*RR* (95 % CI)	*EF*, %	*NNT*	Степень проф. обусловл.
Гиперметропия	0,261	2,1 1,7–2,5	52,4	7,3	Высокая
Все заболевания ССС	0,525	1,2 1,1–1,3	16,7	13,6	Малая
Гипертоническая болезнь I ст.	0,182	2,2 1,8–2,8	54,5	10,0	Высокая
Энцефалопатии	0,050	1,6 1,1–2,4	37,5	53,0	Средняя
Дорсопатии пояснично-крестцового уровня	0,036	2,9 1,6–5,3	65,7	42,4	Высокая
Нейросенсорная тугоухость	0,032	1,2 0,7–2,0	16,4	189,0	Малая

При оценке ПР заболеваний органа зрения и придаточного аппарата были получены результаты, свидетельствующие об отсутствии достоверного риска нарушений зрения в группе водителей. Тем не менее при углубленном изучении по конкретным диагнозам в зависимости от возрастной группы получены данные о средней и высокой степени профессиональной обусловленности гиперметропии в возрастных группах старше 30 лет, что также подчеркивает необходимость дифференцированной оценки показателей риска в зависимости от возраста.

Оценка показателей риска развития прочих заболеваний затруднена в связи с небольшим числом случаев, особенно при дифференцированном расчете показателей риска в возрастных группах, что не позволяет сделать статистически достоверные выводы о наличии и степени производственной обусловленности. Это обстоятельство ограничивает применение данной методики, основанной на расчете статистических показателей ПР у контингентов с достаточно большой численностью (в настоящем исследовании – 2270 человек).

В практическом плане весьма важным явился анализ показателя NNT (число лиц, подлежащих лечению), выражающего, у скольких человек необходимо устранить фактор риска, чтобы предотвратить возникновение одного случая заболевания. Проведенные расчеты выявили наименьший его уровень в группе заболеваний ССС в целом, а также ГБ I ст. и гиперметропии. Другими словами, именно у лиц, страдающих указанными заболеваниями, потенциальный эффект, в том числе экономический, от профилактических мер, направленных на устранение фактора риска, в данном случае – вредных производственных факторов, будет наиболее выражен, что может быть использовано для определения приоритетности проведения профилактических мероприятий по снижению риска.

Таким образом, проведенное исследование позволило сделать выводы об определенных ограничениях оценки ПР по имеющимся методикам, в частности, изложенной в Руководстве по оценке риска, связанных с необходимостью формирования достаточно большой выборки, чтобы получить достоверные данные о риске и его уровне.

Кроме того, по результатам исследования обоснована необходимость углубленной дифференцированной оценки показателей риска в отдельных возрастных группах и для отдельных диагнозов (стадий заболевании), особенно у профессиональных когорт с наличием противопоказаний к осуществлению определенных видов деятельности.

Список литературы

1. Гигиенические условия труда и состояние здоровья водителей транспорта в Санкт-Петербурге / С.В. Гребеньков, А.А. Сидоров, Е.В. Милутка, С.И. Гвоздарев, Л.Б. Герасимова, Я.М. Сухова // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 8. – С. 1–6.

2. Гребеньков С.В., Сидоров А.А., Сухова Я.М. Медицинское обеспечение и состояние здоровья водителей транспорта предприятия водоснабжения и канализации мегаполиса // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 12. – С. 29–33.

3. Измеров Н.Ф. Оценка профессионального риска и управление им – основа профилактики в медицине труда // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 14–16.

4. Р 2.2.1766–03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки // Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – М., 2004. – 24 с.

Некоторые проблемы реализации закона «О специальной оценке условий труда»

В.Б. Гурвич, О.Ф. Рослый, А.А. Федорук, В.О. Рузаков, В.Г. Газимова

ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» ФС Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, Россия

Подход к оценке фактического состояния условий труда на рабочих местах, предложенный Министерством труда и социальной защиты и реализованный через Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 г. (ред. от 23.06.2014 г.) «О специальной оценке условий труда» и Приказ Минтруда России № 33н от 24.01.2014 г. «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной условий труда и инструкции по ее заполнению», создаёт значительное количество проблем как для участников трудовых отношений, так и для органов государственного управления.

До принятия и вступления в силу в 2013 г. Федерального закона «О специальной оценке условий труда», методики проведения специальной оценки условий

труда и предложенного классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов одним из инструментов оценки условий труда и профессионального риска являлась аттестация рабочих мест (АРМ) по условиям труда. АРМ в части оценки и классификации условий труда тесно взаимодействовала с принятым в стране «Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» Р 2.2.2006-05. В основе оценки условий труда лежала классификация условий труда и оценка профессионального риска на основании установленных в стране гигиенические нормативов (ПДК и ПДУ). Методика Р 2.2.2006-05, предусматривала 7 классов условий труда в зависимости от величины отклонения фактических уровней факторов рабочей среды и трудового процесса от гигиенических нормативов.

Методика проведения спецоценки условий труда, утвержденная Приказом Минтруда России № 33н от 24.01.2014 г., в отличие от методики АРМ, предполагает оценку профессионального риска по шести классам условий труда. При этом одной из существенных проблем в предложенной методике является перечень вредных производственных факторов на рабочих местах (классификатор), который претерпел ряд изменений в сторону сокращения факторов производственной среды и трудового процесса, подлежащих контролю и оценке согласно Р 2.2.2006-05.

Одна из наибольших проблем в предложенной методике заключается в неадекватном методе идентификации и искусственном ограничении перечня факторов, подлежащих оценке. Так, исключение большей части показателей напряжённости трудового процесса из системы оценки фактически полностью исключает возможность получения льгот и компенсаций представителям бюджетной сферы, в первую очередь преподавателям и врачам. Исключение ряда позиций, связанных с показателями освещённости, исключает необходимость со стороны работодателей приводить данные показатели к нормативным величинам и усугубляет и без того значимую проблему заболеваний органов зрения среди офисного персонала. Так, жёсткое ограничение по идентификации вредного биологического фактора на раннем этапе внедрения СОУТ в предложенной методике привело к тому, что лица, профессионально связанные с обслуживанием канализационных систем, фактически теряют любую возможность на защиту своих прав в части реализации социальных гарантий. Аналогичная ситуация складывается в части идентификации шума для лиц, непосредственно не взаимодействующих с промышленным оборудованием, и т.д.

Фактически на данный момент искусственно, путём редуцирования и упрощения использующейся для целей производственного контроля и ранее применявшейся для целей аттестации рабочих мест, установления связи заболевания с профессией методики, изложенной в руководстве Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», создана правовая коллизия, когда одно и то же рабочее место с одними и теми же условиями труда может быть оценено с различным результатом. Как итог, система, созданная путём изменения методики оценки условий труда, позволяет на этапе идентификации исключить из оценки значительную часть вредных факторов производственной среды и трудового процесса, что приводит к искусственному улучшению результатов оценки условий труда.

Подобный «двойной подход» к оценке условий труда, на наш взгляд, привел к усугублению ситуации в части оценки условий труда, оценки фактического профессионального риска на рабочих местах. С принятием этого закона на фоне

имеющегося разобщения методик оценки вероятностного (по гигиеническим критериям) и реализованного (результаты ПМО) риска дополнительно разобщены методики идентификации вредных и опасных производственных факторов и оценки условий труда, применяемых для целей специальной оценки условий труда и для производственного и государственного лабораторного контроля (Р 2.2.2006-05). За счёт отсутствия единой методики, механизмов корректировки и регулирования результатов СОУТ материалами о состоянии здоровья работников (наличия и уровней профессиональной и производственно-обусловленной заболеваемости) создана искусственная ситуация, при которой одно и то же рабочее место, в одной и той же системе классификации может быть оценено с разным профессиональным риском.

В результате Министерством труда в одностороннем порядке с нарушением всех основополагающих принципов создана альтернативная система нормирования и оценки факторов производственной среды и трудового процесса. Внесённые изменения не имеют под собой научного обоснования и признанной доказательно базы. Заявленные в части идентификации и нормирования подходы СОУТ однозначно противоречат требованиям: Постановления Правительства РФ № 554 от 24.07.2000 г. (ред. от 15.09.2005 г.) «Об утверждении Положения о Государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании»; и Указу Президента РФ № 636 от 21.05.2012 г. (ред. от 02.02.2016 г.) «О структуре федеральных органов исполнительной власти».

Методика, предложенная для проведения СОУТ, как выше отмечено, искусственно путем необоснованной редукции отдельных показателей занижает классы условий труда, что крайне выгодно работодателю, который, не проводя никаких мероприятий по улучшению условий труда, только за счёт изменения подходов в нормативной базе избегает необходимости инвестировать в производство, снижает объёмы обязательных выплат и фактически перекладывает ответственность за причинённый работнику вред с себя на государство.

Кроме того, модифицированная система специальной оценки условий труда, которая сейчас предлагается как единственный адекватный механизм работы с профессиональными рисками за счёт регресса и упрощения методики СОУТ и фактически исключения элементов оценки состояния здоровья работника закрепляет позиции на искусственное занижение профессиональных рисков, что в дальнейшем еще приведет к следующим негативным результатам при организации процесса управления риском:

1. Получению неадекватной информации о состоянии здоровья и условиях труда трудоспособного населения, что затрудняет вопросы принятия решений в системе государственного управления.

2. Усилению проблемы социальной напряжённости. На данный момент даже при использовании более совершенной методики в системе производственного контроля до 1/4 случаев профессиональных заболеваний устанавливаются при оценке условий труда оптимальными и допустимыми. Кроме того, как показал опыт Свердловской области, использование только результатов аттестации рабочих мест в процедуре установления профессиональных заболеваний приводило к недооценке риска ущерба для здоровья, поскольку более чем в 66 % случаях в санитарно-гигиенических характеристиках информация по условиям труда, взятая только из материалов АРМ (без учета материалов производственного лабораторного кон-

троля), была либо не достаточна полной, либо искажена (в силу недостаточной компетенции специалистов, проводящих АРМ), что не позволяло связать имеющееся заболевание у работника с профессией.

3. Росту нагрузки на бюджеты всех уровней, поскольку ответственность за меры компенсации негативного воздействия будет перенесена с причинителя вреда (работодателя) на государство в силу сокрытия информации о фактическом положении на рынке труда в части обеспечения безопасных условий труда.

Отдельной проблемой является закрепление в системе СОУТ трудовой дискриминации (15 ст., Федеральный закон № 421-ФЗ от 28.12.2013 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона “О специальной оценке условий труда”»). Создан прецедент, при котором вновь принятый на работу сотрудник, ранее не работавший на данном рабочем месте, условия труда на котором по итогам оценки на основе ранее использованных методик признавались неудовлетворительными, в случае проведения процедуры СОУТ лишается льгот и гарантий в отличие от работника, который осуществляет свою деятельность на этом же рабочем месте, но был принят на работу до проведения процедуры СОУТ.

С позиций государственного управления остро стоит вопрос достоверности и репрезентативности тех данных, которые получены по итогам СОУТ: во-первых, существует два независимых потока информации об условиях труда с разными итогами – данные производственного контроля будут говорить о значительно большем количестве рабочих мест, не отвечающих нормативным требованиями, по сравнению с данными специальной оценки условий руда. По нашей оценке разница может достигать 10 раз и более; во-вторых, в предложенном механизме госконтроля за качеством проведенной СОУТ заявлен орган (государственные инспекции труда). Последние, в отличие от органов Роспотребнадзора, не имеют своей лабораторной базы и не могут объективно проверить качество проведённых работ по оценке условии труда.

Итогом деятельности данной системы станет и, отчасти, уже стало:

а) резкое ухудшение социальной защиты граждан и рост социальной напряжённости;

б) снижение объёма выплат в адрес ФСС со стороны работодателей, рост финансовой нагрузки за счёт прямых и косвенных трат на бюджеты всех уровней;

в) усложнение условий ведения бизнеса для хозяйствующих субъектов в связи с различим в процедурных и методических подходов раннее действующих и существующих процедур по сравнению с СОУТ;

г) снижение мотивации работодателей на улучшение условий труда и модернизации основных фондов и внедрению новых технологий;

д) ухудшение ситуации в части государственного управления, планирования, в том числе снижения адекватности бюджетного процесса.

В связи с вышеизложенным, на наш взгляд, необходимо:

1. Безотлагательное согласование систем специальной оценки условий труда и производственного контроля в части процедур и методик. Методика оценки должна учитывать все факторы, прошедшие процедуру санитарно-эпидемиологического нормирования на территории РФ, иметь единые нормативы. При этом требуется пересмотр методики проведения СОУТ, утверждённой приказом Минтруда России № 33 от 24 января 2014 г., а именно переход на

оценку условий труда, учитывающий весь комплекс факторов риска, согласно руководству Р 2.2.2006-05. Существующая коллизия между двумя методиками ухудшает положение трудящихся и создаёт скрытый конфликт интересов в системе мониторинга условий труда.

2. Принять единые методики (методы) измерений, применяемых для производственного лабораторного контроля и СОУТ. Законодательно закрепить при проведении СОУТ возможность применения методик (методов) измерений, утвержденных уполномоченными федеральными органами исполнительной власти до вступления в силу Федерального закона № 102-ФЗ от 20.06.08 г. «Об обеспечении единства измерений».

3. Сохранение в Федеральном законе требовании о наличии в организации, проводящей СОУТ, не менее одного эксперта, имеющего высшее образование по одной из специальностей – врач по общей гигиене, врач по гигиене труда, врач по санитарно-гигиеническим лабораторным исследованиям; специфика оценки условий труда по гигиеническим параметрам требует наличия специального образования и уровня знаний по данным врачебным специальностям, такой подход соответствует лучшим международным практикам и подходам МОТ.

4. Разработать с учетом существующей международной практики взаимодополняющие системы оценки профессионального риска, функционирование которых будет определяться конкретными задачами. Любая оценка профессионального риска, в том числе проводимая в рамках СОУТ, должна проводиться с учетом фактического состояния здоровья работников, поскольку управление профессиональными рисками только на основе изучения фактических условий труда на базе сравнения числовых показателей с государственными нормативами неэффективно. Специальная оценка условий труда должна проводится на основе системы производственного контроля, существующей на предприятии, по единым гигиеническим критериям (руководство Р 2.2.2006-05), но при проведении СОУТ должны выбираться не все факторы риска, а приоритетные, за счет которых формируются уровни профессиональной, профессионально-обусловленной, онкологической заболеваемости и др. На наш взгляд, необходимо не только принять единую методику для более объективной оценки условий труда, но и целенаправленно развивать систему периодических медицинских осмотров для формирования объективной картины не только прогнозируемого (по результатам оценки условий труда), но и реализуемого (по результатам ПМО) профессионально риска. Это возможно при создании экспертных групп и организации медицинских осмотров на базе независимых государственных клиник научно-исследовательских институтов Роспотребнадзора, где может на бюджетной основе проводиться выборочная экспертиза качества проведения оценки условий труда, объективная оценка состояния здоровья работников, оценка эффективности реализуемых мер по управлению профессиональными рисками. Это позволит создать систему анализа и корректировки необходимых мер, направленных на сохранение и улучшение здоровья трудоспособного населения.

Подобный подход позволит развивать страховые механизмы защиты работников, занятых во вредных условиях труда, разрабатывать адресные и обоснованные программы управления профессиональным риском, в том числе к адресному, объективному введению льгот и компенсаций на тех рабочих местах, где это действительно необходимо.

Определение содержания токсичных микроэлементов в биосубстратах детей

И.В. Дребенкова, В.А. Зайцев

РУП «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Здоровье населения, особенно детского, является самым ценным достоянием общества. Однако в современных условиях наблюдается тенденция уменьшения числа здоровых детей и рост как функциональной патологии, так и хронических болезней среди детского населения [1]. Это обстоятельство требует повышения эффективности предпринимаемых мер по сохранению и укреплению здоровья подрастающего поколения. Значительные изменения в состоянии здоровья детей может вызвать элементный дисбаланс, вызываемый воздействием факторов среды обитания. Взаимосвязь между неадекватной обеспеченностью организма человека макро- и микроэлементами или их дисбалансом и патогенезом различных заболеваний, характером их течения, клиническим прогнозом доказана многочисленными научными данными [5, 6].

Незрелость защитно-приспособительных механизмов делает организм ребенка особенно чувствительным к воздействиям токсикантов (свинец, кадмий, ртуть и т.д.) и вызывает глубокие изменения органов и систем, влияет на интеллектуальные способности детей. Перечисленные тяжелые металлы при поступлении в организм даже в относительно небольших количествах, не превышающих предельно допустимые концентрации, обладают эффектом биологического накопления. В связи с этим между развитием органной патологии и началом воздействия ксенобиотика может пройти длительный латентный период. Экотоксиканты постепенно вызывают глубокие нарушения в системе ферментативного клеточного дыхания, приводят к изменениям иммунной системы, биоэнергетики, детоксикации, антиоксидантной защиты в структуре клеточных мембран [7, 9].

Диагностика и коррекция микро- и макроэлементозов являются одним из перспективных направлений профилактики элементозависимых заболеваний и позволяют решить вопросы их этиологии и патогенеза. Комплексный подход в сборе и анализе информации на основе причинно-следственных связей делает возможным выявление групп и факторов риска.

В связи с вышеизложенным цель данной работы – исследование содержания токсичных микроэлементов в биосубстратах детей школьного возраста г. Минска.

На точном количественном определении химических элементов в биосубстратах человека основана диагностика микро- и макроэлементозов [3, 4]. Для гигиенической донозологической диагностики наиболее целесообразно использовать волосы головы, которые отражают содержание и метаболизм химических элементов во внутренней среде организма. Их преимущества по отношению к другим биосубстратам следующие:

– относительно невысокая скорость роста, приводящая к накоплению микроэлементов и возможности проведения ретроспективного анализа за определенные промежутки времени;

– неподверженность элементного состава значительным колебаниям в зависимости от приема пищи и времени суток;

– отражение в элементном составе устойчивых тенденций, сформировавшихся за достаточно большой промежуток времени;

– пригодность для неинвазивной диагностики, легкость сбора, транспортирования, отсутствие необходимости специальных условиях при длительном хранении [6].

Содержание макро- и микроэлементов в волосах позволяет изучить элементный статус организма в целом и является интегральным показателем минерального обмена.

Объектом исследования являлись образцы детских волос, отобранные в начале и конце учебного года (2013–2014 гг.) у 131 учащегося гимназий № 5 и № 6 г. Минска в возрастной группе 11–13 лет. В биосубстратах определено содержание токсичных микроэлементов алюминия (Al), свинца (Pb), кадмия (Cd) и никеля (Ni) при следующих длинах волн, нанометры: Al – 396,152; Cd – 228,802; Ni – 221,647; Pb – 220,353.

Для исследований использовали метод атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Данный метод основан на окислительно-кислотной «мокрой» минерализации и последующем анализе биосубстратов. Преимуществами этого метода являются многоэлементность, низкие пределы обнаружения, непродолжительное время анализа и малый объем анализируемых проб. Измерения проводили на атомно-эмиссионном спектрометре Ultima 2 (Horiba Jobin Yvon, Япония-Франция) [7, 8]. Прибор имеет твердотельный высокочастотный генератор, двойную дифракционную решетку для увеличения чувствительности, удвоенный фотоэлектронный умножитель с улучшенными характеристиками в ультрафиолетовой и видимой части спектра. Минимизировать матричные эффекты позволяет радиальное наблюдение всей аналитической зоны плазмы. Фокусное расстояние спектрометра – 1 м. Характеристики прибора позволяют проводить анализ ультранизких концентраций элементов при сохранении возможности анализа средних и высоких концентраций.

Основные параметры прибора приведены ниже:

– мощность генератора – 1000–1100 Вт;

– скорость потока газа плазмы – 12 л/мин;

– скорость потока газа в оболочке – 0,2 л/мин;

– скорость вспомогательного газа – 0 л/мин;

– распылитель – 0,8 л/мин при 2,82 барах;

– скорость подачи пробы – 1,2 мл/мин.

Статистическую обработку результатов проводили при помощи прикладной программы Microsoft Excel XP.

Химические элементы находятся в исследуемых биосубстратах в виде комплексных соединений с органической матрицей. Для ввода в спектрометр их подвергают деструкции (минерализации), в результате чего химические элементы переходят в растворенную форму. Минерализацию объектов исследований проводили с использованием системы микроволновой минерализации Mars 5 (CEM Corporation, США), имеющей ряд преимуществ перед другими способами пробоподготовки. Применение данного способа приводит к минимизации количества реагентов и, как следствие, минимизации возможного загрязнения, значительному сокращению времени разложения, а также устранению риска потери следовых элементов в виде легколетучих молекулярных соединений. Масса навески – 0,5 г; окислитель – смесь концентрированных азотной кислоты и перекиси водорода

в количестве 10 мл при соотношении 8:2. По прошествии 30 минут инкубирования при комнатной температуре образцы волос минерализовали при условиях, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Программа микроволнового разложения образцов волос

Стадия	Максимальная мощность, *W*	Доля мощности, %	Время подъёма давления, мин	Давление, psi	Температура, °C	Время выдержки при заданных параметрах, мин
1	1600	80	20:00	150	210	10:00

Полученные минерализаты охлаждали и доводили до объёма 25 мл бидистиллированной водой.

Результаты определения степени нагрузки детского организма токсичными металлами у обследованных детей в начале и конце учебного года представлены в табл. 2. Оценка содержания токсичных микроэлементов в биосубстратах школьников проведена в сравнении с референсными величинами и критическим уровнем. Под понятием «критический уровень» подразумевают уровень содержания элемента, при котором наблюдаются биохимические изменения, связанные с токсическим действием металла или дефицитом жизненно важного химического элемента [2].

Таблица 2

Содержание токсичных микроэлементов (мкг/г) в волосах школьников

Элемент	Среднее значение ($M \pm m$)	Медиана	Диапазон значений	Перцентиль (25–75 %)	Референсные величины [8]	Критический уровень [11]
Начало учебного года						
Al	8,87 ± 0,28	8,34	3,16–19,41	6,89–10,20	1–10	≥20,0
Pb	0,87 ± 0,05	0,93	0,008–3,03	0,42–1,13	0,1–5,0	≥5,0
Cd	0,04 ± 0,01	0,01	0,001–0,97	0,009–0,02	0,05–0,25	≥0,5
Ni	1,15 ± 0,22	0,86	0,017–29,27	0,51–1,12	0,1–2,0	≥5,0
Конец учебного года						
Al	17,18 ± 1,77	12,17	0,14–68,45	9,58–15,92	1–10	≥20,0
Pb	1,05 ± 0,07	0,99	0,01–3,03	0,69–1,27	0,1–5,0	≥5,0
Cd	0,04 ± 0,01	0,02	0,001–0,47	0,01–0,02	0,05–0,25	≥0,5
Ni	1,03 ± 0,11	0,89	0,03–2,62	0,38–1,47	0,1–2,0	≥5,0

При анализе полученных данных в начале учебного года установлено превышение верхней границы референсного диапазона для токсичных металлов у 23 % школьников по содержанию алюминия и у 6 % – по содержанию никеля.

В начале учебного года превышения критического уровня содержания свинца и алюминия в волосах детей не обнаружено. Количество кадмия и никеля, превышающего этот уровень, выявлено в единичных случаях (0,8 % обследованных школьников).

В конце учебного года превышение референсного диапазона для токсичных металлов выявлено у 20,3 % обследованных детей по содержанию алюминия в во-

лосах и у 1,5 % детей по содержанию никеля. Критический уровень содержания алюминия в детских волосах превышен в 21,4 % случаев.

В динамике учебного года превышение критического уровня содержания алюминия в волосах детей возрастает в конце учебного года почти в 5 раз. Степень нагрузки другими исследуемыми токсичными металлами организма детей, обучающихся в учреждениях общего среднего образования г. Минска, в течение учебного года практически не изменилась.

Таким образом, для школьников гимназий г. Минска является актуальной проблема высокой степени нагрузки токсичным микроэлементом алюминием, что, по-видимому, обусловлено повышенным содержанием этого элемента в атмосферном воздухе. Нарушение минерального гомеостаза этого микроэлемента создает предпосылки для развития возможной патологии функции почек и опорно-двигательного аппарата, а также приводит к напряжению и когнитивным трудностям в обучении. Исследование элементного состава биосубстратов школьников позволяет установить дисбаланс минерального обмена, создающего предпосылки для формирования элементозависимой патологии.

Список литературы

1. Бейер Л.В., Дорофейчук В.Г., Толкачева Н.И. Факторы местного иммунитета гастродуоденальной системы и кишечника у здоровых детей // Педиатрия. – 1993. – № 1. – С. 4–7.

2. Метод гигиенической оценки баланса химических элементов у детей (региональный микроэлементный паспорт): инструкция по применению / утв. гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь И.В. Гаевским № 015-1112 от 12.12.2012 г.; разраб. Е.О. Гузик [и др.]. – Минск, 2012. – 19 с.

3. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын [и др.]. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.

4. Одинаева Н.Д., Яцык Г.В., Скальный А.В. Нарушение минерального обмена у детей // Рос. педиатр. журн. – 2001. – № 4. – С. 6–10.

5. Орбелис Д., Хараланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. – СПб.: Наука, 2008. – 544 с.

6. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Мир, 2004. – 215 с.

7. СТБ ISO 11885-2011. Качество воды. Определение некоторых элементов методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой / Введ. дата 20 января 2011 г., № 2. – Минск, 2011. – 24 с.

8. Элементный дисбаланс у детей Северо-Запада России / С.В. Алексеев [и др.]. – СПб.: СПбГПМА, 2001. – 147 с.

9. P.W.J.M. Boumans. Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry. – New York, 1987. – Part 1: Methodology, Instrumentation, Performance, Wiley. – 375 p.

10. Timberlake L., Thomas L. When the bough breaks… Our children, our environment. – London: Earthscan Publications Ltd., 1990. – 183 p.

Социально-экономическая значимость ларвальных гельминтозов

О.С. Думбадзе, Л.В. Шишканова

ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора, г.Ростов-на-Дону, Россия

Несмотря на то что санитарно-эпидемиологическая обстановка в целом по Российской Федерации в последние годы характеризуется как стабильная, паразитарные болезни продолжают занимать одно из ведущих мест в структуре инфекционной заболеваемости. Ежегодно в Российской Федерации регистрируется сотни тысяч новых случаев паразитарных болезней. В их структуре особая роль принадлежит так называемым ларвальным (тканевым) гельминтозам. К этой группе относят гельминтозы, при которых основные патологические процессы реализуются не только в кишечнике человека, но и в различных органах и тканях (легкие, печень, мышцы, головной мозг, сердце и др.).

Последние годы не удается добиться существенного прогресса в снижении заболеваемости тканевыми гельминтозами в масштабах страны (рисунок).

Рис. Динамика заболеваемости населения Российской Федерации ларвальными гельминтозами за 2005–2014 гг.

Как известно, определение приоритетных направлений деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по проблеме инфекционной патологии осуществляется на основании анализа эпидемиологической, социальной и экономической значимости отдельных нозологических форм.

Повсеместная распространённость, высокий риск потенциального заражения, отсутствие надежных профилактических мер, многообразные клинические прояв-

ления гельминтозов, возможность осложнений и крайне неблагоприятных исходов, необходимость длительной диспансеризации, возможная инвалидность не вызывают сомнения в их социальной значимости. При этом необходимо учитывать не только физические и нравственные страдания больных, но и необходимость комплексных, высокозатратных профилактических и противоэпидемических мероприятий в отношении болезней.

Одним из важнейших в оценке ситуации с рассматриваемыми паразитозами является экономический критерий. При решении расчетно-аналитических задач необходимым информационным элементом является экономический показатель, характеризующий потери в среднем как от одного заболевания (заболеваемости) в целом, так и по отдельным составляющим, формирующим эти потери. Экономическому ущербу, наносимому паразитарными болезнями, посвящен ряд работ отечественных ученых [2, 3].

По данным ежегодного доклада «О состоянии здоровья населения и организации здравоохранения по итогам деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации за 2014 год», совокупный объём средств, направленных на финансовое обеспечение государственной политики в сфере охраны здоровья в 2014 г., составил 2 546,7 млрд руб., или 3,6 % от валового внутреннего продукта. Из них на средства федерального бюджета – 480,8 млрд руб., консолидированного бюджета субъектов Российской Федерации – 825,8 млрд, фондов обязательного медицинского страхования – 1 240,1 млрд.

Фактический объем медицинской помощи в связи с заболеванием сложился в размере 1,859 обращений на 1 застрахованное (в ОМС) лицо, стоимость 1 обращения в связи с заболеванием составила 1 070,1 руб.

Фактический объем медицинской помощи в стационарных условиях составил 0,188 случая госпитализации на 1 лицо, при этом ее стоимость равна 20 526,88 руб. Средняя длительность лечения в стационарных условиях – 9,6 дня.

Проведение анализа и оценки экономического ущерба большинством исследователей предлагается с расчетом прямых и косвенных затрат [1]. Прямые – это затраты на медицинские мероприятия: лечение госпитализированных больных, амбулаторно-поликлиническое обслуживание, проведение оперативных вмешательств, лекарственное обеспечение и проезд до места лечения сопровождающего лица (при установлении инвалидности), а также противоэпидемические мероприятия. Косвенные, так называемые немедицинские затраты, зачастую превышают бремя прямых затрат на оказание медицинской помощи и лекарственное обеспечение и включают в себя ущерб производству, обусловленный потерей валового регионального продукта, связанного с утратой трудовой активности, пособие по инвалидности и другие подобные затраты.

В структуре прямых затрат в рассматриваемой проблеме наибольшими являются расходы на оказание специализированной стационарной медицинской помощи, которая востребована при всех обсуждаемых нозологиях.

Официальные статистические данные по средней длительности пребывания в стационаре больных с ларвальными гельминтозами отсутствуют. Однако с учетом опыта деятельности клиники инфекционных и паразитарных болезней нашего института и некоторых публикаций в рецензируемых научных изданиях можно

установить, что для «стандартного» случая (среднетяжелого неосложненного течения) длительность пребывания в стационаре составляет:

– для токсокароза (с учетом курсовой длительности антигельминтной терапии не менее 10–14 дней) – 20 дней;

– трихинеллеза (с учетом курсовой длительности антигельминтной терапии не менее 10–14 дней) – 22 дня;

– эхинококкоза (при хирургическом вмешательстве) – 30 дней.

В таком случае нетрудно рассчитать прямые экономические затраты на один случай в условиях оказания стационарной помощи каждой патологии в ценах 2014 г.

1. Токсокароз:

средняя стоимость одного койко-дня × длительность пребывания в стационаре. Итого: 2138,21 руб. · 20 дней = 42764,2 руб.

2. Трихинеллез:

средняя стоимость одного койко-дня × длительность пребывания в стационаре. Итого: 2138,21 руб. · 22 дня = 47040,62 руб.

3. Эхинококкоз:

средняя стоимость одного койко-дня × длительность пребывания в стационаре. Итого: 2138,21 руб. · 30 дней = 64146,3 руб.

Таким образом, в 2014 г. прямые государственные затраты (с учетом средств ОМС) только на оказание специализированной медицинской помощи больным некоторыми ларвальными (тканевыми) гельминтозами в масштабах страны составили с учетом стационарной помощи при:

– токсокарозе (3189 случаев · 42764,2 руб.) – 136 375 033, 8 руб.;

– трихинеллезе (94 случая · 47040,62) – 4421 818, 28 руб.;

– эхинококкозе (475 случаев · 64146) – 30 469 350,0 руб.;

Всего потрачено: 171 266 202,08 руб.

Многолетний опыт массовых профилактических мероприятий показал, что ликвидация большинства паразитозов трудновыполнима. Поэтому наибольшую актуальность приобретают мероприятия по снижению (минимизации) риска заражения населения этими инвазиями.

Как и многие другие болезни человека, гельминтозы следует рассматривать в двух аспектах – биологическом, который изменяется медленно, и в социальном. Социальные условия в последние десятилетия стремительно меняются – происходят значительные демографические сдвиги, возрастает интенсивность миграционных процессов, расширяется природообразующая деятельность человека. Таким образом, следует подчеркнуть, что гельминтозы человека – болезни социальные, успешная борьба с ними невозможна без учета ведущей роли изменяющихся социальных условий в их эпидемиологии.

Характеризуя состояние здоровья населения страны, нельзя не отметить наличие существенной дифференциации его показателей в региональном отношении. «Мозаичность» территориального распределения гельминтозов является следствием неоднородности социально-экономического и демографического развития регионов. Анализ региональных особенностей здоровья населения и организации медицинской помощи направлен на обеспечение органов государственной власти аналитической информацией об уровне, структуре и основных тенденциях в здоровье населения, условиях и факторах, влияющих на здоровье различных групп населения.

Согласно данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году», различные инфекционные и паразитарные заболевания (34 нозологии) обошлись бюджету страны в 2014 г. в 468 млрд руб., что на 28 млрд больше, чем в прошлом. И, к сожалению, эта тенденция в ближайшие годы, видимо, будет сохраняться.

Одной из причин роста экономического ущерба является увеличение ежегодных прямых медицинских затрат на амбулаторное и стационарное лечение. В представленных нами ориентировочных расчетах учтены составляющие непосредственного экономического ущерба, связанные с прямыми затратами на оказание медицинской помощи инвазированным ларвальными гельминтозами (трихинеллез, токсокароз, эхинококкоз).

Приведенные нами абсолютные цифры, как и ожидалось, не столь впечатляющи, как при туберкулезе или ВИЧ-инфекции и некоторых других нозологиях или группах заболеваний. Но учитывая невысокие абсолютные показатели заболеваемости этими гельминтозами, и то, что общий экономический ущерб является многокомпонентной и многофакторной величиной, включающий и косвенные, затраты, зачастую превышающие бремя прямых затрат, относительные величины потерь при обсуждаемых паразитозах могут существенно превышать их размер при других патологиях.

Анализ данной информации, по нашему мнению, позволит эффективно определять потребности и разрабатывать необходимые организационные комплексные мероприятия в области оказания лечебно-диагностической и профилактической помощи для обеспечения соответствующего уровня санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации.

Список литературы

1. Пшеничная Н.Ю. Рожа: программа оптимизации диагностики и лечения, фармакоэкономический анализ: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Ростов-н/Д., 2005. – 38 с.

2. Твердохлебова Т.И. Трихинеллез на юге России: эпидемиология, диагностика и профилактика в современных социально-экономических условиях: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Ростов-н/Д., 2007. – 38 с.

3. Шаханина И.Л., Осипова Л.А. Экономические потери от инфекционной заболеваемости в России: величины и тенденции // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2005. – № 4. – С. 19–21.

Методические и практические аспекты доказательства реализации рисков, формируемых негативным воздействием факторов среды обитания

Н.В. Зайцева[1,2,3], И.В. Май[1,2], Е.Е. Андреева, С.В. Клейн[1,2], А.В. Алексеева[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия
[3] ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, г. Пермь, Россия
[4]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, г. Москва, Россия

Здоровье населения – это важнейший индивидуальный и общественный ресурс, и потому государство и общество заинтересованы в увеличении числа здоровых граждан как с позиции экономики, так и с общественно-социальных позиций. Необходимость сохранения и укрепления здоровья населения РФ определена и в указах Президента РФ от 7 мая 2012 г. «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» и в Послании Президента РФ Федеральному Собранию.

В последние годы показатели состояния здоровья населения Российской Федерации (по данным социально-гигиенического мониторинга и государственной статистики) имеют ряд положительных тенденций, но остаются на уровне более низком, чем в развитых странах. Так, ожидаемая продолжительность жизни в Российской Федерации при рождении в 2013 г. составила 70,8 г.[1] (в 2014 г. – 70,9 г.) при уровне данного показателя в США – 79 лет, развитых странах Европы – 82–83 года, Японии – 84 года[2]. В 2013 г. прирост общей заболеваемости в Российской Федерации в сравнении с 2008 г. составил 3,3 % и достиг 1 612,415 случая заболеваний на 1000 человек при аналогичном показателе в развитых странах на уровне 500–600 сл./1000 (ВОЗ, 2012 г.). Качество среды обитания является важной детерминантой здоровья. По данным ВОЗ (2012), согласно последним оценкам вклада факторов среды обитания в состояние здоровья на их долю может приходиться от 13 до 20 % бремени болезней в Европе. По данным отечественных эпидемиологических исследований в среднем 12,5–48,0 % заболеваний и 11,4–21,0 % смертей в РФ связано с вредным воздействием факторов среды обитания. В этой ситуации оценка и доказательство вреда, нанесенного здоровью при воздействии негатив-

[1] По данным Федеральной службы государственной статистики.
[2] Life expectancy Data by country. World Health Organization (2015).

ных факторов среды обитания, является актуальной задачей гигиенической и эпидемиологической наук.

Необходимость расширения и углубления знаний в данном направлении актуализируется вопросами, возникающими в ходе практической деятельности специалистов службы Роспотребнадзора, связанными с расследованиями, экспертизами и оценками последствий острых, подострых и хронических воздействий факторов среды обитания для доказательства причинения/не причинения вреда здоровью населения.

Объектами исследования являлись население, проживающее в условиях негативного воздействия водного перорального фактора среды обитания с повышенным содержанием продуктов гиперхлорирования, питьевая вода, источники загрязнения питьевой воды, нормативно-правовые акты и методические документы

Предметом исследования являлись процессы, взаимосвязи, зависимости, возникающие при воздействии питьевой воды, содержащей продукты гиперхлорирования, на состояние здоровья экспонируемого населения, в том числе параметры нарушений здоровья, являющиеся маркерами эффекта на внешнесредовое воздействие и, как следствие, неотъемлемой частью доказательной базы причинения/не причинения вреда здоровью.

Целью выполнения научно-исследовательской работы являлась апробация разработанных методических подходов по доказательству вреда здоровью и научное обоснование и формирование на основе маркеров экспозиции и маркеров эффекта доказательной базы причинения вреда здоровью населения в условиях загрязнения питьевых вод хлорорганическими соединениями.

В ходе работы использованы методические подходы к оценке риска здоровью населения, комплекс санитарно-эпидемиологических и клинико-лабораторных методов, пространственно-временные методы анализа, геоинформационные подходы, статистические методы обработки информации, методы системного анализа и ситуационного моделирования. При анализе нормативной и нормативно-методической документации использовались формально-юридический, сравнительно-правовой, структурно-функциональный методы, а также комплекс общенаучных методов исследования – анализа, синтеза, системного и функционального подхода и пр.

Установление и доказывание вреда здоровью населения, потребляющего питьевую воду с продуктами гиперхлорирования, осуществлялось с учетом методических указаний «Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания» (МУ 2.1.10.3165-14), утвержденных Роспотребнадзором 23.05.2014 г. Для достижения цели был получен перечень критериев причинения вреда здоровью населения в условиях загрязнения питьевых вод хлорорганическими соединениями для формирования доказательной базы. Алгоритм и используемые методы формирования доказательной базы причинения вреда здоровью населения реализованы с учетом действующих нормативно-методических документов. Апробация методических подходов к доказательству вреда здоровью реализована на территории Кировского района г. Перми, на которой население для хозяйственно-питьевых нужд использует воду системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, содержащую продукты гиперхлорирования.

Результаты и их обсуждение. Водоснабжение Кировского района г. Перми осуществляется из Чусовского залива Камского водохранилища. По данным ФБУЗ

«Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» и ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в 2013–2014 гг. в Кировском районе г. Перми наблюдались превышения гигиенических нормативов качества питьевой воды по хлороформу до 7,3 ПДК (процент нестандартных проб 78,6–100,0 %), тетрахлорметану – до 2,1 ПДК (в первом полугодии 2014 г. – 12,5 % нестандартных проб), дихлорбромметану – до 1,13 ПДК (в 2013 г. – 14,3 % нестандартных проб), хлору остаточному и связанному – до 3 ПДК (процент нестандартных проб – 7,1–35,7 %). В атмосферном воздухе из перечня хлорорганических соединений присутствовали дихлорэтан и тетрахлорметан с суммарным объемом выбросов 0,0011 т, что составило менее 0,00004 % от общего объема выбросов в атмосферный воздух.

Результаты оценки риска для детского населения Кировского района г. Перми показали, что суммарный индивидуальный канцерогенный риск составил $1{,}56 \cdot 10^{-5}$, и соответствует предельно допустимому уровню риска. Основной вклад в уровень суммарного индивидуального канцерогенного риска вносят хлороформ (39 %), дихлорбромметан (36 %). При оценке неканцерогенного риска коэффициенты опасности для детского населения в условиях перорального воздействия химических веществ превышены относительно допустимых значений только в отношении хлороформа (HQ = 1,16). Неприемлемые уровни неканцерогенного риска, выраженные индексами опасности, формировались в отношении печени (HI = 1,32), почек (HI = 1,31); ЦНС (HI = 1,16), нейроэндокринной системы (HI = 1,16), системы крови (HI = 1,16). Основной вклад в величину индекса опасности вносит хлороформ (88–100 %).

Анализ заболеваемости по классам и нозологиям, которые вероятно могут быть обусловлены влиянием хлорорганических соединений, присутствующих в питьевой воде, на здоровье детского населения (по данным обращаемости за медицинской помощью, оплачиваемой в системе ОМС), показал, что обращаемость детского населения в Кировском районе города Перми в 2013 г. за медицинской помощью по причине болезней нервной системы, эндокринной системы, болезней почек, болезней крови и кроветворных органов значительно превышала соответствующие показатели контрольной территории (с. Сива) в 1,64–5,17 раза.

По результатам проведенного эпидемиологического исследования (по данным обращаемости детей за медицинской помощью в системе ОМС в 2013 г.) установлено наличие достоверной связи между потреблением хлороформа с питьевой водой и уровнем заболеваемости детей Кировского района болезнями нервной системы, преимущественно в виде других уточненных поражений головного мозга ($OR_{ш}$ = 20,4, CI = 7,5–55,7). Установлена достоверная связь между потреблением хлорорганических соединений (хлороформ, дибромхлорметан, тетрахлорметан) с питьевой водой и уровнем заболеваемости детей болезнями органов пищеварения, преимущественно в виде диспепсии и других уточненных болезней желчевыводящих путей (билиарной дисфункции) ($OR_{ш}$ = 5,2, CI = 2,4–11,5). Выявлена достоверная связь между потреблением хлорорганических соединений (хлороформа, тетрахлорметана) с питьевой водой и уровнем заболеваемости детей болезнями мочевыделительной системы ($OR_{ш}$ = 43,1, CI = 14,8–125,4), врожденными аномалиями, деформациями и хромосомными нарушениями (преимущественно в виде других уточненных врожденных аномалий сердца) ($OR_{ш}$ = 29,8, CI = 7,2–123,6).

В результате химико-аналитических исследований биологических сред (кровь) детей Кировского района г. Перми и территории сравнения были зарегист-

рированы превышения в крови детей относительно группы сравнения по хлороформу в 1,5 раза (p<0,05), тетрахлорметану – в 7,5 раза (p<0,00), которые являются маркерами экспозиции при негативном воздействии продуктов гиперхлорирования, поступающих с питьевой водой. Дибромхлорметан зарегистрирован на уровне 0,000008 ± 0,000003 мг/дм (при отсутствии в контроле). Частота регистрации проб крови с наличием хлорорганических соединений составила 14–97 % от общего числа исследованных проб и превысила показатели контроля в 1,5–2,0 раза.

Анализ зависимости «концентрация хлороформа в воде – концентрация хлороформа в крови» показал, что данная зависимость может иметь линейный характер и описывается уравнением $y = 0{,}00188+0{,}01782x$ ($F = 5{,}356$, $p = 0{,}035$), что свидетельствует о наличии прямой связи изменения концентрации в крови от изменения концентрации в питьевой воде.

По результатам биохимических и иммуноферментных исследований установлено, что у детей Кировского р-на г. Перми регистрируются отклонения показателей относительно аналогичных у детей группы сравнения, характеризующих негативные эффекты и доказано связанных с повышенной концентрацией хлорорганических соединений в крови, которые проявляются в виде: нарушения баланса оксидантных и антиокислительных реакций в организме; патологического дисбаланса нейромедиаторов, регулирующих процессы возбуждения и торможения в ЦНС; нарушения сосудистой регуляции; тенденции к нарушению фильтрационной функции почек; активации процесса цитолиза; цитогенетических нарушений, характеризующихся повышенной частотой клеток с цитогенетическими аномалиями на фоне усиления пролиферативной активности и деструктивных изменений в клеточной популяции на уровне ДНК клетки. При этом различия в указанных показателях в группе наблюдения и контрольной группе составили 1,2–3,0 раза ($p = 0{,}00$–$0{,}05$).

Установлена достоверная причинно-следственная связь между: повышенным уровнем хлороформа и тетрахлорметана в крови и повышенным уровнем 8-гидроксиг-2-деоксигуанозина в моче; гидроперекиси липидов и МДА в сыворотке крови; вероятностью снижения ГлПО; вероятностью снижения Cu/Zn-СОД; вероятностью повышения уровня глутамата; повышенной концентрацией хлороформа в крови и вероятностью снижения ОАС; повышением оксида азота; повышением активности АСАТ; повышением скорости клубочковой фильтрации почек; повышенным уровнем тетрахлорметана в крови и снижением уровня ГАМК в сыворотке крови; полиморфизмом хромосом лимфоцитов крови, цитогенетических нарушений в клетках буккального эпителия ($R^2 = 0{,}11$–$0{,}86$, $12{,}82 \leq F \leq 593{,}0$, $p = 0{,}000$–$0{,}002$).

По результатам иммунологического исследования выявлены нарушения: клеточного звена иммунитета; гуморального звена иммунитета; специфической чувствительности к компонентам факторной нагрузки; уровня маркеров онкопролиферации и гормональной и медиаторной регуляции, достоверно повышенные по отношению к референтному уровню и контролю. Для наблюдаемой зоны типичны супрессорные нарушения иммунного статуса, повышение уровня маркеров онкопролиферации и содержания медиаторов нейрогормональной регуляции. Показателями факторной нагрузки, достоверно изменяющими значения показателей иммунитета, являются хлороформ, тетрахлорметан. При этом установлена достоверная причинно-следственная связь между: повышением относительного и абсолютного фагоцитоза и фагоцитарного индекса при увеличении концентрации тетрахлорметана ($R^2 = 0{,}17$–$0{,}55$, p<0,05), хлороформа ($R^2 = 0{,}17$–$0{,}38$, p<0,05) в крови;

понижением концентрации IgA при увеличении концентрации хлороформа (R^2 = 0,58, p<0,05) в крови; возрастанием шансов роста CA199 при повышении концентрации тетрахлорметана (R^2 = 0,82, p<0,05), M20 и M22 при повышении концентрации хлороформа (R^2 = 0,88–0,92, p<0,05); повышением содержания серотонина при увеличении в крови концентрации хлороформа и тетрахлорметана (R^2 = 0,24–0,42, p<0,05); повышением уровня ЭКП при увеличении концентрации тетрахлорметана (R^2 = 0,35–0,46, p<0,05).

Результаты клинической оценки соматического статуса детей Кировского района г. Перми свидетельствовали, что у 74,2 % детей группы наблюдения (в 2,8 раза чаще, чем в группе сравнения) отмечено резко дисгармоничное физическое развитие, которое проявлялось: у мальчиков высоким ростом (39,3 %), дефицитом или избытком массы тела (10,7–19,7 %), несоответствием физиологической норме окружностей грудной клетки и головы (46,5 %), у девочек – макросомией (48,5 %) и низкими показателями окружности грудной клетки (33,3 %) и окружности головы (42,4 %). В группе наблюдения половина детей имели жалобы диспепсического характера и каждый третий ребенок – астеновегетативные симптомы.

Анализ заболеваемости детей установил широкий спектр сочетанной патологии в группе наблюдения, при этом в среднем на одного ребенка приходилось по 4,1 нозологической формы, что в 1,96 раза превышало показатель группы сравнения. У детей Кировского района г. Перми, проживающих на территории с неудовлетворительным качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям, приоритетными видами патологии выступали заболевания пищеварительного тракта (у половины детей), при этом в структуре данной патологии доминировали поражения гепатобилиарной зоны (у 52 % детей, что в 2,6 раза чаще, чем в группе сравнения, p = 0,00) и функциональная диспепсия (у 48 % детей, что в 3,2 раза чаще, чем в группе сравнения, p = 0,00), ассоциированные с повышенным содержанием в крови хлороформа (R^2 = 0,41; F = 74,1; p = 0,00) и четыреххлористого углерода (R^2 = 0,68; F = 224,7; p = 0,00); болезни нервной системы, проявляющиеся в виде астеноневротического (у 32 % детей, что в 14,6 раза чаще, чем в группе сравнения, p = 0,00), неврозоподобного синдромов (у 10 % детей, в группе сравнения не регистрировалось, p = 0,027) и вегетативной дистонии (у 15 % детей, что в 7,1 раза чаще, чем в группе сравнения, p = 0,02) и связанные с повышенным уровнем в крови хлороформа (R^2 = 0,39–0,72; F = 69,4–240,1; p = 0,00) и четыреххлористого углерода (R^2 = 0,52–0,82; F = 120,6–495,3; p = 0,00). Болезни кожи зарегистрированы только у детей основной группы, проживающих на территории с неудовлетворительным качеством питьевой воды, в основном, в виде атопического дерматита (10,99 %, p = 0,019).

Результаты клинико-функционального обследования детей Кировского района г. Перми, потребляющих питьевую воду с наличием продуктов гиперхлорирования, свидетельствовали об увеличении линейных размеров печени, объема желчного пузыря, реактивных и структурных изменениях паренхимы поджелудочной железы по результатам ультразвуковых исследований; нарушении функции автоматизма синусового узла, синусовой брадиаритмии на электрокардиограмме; эйтоническом типе исходного вегетативного тонуса, асимпатико-тонической реактивности по результатам кардиоинтервалографии; функциональных изменениях ритмической активности головного мозга, признаках дисфункции подкорковых вегетативных структур головного мозга по результатам электроэнцефалографии.

Результаты оценки экспозиции и риска здоровью экспонируемого населения, результаты эпидемиологических исследований, присутствие в биологических средах детей основных групп хлорорганических соединений, характерных для питьевой воды района их проживания, адекватные химической нагрузке изменения лабораторных показателей и статистически достоверно связанные с загрязнением питьевой воды выраженные нарушения здоровья, указывают на связь нарушений здоровья детского населения с воздействием загрязнения питьевой воды хлорорганическими соединениями.

Пошаговая реализация алгоритма доказательства вреда здоровью детского населения, потребляющего питьевую воду с наличием продуктов гиперхлорирования, с корректным выбором и анализом маркеров экспозиции и маркеров эффекта, являющихся связующими звеньями между уровнем факторов риска и нарушениями здоровья, позволили сформировать доказательную базу нанесения вреда здоровью детского населения Кировского района г. Перми:

– идентифицирован источник опасности – питьевая вода, содержащая продукты гиперхлорирования, образующиеся в результате обеззараживания воды источника питьевого водоснабжения;

– определены факторы риска – хлорорганические примеси: хлороформ, тетрахлорметан, дибромхлорметан, дихлорбромметан, 1,2-дихлорэтан;

– рассчитанные на основании среднемноголетних инструментальных данных риски для здоровья населения превышали уровни, квалифицируемые как допустимые (приемлемые). Основные вклады в показатели риска для здоровья вносил хлороформ. Критическими поражаемыми органами и системами являлись печень, почки, ЦНС, эндокринная система, система крови;

– экспозиция доказана регистрацией в крови экспонируемого детского населения химических примесей, характерных для перорального воздействия. При этом частота регистрации примесей у обследованного контингента была чрезвычайно высока (до 97 %); уровни содержания примесей были достоверно (p<0,05) выше, чем в группе сравнения, находившейся вне экспозиции;

– присутствие примесей в крови достоверно изменяло систему лабораторных показателей гомеостаза; при этом установленные методами математической статистики связи «контаминант в крови – лабораторный показатель» были биологически правдоподобны, адекватны имеющимся научным данным и устойчивы;

– заболеваемость экспонируемого детского населения, ассоциированная с факторами риска и обоснованная с учетом системы клинических, лабораторных и функциональных показателей, имела достоверные биологически оправданные связи с экспозицией (маркерами экспозиции);

– данные анамнеза и результаты анкетирования не выявили иных достоверных провоцирующих факторов в выявленных нарушениях здоровья.

Таким образом, вред здоровью детского населения Кировского района г. Перми, потребляющего питьевую воду с наличием продуктов гиперхлорирования, на популяционном и на индивидуальном уровне (для 41 обследованного ребенка) был доказан.

На популяционном уровне вред, связанный с воздействием хлорорганических соединений, обусловливает 25,3 случая заболеваний ЦНС на 1000 детей, 8,98 ‰ – заболеваний эндокринной системы, 0,73 ‰ заболеваний почек, 0,32 ‰ – заболеваний печени для детского населения, что в абсолютных случаях составляет 489, 174, 14 и 6 случаев соответственно для 3351 ребенка Кировского района г. Перми.

На индивидуальном уровне вред доказан для 41 обследованного ребенка, в том числе в 28 случаях вред выражался в виде заболеваний ЦНС, в 24 случаях – заболеваний печени, в 14 – заболеваний эндокринной системы, в 4 – заболеваний почек.

По результатам исследования сформулированы рекомендации по проведению санитарно-эпидемиологических и медико-профилактических мероприятий по снижению содержания хлорорганических соединений в питьевой воде путем использования дополнительных методов очистки воды, внедрения современных более безопасных методов ее обеззараживания и минимизации вредного воздействия водного перорального фактора на здоровье детского населения. До момента обеспечения безопасного уровня содержания хлорорганических соединений в питьевой воде необходимым является информирование жителей о риске для здоровья населения, обеспечение дошкольных и школьных общеобразовательных учреждений бутилированной водой надлежащего качества.

Выводы:

1. Для детского населения Кировского района г. Перми, потребляющего питьевую воду с наличием продуктов гиперхлорирования, в результате проведенного углубленного комплексного исследования был доказан вред здоровью на популяционном и на индивидуальном уровнях. Последний был подтвержден для 41 из 180 обследованных детей.

2. Полученные результаты исследования оформлены в виде экспертного заключения и переданы Управлению Роспотребнадзора по Пермскому краю для защиты прав потребителей услуг по водоснабжению и внедрения санитарно-профилактических мероприятий на исследуемой территории. Данные результаты могут быть использованы в досудебном порядке в ходе надзорной деятельности, а также в ходе судебного производства.

3. Доказательство реализации рисков является весомым аргументом в пользу расширения практики использования порядка доказательства вреда здоровью населения, обусловленного негативным воздействием химических факторов среды обитания (МУ 2.1.10.3165-14). Углубленные медико-биологические и эпидемиологические исследования являются трудоемкими, дорогостоящими видами деятельности в практике санитарно-эпидемиологического надзора, расследований и экспертиз, но в ряде случаев только подобные исследования позволяют установить и доказать вред здоровью населения, обеспечивая научное обоснование и поддержку управленческих решений – от установления меры ответственности до подготовки планов и программ санитарно-эпидемиологических и медико-профилактических мероприятий.

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. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения // Питьевая вода. – 2003. – № 1. – С. 13–20.

3. Вараксин А.Н. Статистические модели регрессионного типа в экологии и медицине. – Екатеринбург, 2006. – 256 с.

4. Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты: в 2 т. / под ред. Л.И. Исаева. – М.: ПАИМС, 1997. – 512 с.

5. Гланц С. Медико-биологическая статистика / под ред. Н.Е. Бузикашвили и соавт. – М.: Практика, 1998. – 459 с.

6. Зайцева Н.В., Маклакова Э.В. Анализ отклонений арбитражными судами постановлений органов Роспотребнадзора об административных правонарушениях в области централизованного питьевого водоснабжения // Здравоохранение Российской Федерации. – М., 2011. – № 4. – 23 с.

7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 206 с.

8. Установление и доказательство вреда здоровью гражданина, наносимого негативным воздействием факторов среды обитания / И.В. Май, Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11. – С. 4–7.

9. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. – М.: Медиа Сфера, 1998. – 352 с.

10. Schulte P.A., Talaska G. Validity Criteria fro the Use of Biological Markers of Exposure to Chemical agents in environmental Epidemiology // Toxicology. – 1995. – Т. 101, № 1–2. – С. 73–88.

11. Secxton K., Needham L.L., Pirkle J.L. Human Biomonitoring of Environmental Chemicals // American Scientist. – 2004. – Vol. 92. – P. 38–45.

Перспектива применения биорастворимых микроигл для реализации медико-профилактических технологий превенции инфекционных заболеваний

В.Н. Звездин

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

На сегодняшний день наиболее эффективным способом превенции инфекционных заболеваний является вакцинопрофилактика. Объём российского рынка вакцин для массовой иммунизации населения оценивается в 90,2 млн доз в год. Но при её реализации существует ряд негативных факторов. Первое – необходимость введения вакцин инъекционным способом, что обусловливает негативное психологическое воздействие, риск инфицирования. Второе – развитие серьезных побочных эффектов, связанных с высокодозовой антигенной нагрузкой и наличием в вакцине консервирующих компонентов. По данным ВОЗ частота таких осложнений для различных вакцин колеблется в диапазоне 1:1000 – 1:1000000 [1–3].

В связи с вышесказанным необходима разработка новых способов и устройств для доставки вакцин в организм человека. По данным аннотируемых источников литературы на сегодняшний день актуальным направлением научных исследований является создание систем из биорастворимых полимеров для трансдермальной доставки лекарственных препаратов и вакцин. Широкое распространение получила разработка микроигольных аппликаторов, способных пробивать роговой слой кожи и, растворяясь в эпидермисе и дерме, высвобождать антигены различной структуры и молекулярного веса (белки, полисахариды, капсиды, целые клетки) [8, 13, 19]. Данные системы позволяют безболезненно и атравматично вводить вакцины адресно к иммунокомпетентным клеткам, локализованным в эпидермисе и дерме (клетки Лангерганса), и обеспечивать формирование иммунного ответа на вносимый антиген [18].

Целью данного исследования является обобщение материала аннотируемых источников научной литературы о перспективах применения биорастворимых микроигольных аппликаторов для доставки вакцин.

Результаты и их обсуждение. При традиционном инъекционном введении вакцин, антиген вводят, минуя иммунную систему кожи, в мышцу или подкожную ткань, где нет значительного количества антигенпредставляющих клеток. Альтернативным решением является введение вакцин с помощью микроигольного аппликатора в эпидермис кожи и сосочковый слой дермы – анатомическое пространство, которое содержит большое количество эпидермальных дермальных дендритных клеток (клетки Лангерганса), обладающих значительной потенциальной иммуногенностью и способных вызывать клеточно-опосредованные иммунные реакции [18, 20]. Этот тип антигенпрезентирующих клеток обладает выраженной и, что очень важно, постоянной экспрессией костимулятора B7, молекул I и II классов MHC, а также адгезинов ICAM-1, ICAM-3, LFA-3. Для дендритных клеток не требуется инициации поверхностных структур, принимающих участие в формировании Т-клеточного ответа, что обусловливает их высокую активность в формировании иммунного ответа [16].

На сегодняшний день под биорастворимыми микроигольными аппликаторами понимаются игольчатые структуры с шириной в основании до 300 мкм и высотой 300–900 мкм, изготовленные из водорастворимых полимеров, разрешенных к использованию в пищевой промышленности, косметологии и медицине. Вакцина импрегнируется в структуру полимерной матрицы в процессе отливки микроигл и равномерно распределяется в иглах без дополнительной инкапсуляции. Микроигольные структуры позволяют пенетрировать роговой слой кожи и, растворяясь, высвобождать антигенный компаунд [10]. Установлено, что при пенетрации кожи микроиглами трансдермальная проницаемость увеличивается на четыре порядка, что обеспечивает возможность доставки таких соединений, как белки (например, бычий сывороточный альбумин), генетический материал (например, олигонуклеотиды и плазмидная ДНК) и латексные частицы вирусных размеров *in vitro* и *in vivo* [9].

Особенности конструкции микроигл. В соответствии с результатами, полученными в работе R. Kenney, ключевыми параметрами, которые позволяют моделировать интенсивность иммунного ответа является доза вещества, глубина пенетрирования кожи, удельная площадь поверхности введённых игл [14]. При этом исследовательской командой G. Widera получены противоречащие этой концепции данные. На вакцинальной модели с применением овальбумина установлено, что проявление иммунного ответа зависит преимущественно от дозы вещества, а глу-

бина введения (100–500 мкм), плотность микроигл (140–725 иглы / см^2), площадь поверхности аппликатора (2–4 см^2) не оказывают существенного влияния на развитие иммунного ответа [11]. Отсутствие зависимости между глубиной проникновения микроигл и иммунным ответом может обусловливаться неглубоким залеганием дендритных клеток на глубине около 100 мкм вдоль дермально-эпидермального соединения, которые имеют решающее значение при поглощении антигена и инициации антигенспецифического иммунного ответа [11, 17]. Максимальная концентрации вещества на глубине 100 мкм создается при использовании микроигл длинной до 300 мкм [15]. Такая высота микроигл обеспечит безболезненное введение вакцин, так как крупные скопления болевых рецепторов в коже располагаются глубже 900 мкм [24].

Преимущества трансдермального пути введения вакцин. Научным коллективом под руководством доктора Xiaoyun Hong при исследовании соотношения дозы активного компонента вакцины и титра антител на модели вакцины – овальбумин установлено, что при низкой дозе (1 мг) оваальбумина специфические титры антител при трансдермальном введении с помощью микроигольного аппликтора на один порядок больше, чем при подкожной инъекции, и на два порядка больше, чем при внутримышечной инъекции [10]. При введении более высоких доз (20–80 мг) путь введения не оказывал существенного влияния на иммунный ответ, количество антител увеличилось как при трансдермальном введении, так и при инъекционном [10, 17]. Можно сделать вывод, что микроиглы обладают потенциальным преимуществом по формированию иммунного ответа при введении вакцин в низких дозировках.

Результаты клинических исследований исследовательской группы профессора М. Праузница по трансдермальной доставки вакцин (против оспы, туберкулеза) показали, что данный метод безопасен и эффективен, а антигены, введенные в кожу в более низких дозах, вызывают иммунные ответы, аналогичные наблюдаемым при внутримышечных инъекциях [17, 21, 24]. При исследовании эффективности использования микроигольных аппликаторов для доставки инактивированных вирусов, трехвалентных расщепленных сплитвакцин, ДНК-плазмид установлено наличие высокого уровня антител. При трансдермальном введении вакцины от желтой лихорадки приматам генерируется уровень нейтрализующих антител, более чем в семь раз превышающий аналогичный показатель при введении вакцин при помощи подкожных инъекций [17].

Также исследования профессора Праузница подтверждают эффективность применения микроигл для трансдермальной доставки вакцины от гриппа. Доклинические исследования на лабораторных животных (морские свинки) показали, что трансдермальное введение трехвалентной вакцины против гриппа с помощью микроигл может вызвать первичное образование анти-НА антител в ответ на каждый штамм на уровне, сравнимом с уровнем антител при внутримышечных инъекциях [21]. Исследование данной вакцины в клинических испытания показали, что введение вакцины против гриппа при помощи микроигольных аппликаторов вызывает более сильный гуморальный иммунный ответ у пожилых людей по сравнению с внутримышечными инъекциями [17].

Перспективным направлением вакцинологии является разработка ДНК-вакцин в связи с потенциальными преимуществами, такими как простота производства, отсутствие антивекторного иммунитета, а также способность вызывать клеточный и гуморальный иммунный ответ [6, 24]. Рядом исследователей изучается введение данных вакцин при помощи микроигл, несущих в себе полимерные пленки с ДНК, иммуностимулирующие РНК, биоразлагаемые поликатионы, которые по-

крывают мультислоями полиэлектролитов (способствующих трансфекции и сохранению ДНК и вспомогательных веществ в коже от нескольких недель до нескольких дней). Установлено, что при введении ДНК-вакцины против модели ВИЧ-антигена при помощи микроигольных аппликаторов в экспериментах *in vivo* наблюдаемая экспрессия генов превышает в 140 раз значение при внутрикожной инъекции [10]. При исследовании эффективности трансдермального введения ДНК-плазмид, кодирующих поверхностный антиген гепатита В, рекомбинантного защитного антигена бацилл сибирской язвы и ДНК-плазмид, кодирующих четыре гена вируса коровьей оспы, *in vivo* на лабораторных животных установлена генерация нейтрализирующих антител на уровне, аналогичном уровню наблюдающемся при подкожном введении [10, 17].

Особенности конструкции микроигл, обусловливающие снижение риска развития негативных последствий вакцинации. Необходимо отметить, что при проведении клинических испытаний исследовательской группой M. Cormier, а также исследовательскими группами компаний «Georgia Tech», «Apogee» и «Zosano» различных микроигольных аппликаторов на выборке, превышающей 7000 добровольцев, ни в одном из случаев не установлено признаков инфицирования, аллергических реакций или других серьезных негативных эффектов в месте нанесения микроигл. При этом большинством добровольцев было подтверждено, что введение микроигл не вызывает острых болезненных ощущений, которые наблюдаются при использовании традиционных инъекционных игл [7, 17, 22].

Помимо высокой иммуногенности вакцин, проявляющейся при трансдермальном низкодозовом введении, одним из преимуществ использования микроигольных аппликаторов для доставки вакцин является потенциальное увеличение срока хранения и исключение из состава препаратов консервантов для сохранения стерильности (в неживых вакцинах) и стабилизаторов. Данное преимущество обусловливается химическим составом и технологией изготовления полимерной матрицы микроигольного аппликатора, которая выступает в качестве стабилизирующего и консервирующего компонента [4]. Сохранность вакцины также обеспечивается технологией изготовления микроигольных аппликаторов, при которой не используются высокие температуры и органические растворители, способные повреждать чувствительные к данным факторам препараты, особенно белки. Но доставка белков при помощи микроигольных аппликаторов обусловливает одну серьезную техническую трудность. Полимерные микроиглы, несущие в своей матрице белки, теряют прочность и неэффективно пробивают роговой слой кожи [12]. Для этого разработчики включают в состав микроигольных аппликаторов с активным белковым компонентом сахара, что позволяет в процессе сушки микроигл заменять водородные радикалы белковых компонентов (антигенов) на гидроксильные группы углеводов. Это обеспечивает поддержание структурной целостности активного соединения и прочности игл. Ввиду стабилизации молекул белков при использовании данной матрицы снимается необходимость сохранения холодовой цепи при транспортировке и хранении таких вакцин [4].

Приоритетные полимерные соединения для создания микроигольных аппликаторов. Одними из приоритетных полимеров для создания структурных матриц являются карбоксиметилцеллюлоза и трегалоза. В экспериментах *in vivo* установлено, что при трансдермальном введении человеческого гормона роста, включенного в состав растворимого микроигольного аппликатора из данных соединений, механи-

ческая прочность игл позволяет пробивать роговой слой кожи. Растворение таких микроигл происходит в течение 1–2 минут, после чего в течение 48 часов наблюдается высвобождение гормона роста. Однако следует отметить, что при использовании данных компонентов для создания матрицы микроигл существует ограничение количества активного вещества. При помощи таких растворимых микроигольных аппликаторов возможно введение до 1 мг активного вещества, так как при концентрации белка более 10 % микроиглы теряют механическую прочность [12].

Для создания микроигл с большей механической прочностью в качестве матрицы применяется поливинилпирролидон (ПВП) в связи с тем, что структура мономера ПВП содержит кольцо, тем самым увеличивает внутримолекулярную жесткость микроигл и снижает молекулярную подвижность белковых препаратов. Для дополнительного увеличения жесткости таких игл используют метакриловую кислоту, так как сополимер ПВП и метакриловой кислоты приобретает дополнительную механическую прочность благодаря образованию водородных связей по боковым цепям мономерных единиц полимеров. Установлено, что микроиглы из ПВП, содержащие в себе до 25 % метакриловой кислоты, обусловливают увеличение механической прочности в 4 раза по сравнению с карбоксиметилцеллюлозой [22].

Перспективным направлением на сегодняшний день является разработка микроигольных аппликаторов на базе натриевой соли гиалуроновой кислоты. Недавние клинические исследования показали эффективность введения трехвалентной вакцины против гриппа с помощью данных микроигл. Однако иглы из гиалуроновой кислоты характеризуются длительным временем растворения (для полного растворения таких микроигл необходимо 6 часов и более) [5].

Существуют также модификации микроигольных аппликаторов для медленного, контролируемого высвобождения вакцин и лекарственных веществ. При изготовлении таких микроигольнвх аппликаторов активное вещество закладывают в основание иглы, а саму иглу изготавливают из нерасворимого полимера (амилопектин, полиметилвиниловый эфир и малеиновый ангидрид), который выполняет функцию резервуара, набухающего при взаимодействии с межклеточной жидкостью. Микропоры, образующиеся в данном материале после набухания, способствуют медленному выведению молекул активного вещества посредством диффузии [23].

Выводы. Многочисленные доклинические и клинические исследования показали, что микроиглы могут обеспечить безопасное, безболезненное и эффективное введение вакцин. При этом, зачастую, при трансдермальном введении вакцин в минимальных дозах наблюдается более выраженный иммунный ответ, чем при инъекционном введении. Данный эффект позволит использовать меньшие дозы вакцин для снижения имуногенной нагрузки на организм, а также снижения стоимости вакцинации. При данном способе введения вакцин снижен риск формирования общих и местных побочных эффектов. Полимерная матрица микроигл обеспечивает потенциальное увеличение срока годности вакцины за счет ее связывания и стабилизации, также потенциально снимается необходимость сохранения холодовой цепи при транспортировке и хранении таких вакцин.

Таким образом, разработка и применение микроиголных аппликаторов из биорастворимых полимеров является перспективным направлением развития безболезненной вакцинопрофилактики как ключевой медико-профилактической технологии превенции инфекционных заболеваний. Это позволит расширить охват населения за счет нивелирования негативного психологического воздействия от

болевых ощущений, связанных с инъекционным введением вакцин, снизить риск развития побочных эффектов вакцинации.

Список литературы

1. Мешкова Р.Я. Руководство по иммунопрофилактике для врачей: учеб. пособие. – Смоленск: ГМА, 1998. – 133 с.

2. Поствакцинальные осложнения (клиника, диагностика, лечение, профилактика): пособие для практического врача / Е.А. Лакоткина, С.М. Харит, Т.В. Черняева, Н.К. Брусов; под ред. чл-корр. РАМН, д.м.н., проф. В.В. Ивановой. – СПб., 2004. – С. 1–79.

3. Учайкин В.Ф., Шамшева О.В. Пути введения вакцин для эффективной и безопасной иммунизации // Безопасность вакцинации. – 2000. – № 2 (8).

4. Amorij J-P., Meulenaar J., Hinrichs W.L.J. Rational design of an influenza subunit vaccine powder with sugar glass technology: Preventing conformational changes of haemagglutinin during freezing and freeze-drying // Vaccine. – 2007. – № 25. – P. 6447–6457.

5. Clinical study and stability assessment of a novel transcutaneous influenza vaccination using a dissolving microneedle patch / S. Hirobe, H. Azukizawa, T. Hanafusa, K. Matsuo // Biomaterials. – 2015. – № 57. – P. 50–58.

6. Compans DNA Vaccination in the Skin Using Microneedles Improves Protection Against Influenza / Song Jae-Min, Kim Yeu-Chun, O. Eunju, W. Richard // Mol. Ther. – 2012. – № 20 (7). – P. 1472–1480.

7. Cormier M., Daddona P.E. Macroflux technology for transdermal delivery of therapeutic proteins and vaccines // Rathbone M.J., Hadgraft J., Roberts M.S. (eds) Modified-release drug delivery technology. Marcel Dekker. – New York, 2003. – P. 589–598.

8. Cormier M., Daddona P.E. Macroflux technology for transdermal delivery of therapeutic delivery technology proteins and vaccines // Modified-release drug. Marcel Dekker. – New York, 2003. – P. 589–598.

9. Cutaneous DNA delivery and gene expression in ex vivo human skin explants via wet-etch micro-fabricated micro-needles / J. Birchall, S. Coulman, M. Pearton, C. Allender, K. Brain, A. Anstey, C. Gateley, N. Wilke, A. Morrissey // J. Drug. Target. – 2005. – № 3. – P. 415–421.

10. Dissolving and biodegradable microneedle technologies for transdermal sustained delivery of drug and vaccine / Hong Xiaoyun, Wei Liangming, Wu Fei, Wu Zaozhan // Drug Design, Development and Therapy. – 2013. – № 7. – P. 945–952.

11. Effect of delivery parameters on immunization to ovalbumin following intracutaneous administration by a coated microneedle array patch system / G. Widera, J. Johnson, L. Kim, L. Libiran, K. Nyam, P.E. Daddona, M. Cormier // Vaccine. – 2006. – № 24. – P. 1653–1664.

12. Formulations for microprojection/microneedle vaccine delivery: Structure, strength and release profiles / Anthony P. Raphael, Michael L. Crichton, Robert J. Falconer // Journal of Controlled Release. – 2016. – № 225. – P. 40–52.

13. Immunogenicity and safety of intradermal influenza immunization at a reduced dose in healthy children / S.S. Chiu, J.S. Peiris, K.H. Chan, W.H. Wong, Y.L. Lau // Pediatrics. – 2007. – № 119. – P. 1076–1082.

14. Kenney R., Levin Y., Kochba E. Clinical evaluation of a novel microneedle device for intradermal delivery of an influenza vaccine: are all delivery methods the same? // Vaccine. – 2014. – № 32 (34). – P. 4249–4252.

15. Kim K.S., Ita K., Simon L. Modelling of dissolving microneedles for transdermal drug delivery: theoretical and experimental aspects // Eur. J. Pharm. Sci. – 2015. – № 68. – P. 137–143.

16. La Montagne J.R., Fauci A.S. Intradermal influenza vaccination–can less be more? // N. Engl. J. Med. – 2004. – № 351. – P. 2330–2332.

17. Mark R. Prausnitz, John A. Mikszta, Michel Cormier, Alexander K. Andrianov Microneedle-Based Vaccines // Current Topics in Microbiology and Immunology. – 2009. – P. 333–369.

18. Marshall S., Sahm L.J., Moore A.C. The success of microneedle-mediated vaccine delivery into skin // Hum. Vaccin. Immunother. – 2016.

19. Microfabricated silicon microneedles for nonviral cutaneous gene delivery / F. Chabri, K. Bouris, T. Jones, D. Barrow, A. Hann, C. Allender, K. Brain, J. Birchall // Br. J. Dermatol. 2004. – № 150. – P. 869–877.

20. Microneedle arrays delivery of the conventional vaccines based on nonvirulent viruses / N. Li, N. Wang, X. Wang, Y. Zhen, T. Wang // Drug Deliv. – 2016. – № 31. – P. 1–14.

21. Richard W. Compans, Sang-Moo Kang, Mark R. Prausnitz Formulation and coating of microneedles with inactivated influenza virus to improve vaccine stability and immunogenicity // J. Control. Release. – 2010. – № 142 (2). – P. 187–195.

22. Sullivan S.P., Murthy N., Prausnitz M.R. Minimally invasive protein delivery with rapidly dissolving polymer microneedles // Adv. Ma. – 2008. – № 20. – P. 933–938.

23. Xiaoyun Hong, Liangming Wei, Fei Wu Dissolving and biodegradable microneedle technologies for transdermal sustained delivery of drug and vaccine // Drug Design, Development and Therapy. – 2013. – № 7. – P. 945–952.

24. Yeu-Chun Kim, Jung-Hwan Park, Mark R. Prausnitz Microneedles for drug and vaccine delivery // Advanced. Drug. Delivery. Reviews. – 2012. – № 64. – P. 1547–1568.

Обоснование клеточно-молекулярных, системных маркеров негативных эффектов при воздействии химических и физических факторов риска

М.А. Землянова[1–3]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия
[3]ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия

В настоящее время значимым и постоянно поддерживаемым направлением деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека является развитие на базе научных организаций Роспотребнадзора методов формирования доказательной базы реализации рисков для

здоровья. При этом особое внимание в оценке индивидуальных и популяционных рисков для здоровья населения, связанных с воздействием химических и физических факторов, уделяется обоснованию и использованию биомаркеров негативных эффектов и экспозиции [8–10]. Идентификация маркеров негативного эффекта базируется не только на стандартных подходах, но и на современных наукоемких достижениях клеточно-молекулярных технологий, что позволяет обосновать маркеры негативных эффектов, иерархически структурированные по уровню ответных реакций организма (молекулярно-клеточный, органно-тканевой, системный, организменный).

В рамках развития системы обоснования биомаркеров негативных эффектов, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания, в последние годы особое внимание в оценке механизмов токсического действия химических веществ и физических факторов уделяется идентификации геномных, протеомных и метаболомных биомаркеров, что продекларировано в качестве одного из приоритетных направлений «Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы» [5]. Необходимо отметить, что направленные медико-биологические исследования, включающие принципиально новые подходы диагностики, являются достаточно дорогостоящими процедурами, однако ценность получаемых данных в аспекте доказательной базы причинения вреда крайне высока [3].

Подходы к обоснованию биомаркеров экспозиции и эффекта и их использованию для установления причинно-следственных связей носят системный характер и базируются на совокупных результатах научного анализа опасности и риска, связанных с действием факторов среды обитания на человека, эпидемиологических исследований, теоретических знаниях о закономерностях и особенностях реализации негативного воздействия внешнесредовых факторов на организменном, органно-тканевом, клеточно-субклеточном, молекулярно-генетическом уровнях.

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» интенсивно развивает исследования по обоснованию и внедрению в практику гигиенических оценок и экспертиз биохимических, иммунных, гематологических, цито- и иммуногенетических маркеров негативных эффектов (порядка 20–25 комплексов), характеризующих полиморфизм генов, дисбаланс окислительно-антиоксидантных процессов, в том числе на уровне ДНК клетки, нарушение протеомного профиля плазмы крови, нейроэндокринной и сосудистой регуляции, супрессию гемопоэза, развитие специфической сенсибилизации, активацию клеточной гибели, отражающих патоморфоз течения болезней органов дыхания (аллергический бронхит, бронхиальная астма), органов пищеварения (заболевания гастродуоденальной сферы, гепатобилиарной системы), сердечно-сосудистой, нервной систем и органов чувств (вегетососудистая дистония, дисфункции нервной системы), болезней кожи и ее придатков (атопический дерматит, алопеции и др.), болезней костно-мышечной системы (остеопатии, остеопорозы), эндокринной системы (эндемический зоб, ожирение и т.д.) и др. При этом использование новых высокочувствительных аналитических методов позволяет анализировать механизмы возникновения и развития ответных реакций организма на самых ранних стадиях (клеточно-молекулярный уровень) их формирования в ответ на воздействие факторов риска производственной и внешней среды.

Углубленными исследованиями показано, что у детей в зонах экспозиции химических факторов, обусловленной неудовлетворительным качеством атмосфер-

ного воздуха от источников выбросов металлургических производств (коэффициент опасности *HQ* = 2,5–4,5), происходит нарушение протеомного профиля плазмы крови, ассоциированного с повышенной (в 2–3 раза относительно референтного уровня) концентрацией металлов в крови. При этом полученная количественная характеристика изменений содержания пептидов плазмы крови детей, доказано связанных с уровнем ванадия и никеля в крови (по расчету отношения шансов (*OR*) [6]), свидетельствует, что биомаркерами негативного эффекта при экспозиции ванадия является повышение уровня аполипопротеина А1 в крови, при экспозиции никеля – повышение уровня транстиретина, снижение гаптоглобина в крови (*OR* = 2,5–2,9; *DI* = 1,7–3,8; *p* = 0,001–0,015). Негативные эффекты, развивающиеся на молекулярном (донозологическом) уровне, в этом случае могут реализоваться в виде нарушения структуры и функции сосудов, транспорта холестерина, синтеза гормонов щитовидной железы, структуры и функции гемоглобина, следствием чего является развитие патологических состояний со стороны системы крови, кровообращения, щитовидной железы.

У детей с повышенным содержанием в крови марганца, никеля и хрома (до 13 раз выше референтного уровня), обусловленным внешнесредовой экспозицией, доказаны негативные эффекты генетической нестабильности, характеризующиеся выраженными нарушениями ядерного аппарата буккальных эпителиоцитов в виде дисбаланса клеточного обновления, проявляющегося замедлением апоптозной активности (повышение частоты регистрации клеток буккального эпителия с кариорексисом, кариолизисом и апоптозными телами, *p* = 0,012–0,028) и усилением активности процесса пролиферации (повышение частоты регистрации многоядерных клеток и клеток с круговой насечкой ядра, *p* = 0,014–0,036). Установлено выраженное нарушение нормального цикла митотического деления, ведущего к формированию микроядер (частота клеток с микроядрами и протрузиями до 5 раз выше среднероссийских показателей, *p* = 0,001–0,022). Выражена активность окислительного повреждения на уровне ДНК клетки (повышение уровня 8-гидрокси-2-деоксигуанозина в моче). Вклад марганца, никеля и хрома в повышение уровня содержания 8-гидрокси-2-деоксигуанозина в моче составил 22–29 %, в формирование полиморфизма хромосом лимфоцитов и аномалий ядерного аппарата буккальных эпителиоцитов – 24–32 % (*F* = 7,73–13,85; *p* = 0,001–0,031) [4].

В зонах неприемлемого риска (*HQ* = 6–7), обусловленного экспозиции бензола от источников выбросов нефтехимических производств и автотранспорта, маркером экспозиции является концентрация бензола в крови на уровне 0,01 мг/дм^3 и выше. Системными и органными биомаркерами установленных негативных эффектов, например, нарушения гомеостаза свободнорадикального окисления, является повышение уровня МДА и снижение общей антиоксидантной активности плазмы крови (*OR* = 1,6–2,3; *DI* = 1,2–2,8; *p* = 0,000–0,01); стимуляции нейрогуморальной регуляции – повышение уровня ТТГ, кортизола, снижение уровня Т4 свободного в сыворотке крови (*OR* = 1,8–2,9; *DI* = 1,5–3,5; *p* = 0,000–0,02); угнетения костно-мозгового кроветворения – снижение уровня эритроцитов, тромбоцитов и лейкоцитов (*OR* = 2,4–3,5; *DI* = 2,1–3,8; *p* = 0,000–0,001). Следствием данных процессов является нарушение внутрисердечной проводимости и условий циркуляции в сосудистом русле, что может вызвать рост заболеваемости детского населения вегетососудистой дистонией как предиктора сердечно-сосудистых заболеваний в старшем возрасте.

В условиях неприемлемого риска (HQ = 1,5–3,5), обусловленного хронической экспозицией хлорорганических соединений, в крови идентифицирован хлороформ, 1,2-дихлорэтан, дибромхлорметан, тетрахлорметан на уровне концентраций 0,0001–0,02 мг/дм^3. Выделен комплекс клеточно-молекулярных и органных биомаркеров, отражающих негативные эффекты со стороны критических органов и систем. О дестабилизации цитоплазмы и митохондрий гепатоцитов свидетельствует повышение активности индикаторного фермента АСАТ в сыворотке крови. Нарушение синтеза белка рибосомами гепатоцитов в сторону гипофункции вследствие повреждения клеток печени характеризует снижение уровня общего белка, альбумина, сиаловых кислот в сыворотке крови (R^2 = 0,29–0,56; 250,98≤F≤1010,66; p = 0,000–0,004). Об активации окислительных процессов (как следствие – повреждение клеточных мембран печени) свидетельствует повышение уровня показателей молекулярного уровня гидроперекиси липидов и малонового диальдегида в плазме крови (R^2 = 0,22–0,48; 10,88≤F≤101,22; p = 0,000–0,028). Напряжение функционального состояния системы антиоксидантной защиты в результате интенсивного образования активных форм кислорода характеризует повышение общей АОА, активности глутатионпероксидазы, Zn-зависимой супероксиддисмутазы в сыворотке крови) (R^2 = 0,04–0,74; 10,27≤F≤409,3; p = 0,000–0,002) [1].

При потреблении питьевой воды с повышенным содержанием марганца (до 3,5 ПДК) у детей регистрируется повышенное содержание марганца в крови (до 4,5 раза относительно референтного уровня). Негативные эффекты воздействия на нервную систему выражаются в повышенной частоте патологического дисбаланса нейромедиаторов, регулирующих процессы возбуждения и торможения в ЦНС (биомаркеры эффекта системного уровня – повышение содержания глутамата и снижение гамма-аминомасляной кислоты в сыворотке крови, OR = 3,4–6,1; DI = 2,2–10,5; p = 0,000).). Данный процесс инициируется активизацией окислительного повреждения клеточно-субклеточных структур (повышение уровня гидроперекисей липидов и малонового диальдегида, снижение глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы в сыворотке крови) на фоне нарушения нейроэндокринной регуляции (снижение уровня кортизола и серотонина, OR = 5,4–7,2; DI = 4,3–9,5; p = 0,000) и обеспечения нервно-мышечной проводимости ионизированным кальцием, что в целом является прогностически неблагоприятной тенденцией развития в последующем нейропсихологических и двигательных нарушений.

У работников сталеплавильных производств, условия труда которых характеризуются воздействием пыли, содержащей кремний диоксид кристаллический (от 2 до 10 %) в концентрации до 6,5 ПДК$_{рз}$, в крови идентифицируется кремний в концентрации, до 3 раз превышающей референтный уровень. При этом наряду с частицами традиционной дисперсности (больше 0,1 мкм) в крови присутствуют частицы кремния нанометрового размера (до 100 нм). Установлены выраженные негативные эффекты в виде нарушения окислительных и антиоксидантных процессов, о чем свидетельствует повышение уровня малонового диальдегида и снижение общей антиоксидантной активности плазмы крови, дисбаланс которых может усугублять развитие воспалительной реакции, ведущей к развитию фиброза на уровне нижних отделов системы дыхания.

У работниц текстильных производств (отбельщицы, красильщицы, колористы) при стабильном присутствии в воздухе рабочей зоны, толуола до 0,056 мг/м^3, свинца и марганца до 0,0012–0,00014 мг/м^3, бенз(а)пирена – до 0,00010 мг/м^3 в кро-

ви определяется марганец, свинец, толуол, бензпирен в концентрациях до 2 раз выше показателей сравнения. Выявлен дисбаланс половых гормонов (повышение ЛГ и ФМСГ в сыворотке крови), обеспечивающих функционирование репродуктивной системы (R^2 = 0,93; F = 365,08; p = 0,000) [2].

У работников и работниц основных специальностей сильвинитовых рудообогатительных производств (аппаратчик сушки, аппаратчик гранулирования, аппаратчик дозирования сушильно-грануляционного отделения, центрифуговщик, фильтровальщик, транспортерщик сушильно-грануляционного отделения, машинист мельниц) условия труда характеризуются сочетанным воздействием химических (формальдегид) и физических (шум, нагревающий микроклимат, вибрация) факторов (класс условий труда 3.1–3.3 в соответствии с руководством Р 2.2.2006–05), способных влиять на мембрану клеток, структуру и тонус сосудов. Установлен значимый дисбаланс окислительно-антиоксидантных процессов, доказанно связанный с сочетанным воздействием вредных химических (концентрация формальдегида в воздухе рабочей зоны до 2,7 раза превышает ПДК) и физических факторов (общая и локальная вибрация, шум), нарушение эндотелиальной функции сосудов (в 96 % случаев от общего числа обследованных лиц группы наблюдения) и снижение антиоксидантной активности (в 74 % случаев) относительно показателей группы сравнения, что свидетельствует об активации перекисного окисления липидов и образовании активных форм кислорода. Развитие окислительного стресса способствует нарушению эндотелиальной функции сосудов (в 1,4–1,7 раза относительно показателей в группе сравнения) на фоне достоверного снижения продукции оксида азота. Установленные достоверные причинно-следственные связи отклонений показателей данных негативных эффектов (повышение уровня МДА, снижение АОА, повышение уровня гомоцистеина и липопротеина (а)) у работников, подвергающихся воздействию вредных производственных факторов, с условиями труда подтверждают их этиопатогенетическую роль в развитии производственно-обусловленной гипертонической болезни. Указанные биохимические показатели рекомендованы в качестве маркеров для ранней диагностики гипертонической болезни у работников рудообогатительных производств.

Конкретными исследованиями показано, что в условиях населенных мест при повышенной концентрации в крови химических мутагенов и репротоксикантов – формальдегид, бензол, стирол, никель, марганец, хром (до 10 раз выше относительно референтного уровня) – и наличием полиморфизма хромосом у матери риск рождения ребенка с хромосомным дефектом увеличивается в 7 раз, а в сочетании с условиями производства – в 10 раз. Риск развития клеточных аномалий, характеризующих активацию пролиферативных и деструктивных реакций у новорожденных, матери которых профессионально связаны с воздействием, например, бензола, превышает приемлемый уровень в 13 раз, в том числе за счет качества среды населенных мест – в 5 раз [7].

Таким образом, накопленный научно-практический опыт использования биомаркеров негативного эффекта в системе формирования доказательной базы причинения вреда здоровью, реализующегося на различном структурно-функциональном уровне организма человека (клеточно-молекулярном, органном, системном), в условиях воздействия химических и физических факторов окружающей и производственной среды позволяет с высокой степенью эффективности решать задачи предотвращения, раннего выявления и устранения негативных последствий.

Список литературы

1. Биохимические показатели негативных эффектов у детей при воздействии хлорорганических соединений с питьевой водой / М.А. Землянова, О.В. Пустовалова, Д.Л. Мазунина, А.С. Сбоев // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 97–101.

2. Зайцева Н.В., Землянова М.А., Кириченко Л.В. Динамика гормонального статуса у работников титано-магниевых производств // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 12. – С. 25–29.

3. Онищенко Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Оценка и управление рисками здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4–14.

4. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., М.А. Землянова. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов / под ред. Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489.

5. Распоряжение Правительства Российской Федерации № 2237-р от 03.12.2012 г. об утверждении Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru (дата обращения: 18.04.2016).

6. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. – М.: Медиа Сфера, 1998. – 352 с.

7. Цитогенетические маркеры и гигиенические критерии хромосомных нарушений у населения и работников в условиях воздействия химических факторов с мутагенной активностью (на примере металлов, ароматических углеводородов, формальдегида) / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Б. Алексеев, С.Г. Щербина. – Пермь: Книжный формат, 2013. – 222 с.

8. Biomarkers and human biomonitoring. Children's Health and the Environment WHO Training Package for the Health Sector World Health Organization. 2011. [Электронный ресурс]. – URL: www.who.int/ceh (дата обращения: 19.03.2014).

9. Centers for Disease Control and Prevention. National Biomonitoring Program. CDC [Электронный ресурс]. – 2011. – URL: www.cdc.gov/biomonitoring (дата обращения: 19.03.2014).

10. Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals (Environmental Health Criteria 237) [Электронный ресурс]. – WHO, 2006. – URL: www.inchem.org (дата обращения: 19.03.2014).

Оценка потенциальной опасности для здоровья человека наноразмерного оксида кобальта

М.А. Землянова[1–3], М.С. Степанков[1,2], А.С. Иванова[2], А.И. Тиунова[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2] ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия
[3] ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия

Учитывая активный рост производства продуктов наноиндустрии в различных сферах производства и потребления, особую актуальность приобретают вопросы токсиколого-гигиенической оценки безопасности наноматериалов для здоровья человека и объектов среды обитания [4, 8].

Нанодисперсный оксид кобальта входит в перечень наноматериалов, которые активно внедряются в сферу электроприборостроения, нанооптики, биодиагностики (в качестве биохимических сенсоров), химической промышленности, металлургической промышленность [8].

Учитывая перспективное появление массово выпускаемых продуктов, контактировать с которыми предполагается широкой категории населения и работающих, актуальным является уточнение и систематизация данных о физических и токсикологических параметрах наноразмерного оксида кобальта при различных путях поступления в организм и выполнение прогнозирования потенциальной опасности для здоровья человека.

Аналитическое обобщение информации о физико-химических, молекулярно-биологических, биохимических, цитологических, экологических характеристиках наночастиц оксида кобальта выполнено по результатам анализа данных аннотируемой научной литературы и технических паспортов безопасности, представленных в исследованиях ведущих российских и зарубежных центров, в соответствии с МР 1.2.2522-09 «Методические рекомендации по выявлению наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека».

В результате аналитических исследований установлено, что наноразмерные частицы оксида кобальта относятся к малорастворимым в воде соединениям. Обладают отрицательным эффективным зарядом в водной суспенизии, что потенциально увеличивает их способность проникновения через тканевые барьеры. Максимальная емкость адсорбции метиленового синего красителя на поверхности нанодисперсного оксида кобальта в водной суспензии равна 5000–5500 мг/г. Высокая адсорбционная емкость исследуемого вещества, согласно МР 1.2.2522-09, увеличивает вероятность транспорта посторонних примесей токсикантов из внешней среды во внутреннюю среду организма. Частицы склонны к агрегации, о чем свидетельствует низкое значение дзета-потенциала (15,3 мВ), при этом являются реакционноспособным. Реакционная способность наноразмерных частиц выше по сравнению

с микродисперсным аналогом, что обусловливается высокодисперсным состоянием активной (наноразмерной) фазы. Однозначно не установлено, являются ли наночастицы оксида кобальта гидрофобными или гидрофильными [5].

Нанодисперсный оксид кобальта способен генерировать свободные радикалы, что подтверждается в исследованиях *in vitro*, результаты которых показали индукцию ионов на клеточном уровне с помощью механизма троянского коня, которые связываются с везикулами и являютсяя причиной индукции активных форм кислорода (АФК). Также способность индуцировать АФК была проверена на эндотелиально-подобных (ECV-304) и гепатомных (HepG2) клеточных линиях. Выявлено дозозависимое индуцирование АФК в обеих клеточных линиях, хотя HepG2 были менее чувствительны. Повышенное образование АФК вызывает окислительный стресс (в частности окислительное повреждение белков и ДНК), участвует в процессах апоптоза. О наличии окислительного стресса свидетельствует истощение уровня АФК, перекисного окисления липидов, истощение активности ферментов (глутатиона, супероксиддисмутазы и каталазы) [1].

Характеризуется способностью к прямому повреждению ДНК. Об этом свидетельствуют результаты исследования культуры клеток альвеолярного эпителия человека (A549) при концентрации 40 мкг/мл после 2-часовой экспозиции, 20 и 40 мкг/мл после 24-часовой экспозиции. Выявлено окислительное повреждение ДНК с дозозависимой тенденцией, статистически значимое для концентраций 20 и 40 мкг/мл для 2- и 24-часовых экспозиций. В культуре клеток бронхиального эпителия человека (BEAS-2B) зафиксировано прямое повреждение ДНК после 2- и 24-часовой экспозиции при тех же дозах исследуемого вещества. Окислительное повреждение ДНК с дозозависимой тенденцией статистически значимым выявлено только при концентрации 40 мкг/мл при 2-часовой экспозиции.

В линии клеток A549 после 24-часовой экспозиции нанодисперсным оксидом кобальта окислительное и прямое повреждение ДНК, при концентрациях 40 мкг/мл и 20 мкг/мл соответственно существенно выше, чем в линии клеток BEAS-2B [2].

В культуре клеток HepG2 выявлено индуцирование каспазы-3, которая играет ключевую роль в апоптозе клеток через 24 часа после обработки нанодисперсным оксидом кобальта. Кроме того, замечена конденсация хроматина. Активация каспазы-3 и конденсация хроматина в HepG2 предположительно вызывает смерть клеток путём апоптоза. Подверженные воздействию клетки показали более высокое повреждение ДНК, чем в контрольной группе. Постепенный нелинейный рост повреждений в ДНК был замечен в клетках, где доза и время воздействия увеличены. Наибольшее повреждение ДНК зафиксировано исследователями при концентрациях от 15 мкг/мл [6].

Исследования показали, что нанодисперсный кобальт влияет на повреждение генов: только ген Rab 18 подвержен влиянию всех трёх форм кобальта (ионы, микроразмерные и наноразмерные частицы). Этот ген регулирует мембранный трафик и везикулярную организацию тех, кто вовлечён в метаболизм липидов, аутофагию и воспаление.

Ионы кобальта вмешиваются в гены, связанные с митохондриальной дисфункцией, микрочастицы влияют на гены, связанные с метаболизмом и циклом клетки, наночастицы участвуют в активации иммунитета (в частности врождённого) и апоптозе [7].

АФК могут вызвать повреждение ДНК. Кинетическая стадия профиля экспрессии генов, индуцированной вдыханием нанодисперсного оксида кобальта, в клетках легочного эпителия показала снижение регуляции транскрипции генов.

Около 14 % дифференциально выраженных транскриптов были вовлечены в иммунные процессы. Тест микроядра показал для наночастиц кобальта стастически значимую индукцию хромосомной аберрации [3].

Наночастицы оксида кобальта взаимодействуют с клеточными мембранами: адсорбируются с их поверхностью или нарушают их целостность, приводя к образованию отверстий (Synthesis and cytogenetic effect of magnetic nanoparticles). Индикатором повреждения мембраны служит выброс лактатдегидрогеназы (LDH) из клеток. В культуре клеток A549 не было обнаружено увеличения LDH, в то время как индукция повреждения мембраны обнаружена в культуре BEAS-2B после 2-часовой экспозиции концентрациями 5 и 40 мкг/мл. Также установлено, что наночастицы оксида кобальта вызывают дозозависимую утечку LDH из мембраны HepG2 [1].

Наночастиц оксида кобальта способны взаимодействовать с белками, о чем свидетельствует агломерация частиц с белками при внесении их в плазму крови человека [6].

В стадии *in vitro* наночастицы кобальта показывают дозозависимое статистически значимое увеличение морфологической трансформации, выраженной в частоте преобразований, в диапазоне от $0{,}41 \cdot 10^{-4}$ до $6{,}64 \cdot 10^{-4}$ для 1–30 мкм соответственно, в то время как Co^{2+} не показывает статистически значимой морфологической трансформации.

Нанодисперсный оксид кобальта характеризуется цитотоксичностью, что подтверждается результатами исследования митохондриальной функции в культуре клеток HepG2. Продемонстрирована зависимость цитотксичности от концентрации вещества и времени воздействия. Снижение функции наблюдалось после 24- и 48-часовых экспозиций при концентрациях нанодисперсного оксида кобальта в суспензии 5, 10, 15 и 25 мкг/мл. Морфологические изменения в клетках выявлены после воздействия 24-часовой экспозиции концентрацией 10 мкг/мл. Клетки, обрабатываемые 25 мкг/мл, после 48 часов приняли сферическую форму. Тесты на жизнеспособность показывают, что при концентрации 1500 мкг/мл вещество значительно снижает жизнеспособность клеток: митохондриальная активность снизилась до 47,1 ± 1,6 %, общая жизнеспособность до 47,6 ± 7,3 % после 24 часов экспозиции, 25,4 ± 3,9 % и 37,3 ± 9,5 % соответственно после 48 часов экспозиции [3].

Прогнозирование потенциальной опасности на основе прогнозно-аналитической процедуры, выполненной в соответствии с МР 1.2.2522-09, показало, что нанодисперсный оксид кобальта обладает высокой степенью потенциальной опасности для здоровья человека (значение «частной» опасности (*D*) составило 1,825, что укладывается в диапазон 1,780–2,449, оцениваемый как «высокая степень потенциальной опасности») с достоверной степенью оценки имеющейся ифнормации (коэффициент неполноты оценки данных (*U*) составил 0,176, что укладывается в диапазон 0–0,250, оцениваемый как «достоверный»).

Исходя из вышесказанного, необходимым является проведение токсикологических исследований и составление токсиколого-гигиенической характеристики нанодисперсного оксида кобальта при различных путях поступления для разработки эффективных мер профилактики.

Список литературы

1. Cytokine responses of human lung cells (BEAS-2B) treated with micron-sized and nanoparticles of metal oxides compared to soil dusts / J.M. Veranth, E.G. Kaser, M.M. Veranth, M. Koch, G.S. Yost // Part. Fibre. Toxicol. – 2007. – P. 4–27.

2. Fröhlich El. Cellular Targets and Mechanisms in the Cytotoxic Action of Non-biodegradable Engineered Nanoparticles // Current. Drug. Metabolism. – 2015. – № 9. – P. 976–988.

3. Genotoxicity and morphological transformation induced by cobalt nanoparticles and cobalt chloride: an in vitro study in Balb/3T3 mouse fibroblasts / J. Ponti, E. Sabbioni, B. Munaro, F. Broggi [et al.] // Mutagenesis. – 2009. – Vol. 24, № 5. – P. 439–445.

4. Global Market for Metal Oxide Nanoparticles // 2015 Market Reports Online. – 2015. – URL: http: //www.marketreportsonline.com/401808-toc.html (дата обращения: 09.10.2015).

5. Nickel Nanoparticles Exposure and Reproductive Toxicity in Healthy Adult Rats / L. Kong, M. Tang, Zh. Ting, D. Wang, K. Hu, W. Lu // International Journal of Molecular Sciences. – 2014. – № 15 (11). – P. 53–69.

6. Safety of nanomaterials along their lifecycle: release, exposure and human hazards / W. Wohlleben, A.J. Kuhlbusch, J. Schnekenburger, C.M. Lehr // CRC Press. – 2015. – 220 p.

7. Single-Walled and Multi-Walled Carbon Nanotubes Promote Allergic Immune Responses in Mice / Unni C. Nygaard, Jitka S. Hansen, Mari Samuelsen, Torunn Alberg, Calin D. Marioara and Martinus Løvik // Toxicological sciences. – 2009. – Vol. 109 (1). – P. 113–123.

8. The World's Manufacturer of Engineered & Advanced Materials [Электронный ресурс] // American Elements. – 2011. – URL: http: //www.americanelements.com/mnoxnp.html (дата обращения: 07.02.2013).

Пероральное поступление химических веществ: математическая модель процесса растворения частиц пищи в желудочном соке*

М.Р. Камалтдинов[1,2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия

Человеческий организм находится в постоянном контакте со средой обитания, получая из нее как необходимые для жизни питательные вещества, так и подвергаясь негативному воздействию химических веществ, поступающих с пищей и питьевой водой [7, 17, 22]. Помимо непосредственного раздражающего воздействия на стенки пищеварительного тракта химические вещества могут накапливаться в организме, оказывая системное воздействие через кровь, поступающую к органам. Кроме того, нерегулярное и несбалансированное питание может приводить к развитию заболеваний органов и систем [9, 15, 19]. Статистические подходы

по оценке заболеваемости и смертности, ассоциированной с действием внешнесредовых факторов, как правило, основаны на построении зависимостей вида «доза – эффект». Эти подходы не учитывают в явном виде переменную экспозицию факторов, длительность и механизмы воздействия. Более глубокому пониманию процессов развития нарушений в органах и системах способствует использование физиологических подходов. В силу взаимосвязанности всех органов и систем человеческого организма целесообразно развивать модели с учетом этих взаимосвязей.

Коллективом исследователей, к которому относится и автор статьи, разрабатывается многоуровневая математическая модель накопления поврежденности в организме человека под воздействием факторов среды обитания (химических, физических, социальных и пр.) [1, 2]. На «макроуровне» рассматривается осредненное взаимодействие органов и систем с помощью системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих эволюцию поврежденности. Параметр поврежденности принимает значение от 0 до 1, поврежденность, равная 0, соответствует отсутствию функциональных нарушений в органе, 1 – полному невыполнению функций. Понятно, что такая модель позволяет только весьма грубо оценить нарушения организма в целом и требует наличия большого массива эмпирических данных для идентификации модели. Для более точного описания взаимосвязей органов и систем, раскрытия причинно-следственных зависимостей реакции от воздействий в рассмотрение необходимо вводить модели следующего («мезоуровня») сердечно-сосудистой, дыхательной [4], пищеварительной [3], нейроэндокринной [5] и других систем. В дальнейшем может возникнуть необходимость в разработке моделей «микроуровня» для описания на клеточном уровне.

Следует заметить, что в первом приближении для задач оценки поступления веществ в кровеносную систему можно использовать кинетические многокамерные модели [20]. По сути это один из путей осуществления взаимодействия органов и систем на «макроуровне». Кроме того, для учета особенностей пищеварения в разных участках тракта можно применять упрощенные модели, основанные на теории химических реакторов [21]. Однако при использовании простых подходов сложнее учитывать индивидуальные характеристики конкретного пациента. Особенно это обстоятельство касается геометрической формы тракта и параметров перистальтики. С целью выявления локализации возможных нарушений представляется целесообразным разрабатывать пациент-ориентированные модели, которые опираются на результаты реальных обследований.

В силу масштабности поставленных задач в данной статье детально рассмотрен только один из фрагментов, связанный с моделированием пищеварительной системы на «мезоуровне».

Цель представленной работы – моделирование многофазного течения в антродуоденальной области пищеварительного тракта с учетом процессов растворения частиц пищи, содержащих химические вещества.

Материалы и методы. Первая фаза является многокомпонентной жидкостью с растворенными на молекулярном уровне компонентами: водой, соляной кислотой, гидрокарбонатом натрия, продуктом реакции соляной кислоты и гидрокарбоната натрия (углекислым газом и хлоридом натрия), растворенными белками, жирами, углеводами, химическими веществами, полипептидами, пепсином.

Частицы пищи различных диапазонов размеров рассматриваются как отдельные фазы (в общем случае – n-1 фаза). Под воздействием соляной кислоты частицы

пищи растворяются – белки, жиры, углеводы, химические вещества, вода, содержащиеся в частице, переходят в компоненты первой фазы, при этом частицы пищи переходят в фазу меньшего размера. Растворение частицы пищи (уменьшение размера) может осуществляться до определенного для данного типа пищи предела, то есть частицы шестой фазы с минимальным размером могут не подвергаться растворению. Скорость массового обмена линейно зависит от кислотности среды (уровня *pH*), при нейтральной и щелочной реакции среды массовый обмен равен нулю. В первом приближении частицы пищи описываются моделью жидкости с различной вязкостью, принимается гипотеза о равенстве давлений фаз. Силы межфазного взаимодействия полагаются пропорциональными разностям скоростей взаимодействующих фаз.

В модели осуществлен учет реакции нейтрализации кислоты гидрокарбонатом натрия, а также ферментативная реакция пепсина и белка. Следует отметить, что хотя в модели учтены три основных функции пищеварительного тракта: моторная, секреторная и всасывательная, в рамках данной работы более подробно описана только секреторная функция. Скорость секреции кислоты зависит от концентрации растворенных белков, жиров, углеводов вблизи стенки тракта (в области секреции кислоты). Скорость секреции пепсина зависит от концентрации растворенных белков вблизи стенки тракта (в области секреции пепсина). Скорость секреции гидрокарбоната натрия зависит от средней пристеночной концентрации кислоты в желудке (обратная связь). Поврежденность пищеварительного тракта и поджелудочной железы приводит к уменьшению скорости секреции. Моторная функция антродуоденальной области заключается в периодическом сокращении/расслаблении мышц стенок тракта. Поврежденность тракта уменьшает амплитуду волны сокращения. Скорость всасывания химических веществ в кровь пропорциональна разности концентрации на границе полости тракта и концентрации в крови.

Представленные далее результаты получены на примере среднестатистической по геометрическим характеристикам (размерам, форме) антродуоденальной области тракта. Данное упрощение делается на стадии отладки модели, дальнейшая ее эксплуатация предполагает использование персональных данных. В основе алгоритма реконструкции трехмерной области моделирования лежит аппроксимация реальной геометрической формы конечным числом эллипсов с натянутой на них оболочкой. Эллипсы обладают переменным размером и расположены в нормальной плоскости к «центральной линии» антродуоденальной области. Представляется целесообразным разделить всю границу области моделирования на несколько частей, исходя из функциональных и геометрических особенностей, для которых будет введена поврежденность участка органа (рис. 1).

Выделено четыре границы. В верхней части желудка секретируется кислота $\partial\Omega_{(2)}$. В нижней части желудка $\partial\Omega_{(3)}$, примыкающей к области пилорического отверстия, а также в области пилорического отверстия и двенадцатиперстной кишки $\partial\Omega_{(4)}$ секретируется гидрокарбонат натрия. В центральной части двенадцатиперстной кишки выделена зона $\partial\Omega_{(5)}$, которая имитирует место выхода протока от поджелудочной железы. Области $\partial\Omega_{(1)}$, $\partial\Omega_{(6)}$ представляют собой открытые границы (сечения входа – выхода). Каждый участок стенки тракта $\partial\Omega_{(l)}$ $l=\overline{2,5}$ обладает собственной поврежденностью $D_{(l)(m)}$, определяемой соответствующим эволюционным уравнением. Функциональность участка стенки тракта связана с поврежден-

ностью формулой $F_{(l)(m)} = 1 - D_{(l)(m)}$, функциональность, отличная от 1, выражается количественной мерой снижения секреторной $F_{(l)(1)}$, всасывательной $F_{(l)(2)}$ и моторной $F_{(l)(3)}$ функции тракта.

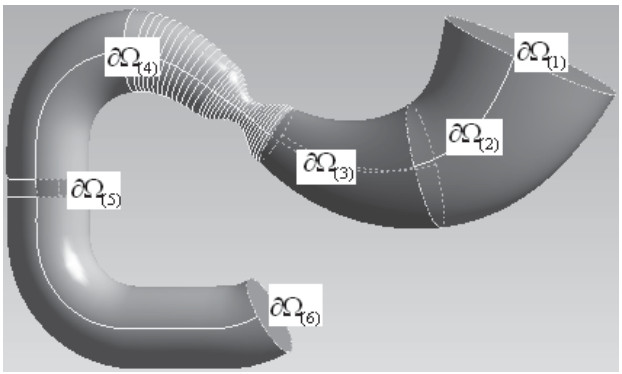


Рис. 1. Выделение подобластей по функциональному и геометрическому признаку, $\partial\Omega_{(2)}$ – зона секреции кислоты, $\partial\Omega_{(3)}$, $\partial\Omega_{(4)}$, $\partial\Omega_{(5)}$ – зоны секреции щелочи, $\partial\Omega_{(1)}$, $\partial\Omega_{(6)}$ – сечения входа/выхода расчетной области

Математическая постановка задачи включает в себя уравнения сохранения массы и импульса для компонент и фаз с учетом массовых источников за счет секреции, всасывания, реакций, межфазного обмена.

Распространение волн в антродуоденальном отделе и взаимодействие с моторикой пилорического сфинктера моделируется на основе известных литературных данных [16] и результатов ультразвуковых исследований. Динамическое перепостроение расчетной сетки осуществляется с помощью инструментов *Dynamic Mesh* в решателе *Fluent* с использованием скрипта (*User-Defined Function*), написанного на языке C. В основе алгоритма перестроения сетки лежит использование квадратичной функции от синуса, которая определяет форму волны. При заданных параметрах моторика антрального отдела, пилорического отверстия и двенадцатиперстной кишки синхронизирована. Геометрия расчетной области меняется периодически.

Результаты и их обсуждение. Исследуется влияние нарушений секреции кислоты на скорость растворения частиц пищи. Кроме того, анализируется влияние нарушений секреции щелочи на уровень кислотности в полости тракта. В первом базовом сценарии плотность частиц пищи равна $\rho_{(j)}$ = 1040 кг/м^3, $j = \overline{2,6}$, функциональные нарушения тракта отсутствуют $F_{(l)(m)} = 1$, $l = \overline{2,5}$, $m = \overline{1,3}$ (сценарий 1). При наличии заболеваний желудка скорость секреции кислоты в желудке может значительно уменьшаться, что отрицательно сказывается на процессе переваривания. Например, показано, что у больных атрофическим гастритом скорость секреции кислоты в среднем на 40–50 % ниже, чем у здоровых людей [11]. Причем это снижение наблюдается как для базальной секреции, так и при наличии стимуляции. В случае тяжелых форм заболевания атрофическим гастритом скорость секреции

кислоты может снижаться до нескольких процентов от нормального физиологического уровня [12]. В сценариях 2 и 3 анализируются результаты с нарушениями секреции кислоты на двух уровнях $F_{(2)(1)} = 0,5$ и $F_{(2)(1)} = 0,2$, что может соответствовать атрофическому гастриту различной тяжести.

Снижение уровня секреции бикарбоната натрия может быть связано с рядом заболеваний. Так, у пациентов с дуоденальной язвой базальная скорость секреции бикарбоната в двенадцатиперстной кишке почти в 2 раза меньше, чем у здоровых людей [18]. При этом уровень секреции бикарбоната на стимуляцию соляной кислотой при наличия язвы почти в три раза меньше. Возможно, именно снижение функции секреции щелочи привело к истончению слизистого слоя и образованию язвы. Секреция бикарбоната натрия с соком поджелудочной железы также может уменьшаться вследствие заболеваний [10], возраста [14] или под действием негативных факторов, например, курения [8]. В сценариях 4 и 5 анализируются результаты в предположении снижения секреторной функции антрального отдела желудка, двенадцатиперстной кишки, поджелудочной железы в комплексе (на функциональных уровнях 0,5 и 0,2 соответственно).

В первом сценарии уровень *pH* в кишечнике составляет от 7,3 до 8,3, что соответствует щелочной среде, в верхней области желудка среда обладает высокой кислотностью – уровень *pH* составляет около 2–3, в области пилорического отверстия *pH* поднимается до 8, что обусловлено нейтрализацией кислоты секретируемым в этой части гидрокарбонатом натрия. При нарушении секреции кислоты уровень *pH* в верхней области желудка поднимается до 4–5 в зависимости от степени нарушений. Скорость растворения частиц значительно уменьшается (сценарий 3 в таблице).

Изменение массы частиц пищи в течение 306 с

Фаза	Размер частиц, мм	Исходная масса, кг	Изменение массы, %		
			Сценарий 1	Сценарий 3	Сценарий 5
$j = 2$	3,2–	2,84E-03	–2,09	–1,68	–2,19
$j = 3$	2,4–3,2	7,09E-03	–1,45	–1,17	–1,52
$j = 4$	1,0–2,4	2,21E-02	–2,30	–1,80	–2,43
$j = 5$	0,4–1,0	5,60E-03	–4,73	–3,47	–5,13
$j = 6$	0,0–0,4	8,80E-04	1,12	0,96	1,18
$j = 2–6$		3,85E-02	–2,40	–1,86	–2,56

Полученные результаты согласуются с известными данными экспериментов: у больных атрофическим гастритом средний уровень в желудке *pH* составляет около 5,1, а у здоровых людей 2,7 [13]. При нарушении секреции гидрокарбоната уровень *pH* в верхней части дуоденума снижается до 3–4, что может приводить к повреждениям слизистой оболочки тракта [6]. Результаты подтверждаются литературными данными; так, у пациентов с дуоденальной язвой наблюдаются более длительные периоды повышенной кислотности в дуоденуме ($pH<4$).

В результате перехода из желудка масса растворенного свинца в кишечнике постепенно возрастает (рис. 2). Содержание компонент первой фазы выходит на близкий к стационарному уровень через 5–15 минут после начала моделируемой стадии пищеварения. Это связано с тем, что на рассмотренном временном интервале количество пищи в желудке меняется незначительно. Компоненты первой

фазы быстро распространяются по всему объему области моделирования вследствие адвекции.

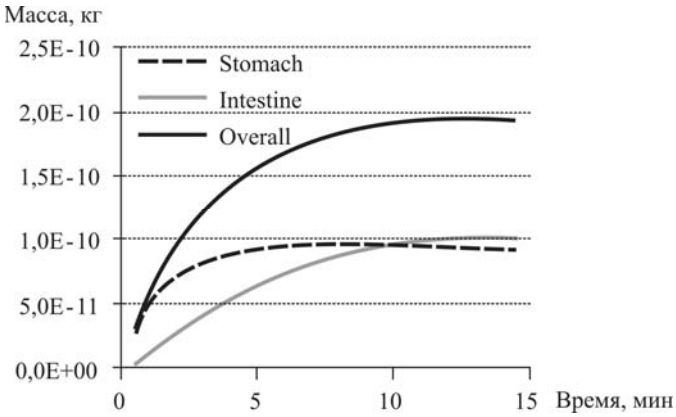


Рис. 2. Изменение массы компоненты растворенного свинца в желудке и кишечнике (сценарий 1)

Выводы. Таким образом, разрабатываемая модель позволяет описывать процесс многофазного течения в антродуоденальном отделе желудка как в норме, так и при патологических нарушениях. Следует заметить, что полную прогностическую силу с точки зрения развития нарушений в организме модель получит только при соответствующей степени развития подмоделей других систем. Для оценки различий в характеристиках поступления химических веществ пероральным путем целесообразно рассмотреть сценарии с пищей различного физико-химического состава.

Следует также заметить, что именно в антродуоденуме чаще всего образуются язвы. Одно из применений модели заключается в том, что можно предсказать области повышенного риска заболеваний. Эти области могут различаться в силу индивидуальных особенностей формы тракта. В дальнейшем интересно посмотреть влияние индивидуальных параметров формы на процесс эвакуации частиц пищи в кишечник. Полученные характеристики эвакуации могут быть использованы для решения задачи оптимальной доставки лекарственных препаратов до кишечника.

Список литературы

1. Камалтдинов М.Р. Моделирование риска нарушений функций пищеварительного тракта при воздействии химических факторов среды обитания // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 82–88.

2. Математическая модель эволюции функциональных нарушений в организме человека с учетом внешнесредовых факторов / П.В. Трусов, Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов [и др.] // Математическая биология и биоинформатика. – 2012. – № 2. – С. 589–610.

3. Трусов П.В., Зайцева Н.В., Камалтдинов М.Р. Течение в антродуоденальной области пищеварительного тракта: математическая модель и некоторые результаты // Математическая биология и биоинформатика. – 2015. – № 1. – С. 34–53.

4. 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.

5. A mathematical model of the immune and neuroendocrine systems mutual regulation under the technogenic chemical factors impact / N.V. Zaitseva, D.A. Kiryanov, D.V. Lanin, V.M. Chigvintsev // Computational and Mathematical Methods in Medicine. – 2014.– P. 12. doi: 10.1155/2014/492489.

6. Allen A., Garner A. Mucus and bicarbonate secretion in the stomach and their possible role in mucosal protection // Gut. – Vol. 21. – P. 249–262.

7. Assessment of intake from the diet / R. Kroes, D. Muller, J. Lambe, M. Lowik, J. van Klaveren, J. Kleiner, R. Massey, S. Mayer, I. Urieta, P. Verger, A. Visconti // Food Chemistry and Toxicology. – 2002. – Vol. 40. – P. 327–385.

8. Cigarette Smoking Impairs Pancreatic Duct Cell Bicarbonate Secretion / V. Kadiyala, L.S. Lee, P.A. Banks, S. Suleiman, J.A. Paulo, W. Wang, Jessica J. Rosenblum, N.I. Sainani, K. Mortele, D.L. Conwell // JOP. – 2013. – Vol. 14 (1). – P. 31–38.

9. Dietary Fat Intake and Risk of Coronary Heart Disease in Women: 20 Years of Follow-up of the Nurses' Health Study / K. Oh, F.B. Hu, J.E. Manson, M.J. Stampfer, W.C. Willett // Am. J. Epidemiol. – 2005. – Vol. 161 (7). – P. 672–679.

10. DiMagno E.P., Malagelada J.R., Go V.L. The relationships between pancreatic ductal obstruction and pancreatic secretion in man // Mayo. Clinic. Proceedings. – 1979. – Vol. 54 (3). – P. 157–162.

11. Effect of age, Helicobacter pylori infection, and gastritis with atrophy on serum gastrin and gastric acid secretion in healthy men / P.H. Katelaris, F. Seow, B.P. Lin, J. Napoli, M.C. Ngu, D.B. Jones // Gut. – 1993. –Vol. 34. – P. 1032–1037.

12. Effect of age and Helicobacter pylori infection on gastric acid secretion / K. Haruma, T. Kamada, H. Kawaguchi, S. Okamoto, M. Yoshihara, K. Sumii, M. Inoue, S. Kishimoto, G. Kajiyama, A. Miyoshi // Journal of Gastroenterology and Hepatology. – 2000. – Vol. 15. – P. 277–283.

13. Eradication of Helicobacter pylori increases gastric acidity in patients with atrophic gastritis of the corpus–evaluation of 24-h pH monitoring / K. Haruma, M. Mihara, E. Okamoto, H. Kusunoki, M. Hananoki, S. Tanaka, M. Yoshihara, K. Sumii, G. Kajiyama // Alimentary Pharmacology & Therapeutics. – 1999. – Vol. 13. – P. 155–162.

14. Exocrine pancreatic secretion in the elderly / B. Vellas, D. Balas, J. Moreau, M. Bouisson, F. Senegas-Balas, M. Guidet, A. Ribet // International Journal of Pancreatology. – 1988. – Vol. 3. – P. 497–502.

15. Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: the first National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study / L.A. Bazzano, J. He, L.G. Ogden, C.M. Loria, S. Vupputuri, L. Myers, P.K. Whelton // Am. J. Clin. Nutr. July. – 2002. – Vol. 76. – P. 93–99.

16. Gastric flow and mixing studied using computer simulation / A. Pal, K. Indireshkumar, W. Schwizer, B. Abrahamsson, M. Fried, J.G. Brasseur // Proc. R. Soc. Lond. B. – 2004. – Vol. 271. – P. 2587–2594.

17. Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India / A. Singh, R.K. Sharma, A. Agrawal, F.M. Marshall // Food and Chemical Toxicology. – 2010. – Vol. 48. – P. 611–619.

18. Impaired proximal duodenal mucosal bicarbonate secretion in patients with duodenal ulcer / J.I. Isenberg, J.A. Selling, D.L. Hogan, M.A. Koss // N. Engl. J. Med. – 1987. – Vol. 316. – P. 374–379.

19. Irregular breakfast eating and health status among adolescents in Taiwan / R.-J. Yang, E.K. Wang, Y.-S. Hsieh, M.-Y. Chen // BMC Public Health. – 2006. – Vol. 6. – P. 295.

20. Leggett R.W. An age-specific kinetic model of lead metabolism in humans // Environ Health Perspect. – 1993. – Vol. 101 (7). – P. 598–616.

21. Penry D.L., Jumars P.A. Modeling animal guts as chemical reactor // Am. Nut. – 1987. – Vol. 129. – P. 69–96.

22. Population health risk due to dietary intake of heavy metals in the industrial area of Huludao city, China / N. Zheng, Q. Wang, X. Zhang, D. Zheng, Z. Zhang, S. Zhang // Science of The Total Environment. – 2007. – Vol. 387. – P. 96–104.

** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-01-00126 А*

Риски транспортной светотехники для здоровья персонала и пассажиров

В.А. Капцов[1], В.Н. Дейнего[2]

[1]ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены» Роспотребнадзора, г. Москва, Росия
[2]ООО «Новые энергетические технологии», г. Москва, Россия

Сегодняшняя экономика, обороноспособность, национальная и продовольственная безопасность страны в значительной мере обеспечиваются современным транспортным комплексом. Согласно Федеральному закону № 16-ФЗ от 9 февраля 2007 г. «О транспортной безопасности» инфраструктура включает используемые транспортные сети или пути сообщения (дороги, железнодорожные пути, воздушные коридоры, каналы, трубопроводы, мосты, тоннели, водные пути), а также транспортные узлы или терминалы, где производится перегрузка груза или пересадка пассажиров с одного вида транспорта на другой (например, аэропорты, железнодорожные станции, автобусные остановки и порты). Пассажирские транспортные средства обычно представлены судами, лифтами, автомобилями, автобусами, трамваями, троллейбусами, поездами, метрополитеном и самолётами.

Эта сложная система нуждается в оптимальном управлении под которым понимается контроль сигналов светофоров, стрелок на железнодорожных путях, управление полётами, а также финансированием. Управление транспортной системой – совокупность мероприятий, направленных на эффективное функционирование посредством координации, организации, упорядочения элементов системы, как между собой, так и с внешней средой.

Настоящее сообщение посвящено общей проблеме практически всех транспортных средств – как добиться, чтобы современные инновационные источники света при их широком использовании не оказывали негативного влияния на пассажиров и персонал транспортных предприятий.

Транспортная светотехника включает себя систему освещения железнодорожных локомотивов и вагонов, а также салонов для пассажиров всех видов транспорта, а также фары, сигнальные приборы и светофоры.

Важное место в транспортной системе занимает диспетчерская служба, сотрудники которой круглосуточно (посменно) управляют потоками подвижных объектов.

Среди городского транспорта одно из первых мест занимает метрополитен. Идеология светотехники метрополитенов была заложена еще в далекие тридцатые годы прошлого века архитектором первой станции метро С.М. Кравецом. Но проходит время, и на смену профессиональным метростроевцам пришли люди с опытом работы на железной дороге. При этом изменилась и концепция освещения метрополитена.

Сегодня невозможно себе представить автомобильный транспорт без светодиодов. Если раньше они устанавливались лишь в сигналы торможения и задние фонари, то сейчас используются практически везде, начиная с указателей поворота, освещения приборной панели, подсветки радио, внутреннего освещения автомобиля и до передних фар. С ежегодным средним темпом роста приблизительно в 16,2 % автомобильный рынок светодиодов вырос с 542 млн долларов в 2008 г. до 1,2 млрд в 2013 г.

Рынок светодиодов внутреннего освещения салонов автомобилей небольшой, но существенным образом влияет на здоровье водителей и пассажиров.

Об этом влиянии хорошо известно, но в салонах автотранспорта, особенно в современных маршрутках, оно усиливается из-за небольшого расстояния до светильников и их спектра. В частности, для внутренней подсветки применяются синие светодиоды. Это обусловлено тем, что водители маршруток и руководители транспортных предприятий не знают про опасность синего цвета для глаз, а санитарные врачи при сертификации транспортных средств не обращают внимание руководителей этих предприятий на синий свет внутри салона маршруток.

Белые светодиоды (СД) и синие (СД) имеют выраженную полосу излучения в сине-голубой полосе 440–470 нм, полностью приходящуюся на спектр действия фотохимического повреждения сетчатки глаза и ее пигментного эпителия. Фотохимическое повреждение сетчатки развивается в отдаленные сроки и может вызвать постепенные необратимые нарушения зрения. Использование светильников с СД может иметь непредсказуемые негативные и необратимые последствия для зрения и требует серьезного профессионального офтальмо-физиологического обоснования.

Для ускоренной оценки влияния синего света на глаза человека в отделе фотохимии и фотобиологии ФГБУН «Институт биохимической физики им. Н.М. Эммануэля» РАН были проведены исследования влияния синего света на глаза японских перепелок *Coturnix japonica*, являющихся биологическим аналогом человеческого глаза и имеющих желтое пятно для защиты сетчатки.

Было показано, что умеренное повседневное синее светодиодное освещение молодых животных оказывает 1,5-кратную перегрузку клеточного метаболизма сетчатки, приводящую к ее ускоренному старению и к понижению функциональной активности структур гематоретинального барьера.

Длительное пребывание человека в световой среде светодиодного освещения также повышает риски, связанные с распознаванием цвета предметов вообще и цвета сигналов в частности. Специалисты лаборатории профессионального отбора, психофизиологии и реабилитации ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора провели исследования по влиянию светодиодного света и света от штатных ламповых светильников на психофизиологическое состояние человека (машиниста подвижного состава РЖД).

В ходе проведённых исследований были выявлены случаи, когда испытуемые в условиях светодиодного освещения путали цвета сигналов, что в условиях реальной поездки может привести к аварийной ситуации.

Итак, избыточная доза синего света в светодиодных осветительных системах транспортных систем увеличивает риски его негативного воздействия на глаза пассажиров и особенно детей.

Выводы:

1. Систематическое воздействие синим светом на глаза человека (и особенно ребенка) может иметь негативные последствия в ближайшем и отдаленном будущем.

2. В транспортных системах в целях исключения рисков поражения глаз целесообразно исключить применение синего света для освещения.

3. Для обеспечения безопасности в транспортных системах, профилактики визуальных и невизуальных негативных эффектов необходимо применять сертифицированные источники с биологически адекватным спектром света.

О методических аспектах одорометрических исследований в системе мониторинга загрязнения атмосферного воздуха

А.В.Киселев[1], Е.Н.Панкина[1], Е.В. Зибарев[2], В.Н. Федоров[2], С.М. Никонова[2], О.В. Слюсарева[2]

[1]ГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», г. Санкт-Петербург, Россия
[2]ФБУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья», г. Санкт-Петербург, Россия

Основанием для суждения об опасности загрязнения окружающей среды довольно часто служат многочисленные жалобы населения, проживающего в условиях загрязненной окружающей среды, на неприятные запахи, головные боли, общее плохое самочувствие и другие дискомфортные состояния. Таким образом, проблема оценки загрязнения атмосферного воздуха по одорометрическим эффектам касается целого ряда аспектов, начиная от анализа жалоб населения до разработки регламентов предельного содержания вредных веществ в объектах среды обитания человека. Актуальность данной проблемы очевидно подчеркивает тот факт, что две трети утвержденных ПДК$_{мр}$ имеют значения, обоснованные рефлекторным эффек-

том воздействия, а основу жалоб населения на загрязнение воздуха составляют неприятные запахи.

В международной практике надзора за качеством атмосферного воздуха также большое внимание уделяется анализу запаха. Здесь достаточно упомянуть европейский стандарт EN 13725: 2003 «Качество воздуха. Определение содержания запаха методом динамической одорометрии» [3]. В нашей стране расчет показателей, характеризующих вероятность обнаружения запаха, связанного с загрязнением объектов окружающей среды, на методическом уровне впервые был введен методическими рекомендациями «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения», утвержденными главным государственным санитарным врачом России Г.Г. Онищенко № 2510/5716-97-32 30 июля 1997 г. [2]. Кроме того, следует также упомянуть ГОСТ 32673-2014 «Правила установления нормативов и контроля выбросов дурнопахнущих веществ в атмосферу» (EN 13725: 2003, NEQ) [1].

Однако доказательные аспекты разработки методической основы мероприятий по устранению ситуаций, связанных с появлением в результате промышленной деятельности в воздухе неприятных запахов, часто страдают целым рядом недостатков, обусловленных тем, что они строятся на результатах лабораторных исследований воздушной среды, которые выполняются с большим лагом относительно времени регистрации жалобы, и вследствие этого отбор проб по времени часто не совпадает с появлением в воздухе вредных веществ в концентрациях, способных вызвать неблагоприятные для здоровья эффекты. Мы считаем, что существенную роль в решении данной проблемы может сыграть применение расчетных методов оценки загрязнения приземного слоя атмосферы, основанных на достоверной верифицированной базе данных, содержащей информацию об источниках выброса вредных веществ в атмосферный воздух, с последующим применением методик расчета, имеющих авторитетный уровень практической апробации и утвержденных в установленном порядке.

Описанный подход был апробирован нами при оценке динамики жалоб населения Ленинградской области на загрязнение атмосферного воздуха, приводящего к появлению неприятных запахов, вероятно связанных с деятельностью промышленных предприятий.

В данной работе изучалась динамика и структура жалоб населения г. Гатчина (микрорайон Аэродром, дер. Малые Колпаны, Химози, Парицы) в период с апреля по сентябрь 2015 г. посредством анкетирования соответствующего взрослого населения с применением специально разработанного для этих целей опросника (анкеты). Опросник включал в себя 34 вопроса на предмет наличия факта жалобы на запах, частоты жалоб в течении дня, недели, месяца, характера запаха (субъективная оценка схожести с известными для населения запахами), а также субъективная оценка изменений состояния здоровья при воздействии запаха. В анкетировании приняли участие около 1000 человек из числа населения вышеперечисленных районов г. Гатчины.

Помимо анкетирования населения производился неоднократно отбор проб атмосферного воздуха в изучаемых районах г. Гатчины с последующим лабораторным анализом на предмет концентрации наиболее вероятных дурнопахнущих веществ – меркаптаны, диоксид серы и сероводород.

Анализ результатов анкетирования населения показал, что более половины опрошенных регулярно (несколько раз в неделю) предъявляют жалобы на неприятный запах различной степени выраженности. Более 40 % опрошенных лиц описывали данный запах как напоминающий «газ из плиты», «природный газ», «газ из баллона» и прочее. Прочие сравнения были представлены широким перечнем, среди которых не представлялось возможным выделить преобладающий вариант ответа.

В связи с этим нами было выдвинуто предположение, что основная часть жалоб (свыше 40 %) была вызвана присутствие в воздухе жилой зоны меркаптанов.

В то же время проведенные исследования атмосферного воздуха не обнаружили наличия меркаптанов, равно как и ряда других дурнопахнущих веществ в концентрациях, близких к обонятельному порогу данных запахов у человека.

Анализ складывающейся ситуации позволил нам предположить, что наиболее вероятными причинами несоответствия результатов лабораторных исследований и жалоб населения является несовпадение времени и места отбора проб воздуха периоду и зоне формирования максимальных концентраций на исследуемой территории. По этой причине мы провели серию расчетов полей загрязнения вышеуказанных веществ методом моделирования переноса загрязнения от источника выброса в приземный слой атмосферы при реальных метеоусловиях, характерных для периодов, когда фиксировались жалобы населения на неприятные запахи, а также в те дни, когда жалоб не было.

Проводимая нами работа позволила сделать вывод, что применение одорометрических исследований на основе анализа жалоб населения на неприятные запахи, расчетных и лабораторных методов оценки загрязнения воздуха жилых районов с последующей оценкой риска немедленных эффектов в практике Роспотребнадзора наряду с другими санитарно-эпидемиологическими технологиями способно создать дополнительные условия для формирования адекватной доказательной базы для проведения надзорных мероприятий.

Список литературы

1. ГОСТ 32673-2014. Правила установления нормативов и контроля выбросов дурнопахнущих веществ в атмосферу (EN 13725: 2003, NEQ) [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/1200111603 (дата обращения: 18.03.2016).

2. Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения: методические рекомендации / утв. главным государственным санитарным врачом России Г.Г. Онищенко № 2510/5716-97-32 30 июля 1997 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/1200060013 (дата обращения: 18.03.2016).

3. EN 13725: 2003. Качество воздуха. Определение содержания запаха методом динамической одорометрии. – М., 2003. – 77 с.

Вопросы информатизации органов и организаций Роспотребнадзора

А.С. Крига, Е.Л. Овчинникова

Управление Федеральной службы по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
по Омской области, г. Омск, Россия

Несмотря на то что в предыдущие годы был проведен большой объем работы по информационно-коммуникационному обеспечению органов и организаций Роспотребнадзора, стремительное развитие информационных технологий и их востребованность обществом требует актуализации концепции информатизации Роспотребнадзора, корректировки задач, принципов и механизма их реализации.

В настоящее время органы и организации Роспотребнадзора работают как с государственными информационными системами федерального уровня, так и с региональными собственными информационными системами, разработанными для обеспечения внутреннего документооборота и решения информационно-аналитических задач.

На сегодняшний день сложилась определенная архитектура информационного обеспечения. Все информационные системы можно объединить (классифицировать) по целевому и функциональному назначению в несколько блоков:

1. Информационные системы, связанные с формированием баз данных по контрольно-надзорной деятельности (персонифицированные данные) за объектами и продукцией.

2. Информационные системы, связанные с результатами оказания государственных услуг (персонифицированные данные – реестры).

3. Сведения о санитарно-эпидемиологической обстановке (в том числе персонифицированные данные).

4. Информационные системы, направленные на открытость деятельности органов и организаций.

5. Кадры.

6. Финансово-экономическая деятельность.

7. Отчетность (система сбора отчетов).

8. Электронный документооборот.

Одно из основных направлений информатизации – повышение эффективности деятельности при реализации государственных функций и государственных услуг за счет создания и развития информационных систем.

Основные системные проблемы в данном направлении и пути их решения:

1. Необходимо обеспечить информационно-технологическое взаимодействие всех информационных систем. Должно работать правило: в информационные системы любая запись вносится вручную один раз, и далее, если эта запись требуется в других системах, она должна в эти системы автоматически транспортироваться. Это формулируется как принцип интеграции – основной принцип информатизации.

Например, все органы и организации ведут свои региональные системы по контрольно-надзорной деятельности, по лабораторному обеспечению, по администрат-

ративным мерам. Федеральная информационная система «Единый реестр проверок» требует внесения этих записей вручную и не предусматривает возможность импорта данных из внутренних региональных систем в федеральную. Также есть необходимость в автоматизации процесса переноса сведений о положительных пробах продукции из локальных информационных систем в закрытую часть ГИС-ЗПП (online-отчетность и аналитика).

Большое количество дублирующих операций по ручному вводу данных отмечается в информационных системах по финансово-экономической деятельности. Связано это, как мы считаем, с разными ведомствами-держателями информационных систем.

В качестве положительного примера решения этой проблемы можно привести сбор информации по реестрам субъектов и объектов надзора в целях классификации по потенциальному риску. В программном продукте по категорированию субъектов и объектов надзора (разработана ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь) предусмотрена возможность импорта данных из региональных реестров в федеральную программу.

2. Еще одна проблема в этом направлении – взаимодействие информационных систем на региональном уровне между различными ведомствами при реализации государственных функций. Такая проблема решена при реализации государственных услуг путем реализации СМЭВ (системы межведомственного электронного взаимодействия) и она достаточно хорошо работает и оправдала себя. Не менее актуальна и востребована была бы аналогичная система межведомственного электронного взаимодействия при реализации государственных функций (контрольно-надзорная деятельность, формирование реестров субъектов и объектов надзора, социально-гигиенический мониторинг и т.д.), то есть тех функций, где требуются сведения из информационных систем других ведомств.

На заседании правительственной комиссии по использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности, которая состоялась 5 апреля 2016 г., были представлены планы Минкомсвязи по созданию единой информационно-коммуникационной структуре для органов власти на основе отечественных облачных технологий. Такие перспективные проекты значительно упростят работу по сбору достоверной информации при реализации государственных функций и повысят оперативность и эффективность системы управления.

В настоящее время на уровне региона мы работаем с ведомствами по взаимному использованию информационных баз данных разными способами: это может быть способ предоставления доступа к информационной системе ведомства через логин–пароль, предоставление части ведомственных баз данных и их последующая синхронизация с информационными системами Управления и Центра гигиены и эпидемиологии.

Таким образом, в связи с указанными выше проблемами предлагается внести дополнение в проект концепции информатизации – обеспечение информационно-технологического взаимодействия между федеральными информационными системами и региональными системами, а также между информационными системами различных ведомств на региональном уровне. По сути это реализация важного принципа информатизации – принципа интеграции. Порядок реализации – разработка алгоритма обмена данными между информационными системами или предоставление доступа к информационным системам.

3. На сегодняшний день функционирует несколько федеральных программ и порталов online-отчетности по сбору разных видов отчетов (персонифицированных и обобщенных) (программа АС «Статистика Роспотребнадзор», WEB – Роспотребнадзор, система отчетности – report gsen и т.д.).

В качестве предложения по оптимизации информатизации предлагается создать единую информационную платформу (ресурс) органов и организаций Роспотребнадзора, например, на базе портала отчетности – WEB – Роспотребнадзор или на базе развивающегося в настоящее время портала ГИС-ЗПП.

Создание общей информационной платформы позволит создать единую структурированную архитектуру информационного пространства, решить вопросы взаимодействия между различными информационными системами.

Для примера приведем некоторый опыт в этом направлении – региональный программный продукт «Служебный портал». Это совместная работа Управления Роспотребнадзора по Омской области и Центра гигиены и эпидемиологии в Омской области по формированию отчетов и другой информационно-аналитической деятельности, в том числе контроля исполнения государственного задания. Помимо функции по формированию отчетов, возможно его использование для размещения служебных (закрытых) новостей и документов, формирования площадки для обсуждения проектов документов, реализации тематических форумов. В рамках портала существует возможность бесплатного общения между специалистами различных организаций (экономия на телефонных звонках).

Актуальное направление информатизации – повышение уровня открытости органов и организаций Роспотребнадзора.

Помимо развития официальных сайтов органов и организаций Роспотребнадзора необходимо использовать другие площадки для продвижения информации, формируемой Роспотребнадзором.

В соответствии с концепцией открытости федеральных органов исполнительной власти необходимо совершенствовать формы, методы и способы работы со средствами массовой информации, социальными сетями и форумами в сети Интернет, а также внедрять электронные сервисы для проведения публичных online-консультаций с гражданами и организациями, осуществлять online-информирование, одновременно упрощая способы взаимодействия с гражданским обществом.

Считаем возможным и обоснованным формирование представительства Роспотребнадзора в социальных сетях, например, создание группы в сети «ВКонтакте». Положительный пример представительства в социальных сетях имеет Управление Роспотребнадзора по Республике Татарстан.

Для представительства в социальных сетях должна быть другая концепция представления информации (в отличие от официального сайта): краткие новости (новостная лента), высокая оперативность обновления информации, наличие модератора, работающего с группой. Репостирование новостей Роспотребнадзора в социальных сетях значительно повысить посещаемость официальных сайтов Роспотребнадзора, особенно среди молодежной аудитории.

Один из способов повышения уровня открытости и установления обратной связи с предпринимательским сообществом – разработка «Личного кабинета предпринимателя» (на официальных сайтах или справочных информационных системах). Цель такого сервиса – получение максимально полной информации по вопросам обеспечения санитарно-эпидемиологического надзора и соблюдения прав

потребителей применительно к конкретно заданному хозяйствующему субъекту. Среди функций сервиса могут быть: получение информации предпринимателем по своему предприятию (организации) о плане проверок, результатах проверки (наличии штрафов), о классе опасности, к которому отнесено его предприятие, и объеме контрольно-надзорных мероприятий в связи с данным классом, наконец, о перечне обязательных требований применительно к конкретному юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю с определенным видом деятельности.

В «личном кабинете» можно предусмотреть работу различных сервисов, направленных на взаимодействие с предпринимателями – online-консультации, проведение опросов на актуальные темы. Важной особенностью online-консультирования является отсутствие смены среды общения, т.е. общение продолжается в интернете, а не переносится в телефонную среду. В этом случае также требуется постоянный модератор, это может быть сотрудник общественной приемной. В Омской области есть опыт online-консультирования предпринимателей. Это региональный проект, функционирует в качестве сайта для предпринимателей – «Барьерам – нет», на котором посетители могут задать вопросы любому контрольно-надзорному органу и получить консультацию (в течение максимум двух часов).

Вопросы совершенствования информационного обеспечения деятельности Роспотребнадзора, его органов и организаций были рассмотрены на заседании Совета главных государственных санитарных врачей 10 марта 2016 г., под председательством руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека А.Ю. Поповой. Дано поручение об образовании рабочей группы по совершенствованию информационного обеспечения, разработке электронного сервиса «Личный кабинет предпринимателя» в целях дальнейшего повышения открытости службы.

К вопросу об оценке адаптационного потенциала организма подростков различных регионов

Е.Н. Крючкова, Л.М. Сааркоппель, И.В. Яцына

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Москва, Россия

Сохранение и укрепление здоровья подростков является одной из актуальных проблем здравоохранения, так как они составляют фундаментальную основу трудового потенциала страны и ее национальной безопасности [1, 2]. Известно, что формирование здоровья детей и подростков во многом зависит от качества среды обитания, условий образования и воспитания, материальной обеспеченности быта и многих других факторов. Несоответствие нагрузки факторов среды обитания функциональным возможностям организма ребенка приводит к различным отклонениям в состоянии здоровья и развития детей [3, 5].

В связи с вышеизложенным **целью настоящего исследования** было изучение влияния условий среды обитания на показатели обменных процессов и состояние иммунитета подростков различных климато-географических регионов.

Для достижения поставленной цели было проведено обследование 140 детей старшего (14–16 лет) школьного возраста, проживающих в Ямало-Ненецком автономном округе и средней полосе (Московская область).

Пищевая и биологическая полноценность рационов оценивалась по основным показателям, регламентируемым «Нормами физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения РФ» (МР 2.3.1.2432-08).

Биохимические и иммунологические исследования проводились с использованием тест-систем отечественных и зарубежных фирм на автоматических биохимическом анализаторе «Метролаб 2300» и иммуноферментном анализаторе «ChemWell».

Статистическая обработка результатов выполнена с помощью прикладных программ «Statistica 6». Для всех имеющихся выборок проверялась гипотеза нормальности распределения по критерию Шапиро–Уилкса.

Питание в детском и подростковом возрасте способствует профилактике заболеваний, повышению работоспособности, физическому и умственному развитию, создает условия для адаптации подрастающего поколения к окружающей среде и оказывает существенное влияние на формирование и состояние здоровья человека на протяжении всей последующей жизни [5, 6].

Анализ количественного и качественного состава рационов питания школьников свидетельствует об их углеводной направленности и низком содержании продуктов высокой биологической полноценности. При избытке белков в обеих группах у старшеклассников средней полосы он больше на 15 %. Жиров и углеводов больше в «северной» группе на 12 %. Наблюдается низкая обеспеченность рационов питания белками животного происхождения. У учащихся «северной» зоны дефицит составил в среднем 20 % от физиологической нормы, в группе «средней полосы» – 13 %. Общая калорийность рационов превысила норму у всех подростков в среднем на 16 %.

Как показали проведенные исследования, рационы питания школьников дефицитны по витамину С. В «северной» группе на 20 % от физиологической нормы, в группе «средней полосы» – на 17 %. Выявлен также недостаток витамина А (89 % от нормы) и установлена пониженная обеспеченность кальцием и йодом в «северной» группе (75 и 70 % соответственно от физиологической нормы). У подростков средней полосы наблюдался только недостаток йода (14 %) от нормы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что школьники Заполярья и средней полосы не получают необходимое для их развития количество белков животного происхождения, витаминов, минеральных веществ.

Эндокринная система организма человека одной из первых реагирует на изменения окружающей среды и играет важную роль в адаптации к неблагоприятным воздействиям. Изучение показателей тиреоидной функции у подростков показало, что средние значения содержания тироксина, трийодтиронина, тиреотропного гормона гипофиза находились в пределах референтного диапазона нормы. Тем не менее у 20 % старшеклассников Заполярья и у 6 % проживающих в средней полосе наблюдалось снижение концентрации свободного тироксина и повышение в 10 и 30 % случаев соответственно уровня ТТГ в крови.

Содержание кортизола в сыворотке крови учащихся Заполярья было повышено у 48 %, в средней полосе – у 27 %. Повышение секреции глюкокортикоидных гормонов, в частности кортизола, и угнетение секреции гормонов щитовидной железы наблюдаются при стрессовых реакциях организма и свидетельствуют об адаптивном напряжении эндокринной системы, более выраженном у школьников Севера.

Изучение минерального обмена у подростков показало, что содержание магния, кальция, меди, цинка в крови северян примерно в 25–40 % случаев было ниже возрастной нормы. У подростков средней полосы пониженные показатели этих микроэлементов встречались в 2,5 раза реже.

Содержание α-токоферола, ретинола, β-каротина в крови обследуемых детей соответствовало возрастной норме, за исключением аскорбиновой кислоты, уровни которой были достоверно снижены у 60 % школьников Севера. Жирорастворимые витамины (ретинол, α-токоферол, β-каротин) также были понижены в 20–25 % случаев. Причем, у 29 % подростков Севера отмечались полигиповитаминозные состояния. В группе подростков средней полосы также наблюдались пониженные содержания витаминов в крови: аскорбиновой кислоты – в 35 % случаев, ретинола и α-токоферола – в 14–17 %. Полигиповитаминозные состояния встречались в 2 раза реже. Таким образом, в группе северян в 1,5–2,0 раза чаще встречается дефицит изученных витаминов по сравнению с подростками средней полосы. Это объясняется недостатком некоторых из них в рационах питания (витамин А и С), а также интенсивным расходованием на поддержание антиоксидантного статуса.

Как известно, адаптивные возможности и особенности регуляции кислородного режима организма определяются соотношением активности процессов свободнорадикального окисления и показателей антиоксидантной защиты. У подростков Севера отмечалось достоверное повышение содержания продуктов ПОЛ, которое превышало значение нормы в 54 % случаев. Изменения показателей антиоксидантной защиты имели разнонаправленный характер: с одной стороны, в 56 % случаев повышалась активность каталазы, в 30 % случаев концентрация церулоплазмина, а с другой стороны, снижалось содержание α-токоферола, ретинола, аскорбиновой кислоты и в 45 % случаев уменьшалась окисляющая способность миелопероксидазы нейтрофилов.

Указанные изменения характеризуют специфику адаптивных реакций в условиях Севера, отражая напряженное функционирование кислородного режима организма с элементами истощения антиоксидантных систем ферментативного и неферментативного характера на фоне неадекватного питания. У школьников средней полосы отклонения от нормы изученных показателей были менее выражены, однако при незначительном повышении продуктов ПОЛ в 17 % случаев; были повышены: в 33 % случаев активность каталазы и в 28 % случаев окисляющая способность миелопероксидазы нейтрофилов.

Указанные изменения, с одной стороны, характеризуют специфику адаптивных реакций в условиях Севера, отражая активацию процессов свободнорадикального окисления, а с другой стороны, указывают на недостаточность антиоксидантных систем защиты, связанную в значительной мере с неадекватным характером питания детей-северян.

Проведенные исследования клеточного звена иммунитета характеризовались активацией Т-лимфоцитов у 25 % северян и 17 % подростков средней полосы,

Т-хелперов – у 10 и 5 % соответственно. Это позволяет предположить наличие антигенной стимуляции иммунной системы. Одновременно регистрировалось уменьшение содержания Т-супрессоров в крови школьников «северной» группы и средней полосы (25 и 10 %). Следует отметить, что В-лимфопения чаще встречалась у северян по сравнению со школьниками средней полосы (47 и 19 % соответственно). Исследования гуморального иммунитета подростков выявили повышенные уровни IgM в крови северян, отмечались повышенные уровни IgE в обеих группах.

Полученные результаты свидетельствовали о формировании дефектов иммунной защиты, нарушении иммунной регуляции, ведущем к состоянию адаптивного напряжения. Снижение резервных возможностей иммунной регуляции предопределяет торможение возрастного развития иммунной системы у детей с последующим формированием иммунодефицитных состояний у взрослой популяции.

Многолетние исследования, базирующиеся на сравнительном анализе популяций и групп в различных экологических и социально-гигиенических условиях, свидетельствуют о высокой информативности корреляции между физиологическими параметрами для оценки степени адаптированности популяции к экстремальным или просто изменившимся условиям [4].

Примененный в наших исследованиях метод корреляционной адаптометрии позволил оценить сопряженность ответа различных систем организма на воздействие факторов среды обитания и выявить региональные особенности процесса адаптации подростков различных регионов.

Анализ сопряженности иммунологических и биохимических показателей, отражающих изучаемые системы неспецифического ответа организма подростков различных климатических зон на воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды, выявил значительное число и разнообразие достоверных корреляционных связей (от r ±0,35 до 0,70) между ними, что указывает на хорошую адаптированность изучаемых групп школьников.

Сопряженность исследуемых показателей оценивалась с помощью веса корреляционного графа (G), рассчитываемого как сумма соответствующих коэффициентов парной корреляции без учета их направленности. В разработку брались данные, подчиняющиеся нормальному распределению.

$$G = \sum_{|r_{ij}| \geq \alpha} |r_{ij}|,$$

где r_{ij} – коэффициенты корреляции между i и j показателями, α – определяется уровнем достоверности ($0{,}35 \leq r_{ij} \leq -0{,}35$).

Суммация модулей (без учета направленности связи) достоверных значений r представлена на рисунке.

Наибольший вклад в слаженность работ исследуемых систем у подростков Заполярья вносят показатели гуморального иммунитета, гормонального и антиоксидантного статуса. У подростков средней полосы – показатели гуморального и антиоксидантного статуса. Вес корреляционного графа G у школьников Севера несколько выше (30,5), чем у подростков средней полосы (28,1), что характеризует мобилизацию функциональных резервов организма северян к воздействию экстремальных факторов внешней среды. Вместе с тем поддержание организма в таком состоянии требует достаточного пополнения энергетических резервов.

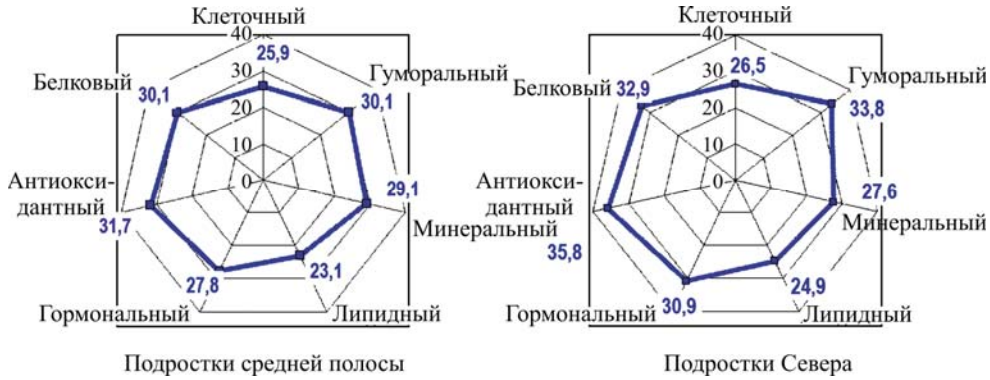


Рис. Оценка силы сопряженности между показателями различных систем у подростков

В то же время проведенные исследования показали несбалансированность структуры питания старшеклассников, характеризующуюся снижением уровня потребления полноценных продуктов. Пищевые рационы не содержат достаточного количества белков, жиров животного происхождения, ряда витаминов-антиоксидантов (аскорбиновой кислоты, ретинола, α-токоферола), микроэлементов (Ca, Mg, Zn, Cu, J). Дефицит необходимых элементов оказывает негативное влияние на защитные силы, систему иммунитета детского организма и является фактором риска нарушения здоровья. Это определяет необходимость реализации профилактических мероприятий по оптимизации питания школьников с учетом региона проживания.

Список литературы

1. Баранов А.А., Кучма В.Р., Скоблина Н.А. Физическое развитие детей и подростков на рубеже тысячелетий. – М.: НЦЗД РАМН, 2008. – 216 с.

2. Валиулина С.А., Винярская И.В. Состояние здоровья детей с позиции качества жизни // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – № 5. – С. 18–21.

3. Винярская И.В. Показатели качества жизни здоровых подростков, проживающих в разных регионах России // Общественное здоровье и здравоохранение. – 2007. – № 3. – С. 37–40.

4. Горбань А.Н., Смирнова Е.В., Чеусова Е.П. Динамика корреляций при адаптации и организация систем экологических факторов // Моделирование неравновесных систем: материалы I Всероссийского семинара. – Красноярск, 1998. – С. 51–52.

5. Дегтева Г.Н., Зубов Л.А. Актуальные вопросы социальной, физиологической и метаболической адаптации организма человека к условиям Севера // Экология человека. – 2004. – № 4. – С. 57–59.

6. Кучма В.Р. Физическое развитие, состояние здоровья и образ жизни детей Приполярья. – М.: Медицина, 2009. – 194 с.

7. Рахманин Ю.А. Комплексный подход к гигиенической оценке качества жизни учащихся // Гигиена и санитария. – 2010. – № 2. – 67–69.

Анализ риска здоровью детей в стратегии обеспечения санитарно–эпидемиологического благополучия обучающихся в образовательных организациях

В.Р. Кучма[1, 2]

[1]ФГБУ «Научный центр здоровья детей» Минздрава России, г. Москва, Россия
[2]ГБОУ ВПО «Первый московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России, г. Москва, Россия

Оценка риска лежит в основе деятельности практически всех международных организаций: программы ООН по окружающей среде (UNEP), Международной организации труда (ILO), Всемирной организации здравоохранения (WHO), Международной программы по химической безопасности (IPCS), Международной торговой организации (WTO) и др. [17]. Анализ риска здоровью – значимый компонент стратегии государственного социально-экономического развития [1]. По инициативе Роспотребнадзора в Российской Федерации в 2004 г. издано «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.101920-04). Его новая версия, подготовленная в 2010 г. ФГБУ НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина Минздрава России, не была вовремя утверждена и в настоящее время требует переработки в связи с усовершенствованными на международном уровне подходами и появлением новых научных данных об опасности химических веществ [17].

Системный подход в оценке состояния здоровья объединяет изучение факторов среды, организма и патогенных факторов, в том числе и физиологических аспектов адаптации, характеризующих защитные, компенсаторные и приспособительные возможности организма, особенно детей [2, 10, 24–26]. Поиск рациональных решений указанных проблем происходит в разных направлениях на территории отдельных городов, в том числе в организованных детских коллективах, целых регионов и страны в целом с применением методов математического и компьютерного моделирования возникновения и развития заболеваний [5, 17].

Цель работы заключалась в анализе методов и технологий оценки риска здоровью детей с позиций международных и отечественных подходов определения риска причинения вреда здоровью человека и формулировании основных подходов к анализу рисков здоровью детей в процессе их жизнедеятельности.

Материалы и методы. Материалом исследования послужили нормативно-правовые и аналитические документы в сфере анализа рисков здоровью населения и управления ими средствами профилактики [3, 6, 8, 18, 19]. Основным методом исследования явился экспертно-аналитический [10, 22].

Результаты и их обсуждение. Основными факторами риска здоровью детей в современных условиях являются: окружающая среда, микро- и макросоциальные условия жизни детей, образовательная деятельность, сочетание последней с трудо-

вой занятостью в свободное от учебы время, гиподинамия, нерациональное питание детей, ограниченные ресурсы в сфере обеспечения и контроля безопасности для детей условий обучения и воспитания.

Совершенствование деятельности Роспотребнадзора актуализирует внедрение риск-ориентированного надзора в практику деятельности по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения. В этой ситуации риск рассматривается в полном соответствии с международными подходами как сочетание вероятности нанесения вреда (ущерба) и тяжести этого вреда (ущерба), и оценивается для субъекта и объекта надзора [9, 15].

В рамках разработки риск-ориентированного санитарно-эпидемиологического надзора предложены методические подходы к классификации субъектов надзора по критериям потенциального риска причинения вреда здоровью [8]. Классификация субъектов надзора в свою очередь является основанием для определения периодичности плановых проверок. Класс субъекта надзора по риску причинения вреда здоровью устанавливается по наиболее опасному виду деятельности.

Для каждого вида деятельности идентифицированы факторы опасности, связанные с конкретным видом нарушений санитарного законодательства и конкретными статьями закона № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Для каждого вида опасности на основании анализа отечественных и международных релевантных источников информации и баз данных установлены виды нарушений здоровья (виды заболеваний и/или причин смерти). В целом по РФ частота нарушений отдельных статей санитарного законодательства (средняя величина и 95%-ный персентиль) устанавливается по результатам надзорных мероприятий всех субъектов Федерации за последние три года и определяет текущее состояние соблюдения санитарного законодательства на объектах надзора в стране [15].

Именно нарушение законодательства определяет вероятность нарушения здоровья населения, работающих, потребителей, находящихся под воздействием объекта надзора [9]. Это относится и к обучающимся, но обращает на себя внимание, что применительно к обучающимся может быть нарушена всего одна статья 28 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям отдыха и оздоровления детей, их воспитания и обучения», не в полном объёме определяющая и регулирующая реальное санитарно-эпидемиологическое благополучие детей и подростков в современных условиях. Необходим анализ показателей относительной частоты нарушений этой статьи санитарного законодательства в деятельности детских и подростковых учреждений, колеблющейся в диапазоне 2,905–5,148 [8].

Виды нарушений здоровья дифференцированы по тяжести в диапазоне от 0 до 1, где 0 – полное здоровье, 1 – смерть. Тяжесть нарушений здоровья по классам болезней устанавливается на основании тяжести отдельных нозологий и структуры каждого класса заболеваний в РФ за последние три года. Однако применительно к детям этого явно недостаточно, так как для них значимы различные морфофункциональные нарушения как в общем росте и развитии детей, так и отдельных органов и систем.

Для классификации субъектов надзора и отдельных видов их деятельности по степени потенциального риска причинения вреда здоровью, связанного с нарушением санитарного законодательства, используется шкала, предусматривающая деление уровней риска на шесть классов: 1) чрезвычайно высокая степень потенциальной опасности (I класс опасности); 2) высокая степень потенциальной опасности

(II класс опасности); 3) значительная степень потенциальной опасности (III класс опасности); 4) средняя степень потенциальной опасности (IV класс опасности); 5) умеренная степень потенциальной опасности (V класс опасности); 6) низкая степень потенциальной опасности (VI класс опасности) [9].

Предложенная методика обеспечивает формирование федерального классификатора объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека, что в свою очередь устанавливает периодичность плановых надзорных мероприятий. Так, для образовательных организаций, отнесённых к объектам III класса опасности (значительный риск), – не реже одного раза в 3 года, не чаще 1 раза в год, что практически фиксирует ситуацию, сложившуюся в последние годы. Такая периодичность надзорных мероприятий в образовательных организациях, особенно в форме документарного контроля, не может полагаться достаточной, поскольку в эти же годы государственная медицинская статистика продолжает фиксировать ухудшение состояния здоровья детей в процессе обучения. Это относится не только к периодичности надзорных мероприятий, но и к их объему, привлечению достаточных с позиций доказательной медицины лабораторно-инструментальных исследований [13, 16, 20, 21, 23].

В соответствии с новой парадигмой Минздрава России о единой профилактической среде [14] риски здоровью детей, рассчитанные только по частоте нарушений санитарного законодательства, не учитывают влияния всех факторов риска здоровью обучающихся и не в полном объеме нацеливают администрации образовательных организаций на планирование и проведение профилактических и оздоровительных мероприятий. Не всегда в образовательных организациях соблюдаются санитарные нормы и правила и возникает необходимость оценить последствия этих нарушений и выбрать тактику профилактики.

Аналогичная ситуация наблюдается и в медицине труда, в которой этим целям служит оценка и управление профессиональными рисками в медицине труда [4]. В 2011 г. в Трудовой кодекс РФ внесены определения терминов «Профессиональный риск» и «Управление профессиональными рисками». Профессиональный риск определен как «вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов», а управление профессиональными рисками – как «комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессионального риска». В теории рисков выделяют три этапа анализа риска: оценку риска, управление риском и информирование о рисках [7, 27–29]. Методология управления профессиональными риска (риск-менеджмент) в настоящее время реализована биоинформационными технологиями как экспертно-аналитическая система в виде справочника «Оценка профессионального риска» в Интернете для практического применения в целях профилактики [4].

Методология менеджмента риска здоровью детей может быть с успехом применена в отношении обучающихся в различных образовательных организациях. При этом риск здоровью интересует гигиенистов, педагогов, специалистов органов управления субъектов РФ в сфере здравоохранения и образования в отношении школьно-обусловленных заболеваний.

Школьно-обусловленные заболевания (ШЗ) – наиболее часто встречающиеся заболевания обучающихся, распространённость которых достоверно нарастает в процессе обучения и в этиопатогенезе которых велика роль факторов, присущих

условиям и режимам обучения детей в общеобразовательных учреждениях. В группу школьно-обусловленных заболеваний принято включать заболевания костно-мышечной системы, органов зрения, желудочно-кишечного тракта, нервной и сердечно-сосудистой систем [19].

Риск здоровью обучающихся – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия потенциально опасных и опасных факторов условий и режима обучения в процессе образовательной деятельности.

Управление рисками здоровью обучающихся – комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающий в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней риска здоровью обучающихся.

Критериями безвредности условий и режима обучения детей в общеобразовательных учреждениях является сохранение: а) жизни, б) здоровья, в) функциональных способностей организма обучающихся, г) предстоящей продолжительности жизни.

При оценке здоровья детей важно учитывать и компоненты психосоциального благополучия: удовлетворенность школой, семейными отношениями, взаимоотношения со сверстниками.

В процессе обучения и воспитания детей целесообразно каждого ребенка обеспечивать безопасными (оптимальными и допустимыми) условиями и режимом обучения.

Безопасные условия и режим обучения детей в общеобразовательных учреждениях – это условия, которые находятся под контролем администрации и учредителя образовательного учреждения, обеспечивают их оптимальный или допустимый уровень при отсутствии риска развития школьно-обусловленных заболеваний.

Оптимальные условия обучения и воспитания – условия, которые не только гарантируют безопасность детей в отношении ухудшения здоровья, но и обеспечивают гармоничное морфофункциональное развитие в соответствии с биологическим возрастом ребёнка.

Допустимые условия обучения и воспитания – условия, полностью соответствующие действующим санитарно-эпидемиологическим требованиям к образовательным учреждениям, гарантирующим сохранение здоровья обучающихся.

Потенциально-опасные условия обучения и воспитания – условия, способствующие развитию и кумуляции утомления учащихся, формированию морфофункциональных отклонений у детей и подростков.

Опасные условия обучения и воспитания – условия, способствующие развитию и прогрессированию заболеваний в период обучения.

Для построения современной системы управления рисками здоровью обучающихся необходимо решить две задачи:

– прогнозирование нарушений здоровья от действия школьно-обусловленных факторов риска (гигиенических задача);

– каузация, установление связи с обучением выявленных нарушений здоровья (клиническая задача).

Научной основой прогнозирования и каузации являются принципы доказательности в медицине, теории клинических решений и логико-математические методы.

Принципы прогнозирования вероятности нарушений здоровья обучающихся от воздействия условий и режима обучения в общеобразовательных учреждениях включают:

– адекватность (учёт этиопатогенетических особенностей формирования нарушений здоровья);

– доказательность (использование данных, отвечающих требованиям доказательности в медицине);

– социальную значимость (оценка нарушений здоровья должна осуществляться с учётом принципов этики и быть пригодной для медико-правовых целей).

С учётом структуры заболеваемости детей и подростков Российской Федерации, распространенности школьно-обусловленных заболеваний и состояний, связанных с условиями и режимом обучения, целесообразно использовать модели прогнозирования вероятности школьно-обусловленных заболеваний (ШЗ) от действия микроклимата, недостаточных уровней освещенности, интенсификации образовательного процесса, нерациональной организации рабочих мест обучающихся, нарушений режима и качества питания в образовательном учреждении, гиподинамии и др. При этом должны использоваться стандарты ИСО, модели отечественных и зарубежных авторов.

Наиболее сложной проблемой в гигиене детей и подростков является установление причинно-следственной связи заболеваний с условиями и режимом обучения детей и подростков – каузация (причинность). В большинстве случаев задачей врача является установление того, вероятно или нет (с правдоподобием больше 50 %), что болезнь обучающегося связана с условиями и режимом обучения. Триада каузации: экспозиция – исход – вероятность суждения о степени их взаимосвязи.

При проведении профилактических медицинских осмотров (ПМО) и анализе их данных оценка риска здоровью обучающихся и степени связи нарушений здоровья с условиями и режимом обучения выполняется по:

– медицинским стандартам диагностики;

– гигиенической оценке условий и режима обучения детей и подростков;

– математико-статистическим критериям оценки степени связи с условиями и режимом обучения.

Анализ данных ПМО осуществляется с позиций консенсусной и доказательной медицины по специальной программе.

Отправной точной каузации является установление диагноза с кодом и кода фактора из числа внешних причин по МКБ-10.

При наличии детальных гигиенических и клинических данных применяют этиогенезный анализ, при котором разные факторы условий и режима обучения поочередно сопоставляют с разными клиническими показателями до наибольшего правдоподобия ассоциаций.

Управление рисками осуществляется в том числе за счёт системы целевой профилактики школьно-обусловленных заболеваний.

При выборе мер профилактики необходимо руководствоваться следующими приоритетами:

– устранения факторов условий и режима обучения в общеобразовательном учреждении, способствующих развитию школьно-обусловленных заболеваний и состояний, связанных с условиями и режимом обучения;

– снижение уровня потенциально опасного и опасного фактора условий и режима обучения.

Меры профилактики включают: регулярное наблюдение за условиями и режимом обучения в общеобразовательных учреждениях; регулярное наблюдение за состоянием здоровья обучающихся (пропуски занятий по болезни, профилактические медицинские осмотры, группы диспансерного наблюдения, целевые ме-

дицинские осмотры и др.); систематическое информирование администрации образовательного учреждения, воспитанников и/или их законных представителей о существующем риске нарушений здоровья, необходимых мерах защиты и профилактики; пропаганду здорового образа жизни (борьба с поведенческими рисковыми формами поведения, занятия физической культурой и спортом) и другие меры оздоровления [12].

Однако практика использования методологии оценки риска и её отдельных технологий применительно к детскому населению ограничена, а данные по оценке эффективности их использования отсутствуют. Предлагаемая методика отнесения субъектов контроля к классам потенциального риска причинения вреда здоровью детей и подростков требует коррекции с учетом специфики субъектов контроля, а также имеющихся результатов научных исследований в педиатрии и гигиене детей и подростков.

Выводы. Научные основы и обоснование методологии риска причинения вреда здоровью позволяют использовать их как в практической деятельности (классификация хозяйствующих субъектов, риск-ориентированное планирование надзорных мероприятий Роспотребнадзора, управление риска в профессиональной, образовательной деятельности, информирование о рисках здоровью), так и при научных исследованиях.

В рамках Научной платформы Минздрава России по приоритетным направлениям медицинской науки «Профилактическая среда» целесообразно продолжить исследования по обоснованию, внедрению и оценке эффективности технологий снижения риска развития школьно-обусловленных состояний и заболеваний:

– определить уровни условий и режимов обучения и соответствующие им категории риска здоровью обучающихся;

– определить алгоритм распознавания болезней, связанных с условиями и режимом обучения, категории тяжести школьно-обусловленных заболеваний;

– формировать доказательную базу по оценке влияния средовых факторов и условий жизнедеятельности на растущий организм с использованием методологии оценки рисков, разработанных в профилактической медицине;

– оценить эффективность государственной контрольно-надзорной деятельности в снижении рисков здоровью детей и подростков;

– обосновать и утвердить на федеральном уровне группы патологий, которые могут быть использованы в качестве индикаторных показателей эффективности и результативности контрольно-надзорной деятельности, направленной в первую очередь на сохранение и укрепление здоровья детей и подростков;

– разработать научно обоснованный комплексный подход и технологии перехода от контроля уровня санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций к управлению здоровьем детей и подростков в образовательных организациях.

Список литературы

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

2. Баранов А.А. Состояние здоровья детей в Российской Федерации // Педиатрия. – 2012. – № 91 (3). – С. 9–14.

3. ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство [Электронный ресурс]. – М.: Стандартинформ, 2012. – 24 с. – URL: http: //www.novsu.ru/file/1156050 (дата обращения: 25.03.2016).

4. Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Степанян И.В. Управление профессиональными рисками: прогнозирование, каузация и биоинформационные технологии // Вестник РАМН. – 2012. – № 6. – С. 51–56.

5. Зайцева Н.В., Май И.В. Региональный опыт учета показателей для здоровья населения в задачах пространственного планирования // Ars administrandi (Искусство управления). – 2011. – № 2. – С. 30–39.

6. Защитим здоровье детей в изменяющейся среде: Пармская декларация по окружающей среде от 11 марта 2010 г. – Парма, Италия, 10–12 марта 2010 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.cawater-info.net/ecoindicators/pdf/parma_declar_2010_ru.pdf (дата обращения: 18.03.2016).

7. Измеров Н.Ф., Денисов Э.И. Оценка профессионального риска в медицине труда: принципы, методы и критерии // Вестник РАМН, 2004. – № 2. – С. 17–21.

8. Классификация хозяйствующих субъектов и видов деятельности по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: методические рекомендации / утв. Приказом руководителя Роспотребнадзора № 1008 от 30.09.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=1735 (дата обращения: 21.03.2016).

9. Концептуальные и методические аспекты повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности на основе оценки опасности объекта с позиций риска причинения вреда здоровью населения / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, А.С. Сбоев, Е.Е. Андреева // Здоровье населения и среда обитания, 2014. – № 12. – С. 4–7.

10. Кузнецов И.Н. Информация: сбор, защита, анализ: учебник по информационно-аналитической работе [Электронный ресурс]. – URL: http: //modern-lib.ru/books/kuznecov_igor_nikolaevich/informaciya_sbor_zaschita_analiz_uchebnik_po_informacionnoanaliticheskoy_rabote/r (дата обращения: 04.03.2016).

11. Кучма В.Р. Медицинское обеспечение детей в образовательных учреждениях – основа профилактики заболеваний и охраны здоровья детей и подростков в современных условиях // Российский педиатрический журнал. – 2012. – № 3. – С. 42–46.

12. Кучма В.Р. Современная модель деятельности медицинских организаций по профилактике заболеваний воспитанников и обучающихся, состояний, обусловленных жизнедеятельностью детей // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2014. – № 1. – С. 4–10.

13. Кучма В.В., Сафонкина С.Г., Молдованов В.В. Оценка связи между здоровьем детей, посещающих образовательные учреждения, и уровнем их санитарно-эпидемиологического благополучия // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2014 (195). – Вып. 28/1. – С. 73–76.

14. Московская декларация по профилактике и борьбе с неинфекционными заболеваниями. – М., 2011. – [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.minzdravsoc.ru/health/zozh/71 (дата обращения: 26.02.2016).

15. Научно-методические подходы к классификации хозяйствующих субъектов по риску причинения вреда здоровью граждан для задач планирования контроль-

но-надзорных мероприятий / А.Ю. Попова, Н.В.Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, А.С. Сбоев // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 4. – С. 4–13.

16. Новый методический подход к гигиенической оценке условий обучения и воспитания детей в образовательных организациях / В.Р. Кучма, М.И. Степанова, И.Э. Александрова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – № 4. – С. 110–115.

17. Онищенко Г.Г. Итоги и перспективы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Гигиена и санитария. – 2012. – № 4. – С. 4–12.

18. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/901902053 (дата обращения: 10.03.2016).

19. Руководство по диагностике и профилактике школьно обусловленных заболеваний, оздоровлению детей в образовательных учреждениях (ДиаПроф НИИГД) / под ред. чл-корр. РАМН, проф. В.Р. Кучмы и д.м.н. П.И. Храмцова. – М.: Изд-во Научного центра здоровья детей РАМН, 2012. – 181 с.

20. 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.

21. Сафонкина С.Г., Молдованов В.В. Оценка эффективности использования современных моделей производственного контроля и санитарно-эпидемиологического аудита образовательными организациями города Москвы // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 8. – С. 50–52.

22. Системный анализ и аналитические исследования: руководство для профессиональных аналитиков / А.И. Ракитов, Д.А. Бондяев, И.Б. Романов, С.В. Егоров, А.Ю. Щербаков. – М., 2009. – 448 с.

23. Системная гигиеническая диагностика санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся: руководство / под ред. В.Р. Кучмы – М.: ФГБНУ НЦЗД, 2014. – 304 с.

24. Сухарев А.Г. Формирование адаптационных возможностей организма детей // Вестник РАМН. – 2006ю. – № 8. – С. 15–18.

25. Сухарева Л.М., Намазова-Баранова Л.С., Рапопорт И.К. Заболеваемость московских школьников динамике обучения с 1-го по 9-й класс // Российский педиатрический журнал. – 2013. – № 4. – С. 48–53.

26. Управление рисками пациента на основе технологий удаленного мониторинга здоровья: состояние области и перспективы / Л.С. Намазова-Баранова, Р.Е. Суворов, И.В. Смирнов [и др.] // Вестник РАМН. – 2015. – № 1. – С. 82–89.

27. American industrial hygiene association white paper on tisk assessment and risk management // AIHA. – 1997. – [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.aiha.org/news-pubs/govtaffairs/Documents/whitepaper02_Risk.pdf (дата обращения: 28.03.2016).

28. Occupational heath: Risk assessment and management / Ed. by S.S. Sadhra and K.G. Rampal. – Boston; Oxford: Blackwell Science Ltd, 1999. – 492 p.

29. Risk assessment. Report of a Royal Society Study Group. – London: The Royal Society, 1983. – 187 p. (ISBN 0 85403 208 8).

Подходы к математическому моделированию воздействия химических факторов окружающей и производственной среды на состояние процессов иммунной и нейроэндокринной регуляции*

Д.В. Ланин[1,2], В.М. Чигвинцев[1,3]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия
[3]ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия

Сегодня в Российской Федерации более 3 млн человек трудятся в неблагоприятных условиях и более 50 млн проживают в городах с высоким уровнем загрязнения [4], что является одним из ключевых вызовов устойчивому развитию России. Значимый вклад в это загрязнение вносят химические факторы. Проведенные ранее исследования показали связь роста числа заболеваний нервной, эндокринной и иммунной систем, которые с современных позиций называют «триединой» регулирующей «метасистемой» [1, 7, 10], с влиянием неблагоприятных факторов окружающей среды [5, 8]. Однако чаще всего дизайн таких исследований включает в себя клинические наблюдения и клинико-лабораторные анализы или экспериментальные работы с последующей обработкой результатов стандартными статистическими методами. Несмотря на всю важность этого, безусловно, эффективного подхода, в последние годы все чаще исследователи обращаются к проблеме изучения воздействия факторов риска, в том числе и химического генеза, на различные органы и системы организма при помощи построения математических моделей [3, 6]. Это сокращает время и ресурсы, необходимые для решения поставленной задачи, и позволяет проводить анализ влияния факторов среды обитания как на индивидуальном, так и на популяционном уровнях. Примером моделей такого типа могут служить прогнозные математические модели, описывающие взаимосвязь между показателями здоровья человека и факторами среды обитания [2, 3, 6]. Однако подобный подход для адаптивных систем, прежде всего нейроэндокринной и иммунной, до настоящего времени используется достаточно редко.

Цель работы – построение математической модели действия химических факторов среды обитания на взаимосвязи иммунной и нейроэндокринной систем на примере вирусной инфекции.

На первом этапе исследования построена структурная схема функционирования иммунной и нейроэндокринной систем на примере вирусной инвазии (рис. 1). В качестве конкретного вирусного агента выбран вирус гриппа. Система состоит из набора взаимосвязанных элементов иммунной и нейроэндокринной

систем, задействованных в реакции организма на вирусную инвазию. При моделировании учитывается функциональное состояние включенных в рассмотрение органов. Ухудшение их состояния может быть связанно с естественным старением и негативным воздействием различных химических веществ, поступающих из среды обитания. Нарушение функционального состояния органов иммунной системы влияет на скорость производства различных клеток врожденного и приобретенного иммунитета. Нарушение функционального состояния элементов нейроэндокринной системы приводит к сбою регуляции и снижению эффективности иммунного ответа. Ряд предположений в модели является сильными упрощением знаний о физиологии иммунной системы. Популяции клеток и вирусов предполагаются равномерно распределенными по эпителиальному слою в любой момент времени. Предполагается также, что скорость изменения любой переменной модели определяется текущим значением всех переменных. На данный момент считается, что процессы происходят в 3 локальных объемах: головной мозг (гипофиз, гипоталамус), брюшная полость (надпочечники) и орган-мишень (эпителий дыхательных путей). Взаимодействие между данными локальными объемами имеет отсроченный во времени характер.

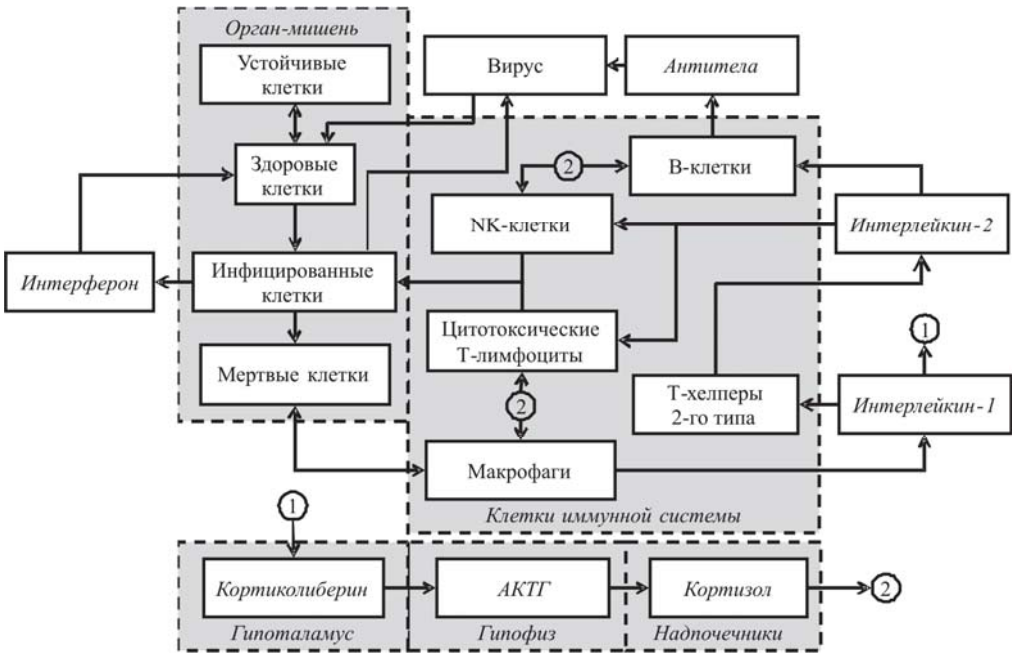


Рис. 1. Концептуальная структурная схема функционирования иммунной и нейроэндокринной систем в ответ на вирусную инвазию. Цифрами 1 и 2 обозначено воздействие интерлейкина-1 и кортизола

Опираясь на данную концептуальную схему для математического описания функционирования и взаимосвязей иммунной и нейроэндокринной систем, развивающихся в ответ на проникновение вирусов в организм, предложена система из 17 дифференциальных уравнений, отражающих различные этапы ответа организма.

Модель описывает различные параметры регуляторного процесса: изменение доли здоровых клеток при вирусной инвазии и иммунном ответе, изменение количества вирусных единиц при иммунном ответе, доли устойчивых к вирусу и инфицированных клеток, количества клеток иммунной системы, участвующих в иммунном ответе, и изменения концентраций различных цитокинов и гормонов. На каждом из этапов может происходить воздействие химических факторов. Сложность и нелинейность уравнений затрудняют получение аналитического решения и приводят к необходимости использования численных методов. Для численного решения системы была реализована разностная схема на основе метода Рунге – Кутты 4-го порядка с постоянным шагом.

Второй этап моделирования заключался в построении модели эволюции нарушений функций органов и систем организма под воздействием факторов среды обитания [2, 3]. В основе этой модели лежит концепция, предложенная в цикле работ [2, 3, 6], согласно которой с возрастом функциональная активность большинства органов, в том числе продуцирующих изучаемые регуляторные молекулы и клетки, ослабевает, причем химические факторы окружающей среды усиливают подобные эффекты [8]. Согласно этому предположению нарушение синтетической функции *j*-го органа характеризуется параметром поврежденности D_j. $D_j \in [0;1]$. Значению $D_j = 0$ соответствует нормальное (идеальное) функциональное состояние, а при $D_j = 1$ функция органа полностью нарушена.

Структура уравнений, описывающих эволюцию нарушений синтетической функции, представляется в следующем виде:

$$\frac{dD_j}{dt} = a_j D_j + \sum_{i=1}^{n} b_{ji} \left\langle \frac{p_i}{p_{ji}^N} - 1 \right\rangle, \tag{1}$$

где a_j – коэффициент, характеризующий скорость нарушения синтетической функции (поврежденность) *j*-го органа за счет естественных причин [1/год]; b_{ji} – коэффициент, характеризующий интенсивность воздействия *i*-го негативного фактора на поврежденность *j*-го органа [1/ год]; p_i – поступление *i*-го вещества в организм человека; p_{ji}^N – нормативное (предельно допустимое) значение поступления *i*-го вещества для *j*-го органа; $\langle x \rangle$ – скобки Мак–Кейли (McCauley): $\langle x \rangle = 0$ при $x < 0$ и $\langle x \rangle = x$ при $x \geq 0$.

Одно из возможных решений данного уравнения, где в качестве примера продуцирующего (синтетического) органа для модели был выбран костный мозг, так как одним из звеньев иммунных реакций в описанном примере являются производимые этим органом моноциты-макрофаги. Данное решение отражает возможность нарушения функции костного мозга, возникающей как в результате процессов естественного старения, так и комплекса воздействий химических факторов (рис. 2).

Для численной реализации представленной математической модели проведена процедура идентификации неизвестных параметров по данным литературы и собственным исследованиям. Идентифицированные параметры позволили произвести численный эксперимент, показывающий поведение полученной модели при различных сценарных условиях, под которыми понимаются различные степени

функционального нарушения продукции клеток или регуляторных молекул, ассоциированные с воздействием химических факторов.

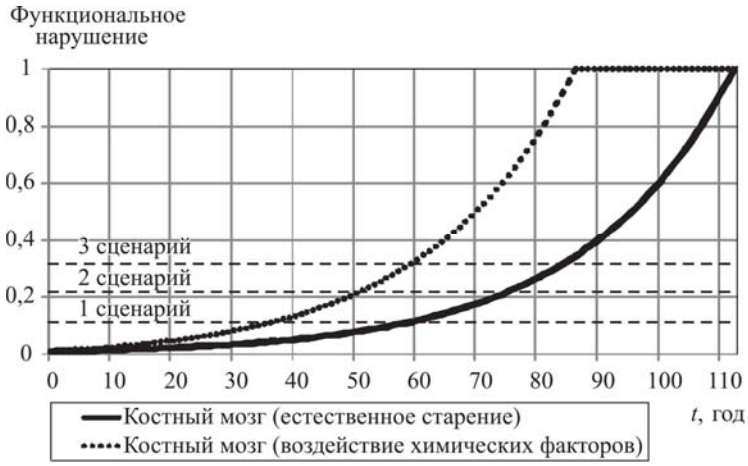


Рис. 2. График эволюции нарушения функции продукции костным мозгом моноцитов при естественном старении и под дополнительным воздействием техногенных химических факторов с указанием уровней сценариев

Для проверки адекватности модели были проведены расчеты для трех сценариев, отличающихся различной степенью функционального нарушения продукции клеток иммунной системы, ассоциированного с воздействием химических соединений. Каждый сценарий предполагает выведение системы из состояния равновесия, задавая «начальный уровень зараженности» вирусом гриппа. Это число вирусных единиц, полученное по данным [9], способно вызвать активацию резервов иммунной системы с показательным проявлением взаимодействия элементов нейроэндокринной и иммунной систем.

В первом сценарии моделировалась вирусная инвазия и успешная борьба организма с инфекцией. Упрощая процесс, можно сказать, что в нем участвуют только механизмы врожденного иммунитета. В ответ на внедрение вируса в организме запускаются иммунные механизмы и выделяется ряд цитокинов, активирующих NK-клетки (врожденный иммунитет), которые быстро подавляют инфицированные клетки, не позволяя высвободиться вирусам. Условно можно сказать, что в клинической практике это будет соответствовать либо отсутствию клинических проявлений, либо легкой форме заболевания, заканчивающейся выздоровлением.

Второй сценарий описывает активацию не только врожденного, но и приобретенного иммунитета. На начальных этапах борьба с вирусом осуществляется силами врожденного иммунитета. Однако эти механизмы оказываются недостаточными, и происходит дальнейшее размножение вирусов. С подключением механизмов приобретенного иммунитета происходит быстрое уменьшение количества вирусов. Данный сценарий может наблюдаться при снижении продуцирующей функции костного мозга, при значительной вирусной нагрузке или при отсутствии

иммунной памяти к данному типу вирусов. В клинической практике примером данного вида сценария может служить среднетяжелая форма заболевания.

В третьем сценарии отображена вирусная инвазия на фоне значительного снижения продуцирующей функции костного мозга в результате негативного воздействия среды обитания, например, вредных химических факторов. Вследствие этого в организме изначально содержится пониженное количество макрофагов, NK-клеток, B-клеток и цитотоксических T-лимфоцитов. В результате происходит непрерывное увеличение количества вирусов в организме. В клинике это может соответствовать тяжелой форме болезни или летальному исходу.

В результате обнаружено, что в сценариях, учитывающих воздействие химических факторов на регуляторные системы, уровень нарушений, характеризующих более тяжелые клинические состояния, наступает в более ранние сроки, чем при «естественном, интактном», вне химической контаминации состоянии. Отметим, что хотя данный подход пока неполно описывает сложный многокомпонентный процесс взаимодействий регуляторных систем при вирусном заражении в условиях химической контаминации, однако, по нашему мнению, отражает суть многокомпонентного взаимодействия регуляторных систем при вирусной инфекции.

Таким образом, обозначены подходы к созданию прогностической математической модели воздействия химических факторов на регуляторные системы в условиях вирусного заражения. Данный подход может стать основой для дальнейшего изучения зависимости инфекционной заболеваемости от химической контаминации.

Список литературы

1. Ланин Д.В. Анализ корегуляции иммунной и нейроэндокринной систем в условиях воздействия факторов риска // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 73–81.

2. Методические подходы к оценке интегрального риска здоровью населения на основе эволюционных математических моделей / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 10. – С. 6–9.

3. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.В. Трусов, П.З. Шур [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 3–11.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 206 с.

5. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических элементов. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.

6. Трусов П.В., Зайцева Н.В., Камалтдинов М.Р. Моделирование процессов пищеварения с учетом функциональных нарушений в организме человека: концеп-

туальная и математическая постановки, структура модели // Российский журнал биомеханики. – 2013. – Т. 17, № 4. – С. 67–83.

7. Chapman C.R., Tuckett R.P., Song C.W. Pain and stress in a systems perspective: Reciprocal neural, endocrine, and immune interactions // J. Pain. – 2008. – № 9 (2). – P. 122–145.

8. Sattar S.A., Tetro J.A., Springthorpe V.S. Effects of environmental chemicals and the host-pathogen relationship: are there any negative consequences for human health? // Proceedings of the Symposium on New Biocides Development: The Combined Approach of Chemistry and Microbiology / Zhu P.C. (ed.) – Washington, DC: American Chemical Society, 2007. – P. 2–30.

9. Smith A.M., Ribeiro R.M. Modeling the viral dynamics of influenza a virus infection // Crit. Rev. Immunol. – 2010. – Vol. 30. – P. 291–298.

10. Smith E.M. Neuropeptides as signal molecules in common with leukocytes and the hypothalamic-pituitary-adrenal axis // Brain, Behavior and Immunity. – 2008. – № 22. – P. 3–14.

* *Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-31-00333 мол_а.*

К вопросу гигиенической оценки качества питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности с использованием методологии оценки риска здоровью населения

А.В. Мельцер, Н.В. Ерастова, А.В. Киселев

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Для обеспечения гарантированной безопасности питьевой воды необходимо принятие сбалансированной и системной стратегии управления и развития водохозяйственного комплекса с реализацией мер, направленных на сохранение здоровья населения, внедрение эффективных технологий водоподготовки, информативных и надежных подходов к оценке эпидемиологической безопасности питьевой воды. Одно из приоритетных направлений исследований на современном этапе развития гигиены окружающей среды в нашей стране связано с разработкой и использованием методов интегральной оценки качества питьевой воды [1, 3].

Оценка влияния питьевой воды на здоровье населения является одним из обязательных компонентов комплексного анализа связи факторов окружающей среды с состоянием здоровья населения, причем подавляющее большинство про-

блем со здоровьем, связанных с питьевой водой, является результатом ее микробиологического заражения.

В настоящее время в нашей стране существуют различные подходы к оценке безопасности питьевой воды по микробиологическим показателям. Однако принятые отечественные методы оценки безопасности питьевой воды по микробиологическим показателям основываются преимущественно на балльном подходе и не исключают многофакторности, многокомпонентности либо комплексности воздействия [6, 9]. Распространенная балльная оценка, основывающаяся на эпидемиологических экспертных заключениях с определением удельного веса того или иного микробиологического показателя, обладает известной степенью условности и не основывается на реальной угрозе здоровью – одном из основных принципов методологии оценки риска. Приведение таких показателей к расчетным значениям, принятым методологией оценки риска для здоровья, позволила бы определять не только риск ущерба здоровью населения, но и экономический ущерб. Поэтому используемые в настоящее время методы оценки эпидемиологического риска нуждаются в актуализации с позиций современных требований, включающих методологию оценки риска для здоровья населения.

Методология оценки риска для здоровья в последнее время занимает все более значительное место в управленческой науке и практике в области регулирования влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения [7]. Успешно внедряется и используется основанная на вероятностном подходе интегральная оценка питьевой воды по показателям химической безвредности, разработанная, впервые апробированная и внедренная в практическую деятельность в Санкт-Петербурге на водопроводных станциях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» [2].

В этой связи высока актуальность разработки, апробации и внедрения методики оценки питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности, основанной на принципах методологии оценки риска для здоровья населения. Ее утверждение позволит логично перейти к интегральной оценке риска для здоровья населения при совокупном воздействии и химических веществ, и микробиологических агентов, содержащихся в питьевой воде.

С использованием методических подходов к оценке эпидемической опасности, связанной с условиями централизованного водоснабжения [5], методологически дополненных основными позициями расчета вероятностного риска [4], выполнена оценка риска для здоровья населения Санкт-Петербурга, обусловленного микробным загрязнением питьевой воды.

В соответствии с принципами, изложенными в [8], показатели, используемые для оценки риска (референтные дозы и концентрации, факторы канцерогенного потенциала), как правило, устанавливаются на уровне верхней доверительной границы риска для обеспечения значительного запаса их надежности. Поэтому в данном исследовании в расчетах использовалась величина, соответствующая максимально предельному количеству баллов, предусмотренному в методических рекомендациях [5] как уровень верхней доверительной границы риска. Методология риска для здоровья населения основывается на вероятностном подходе и предполагает, что значение риска от воздействия того или иного вещества (агента) не может превышать значение 1 или 100 % вероятности эффекта воздействия [8]. Этот принцип использовался в данном исследовании при формировании моделей эпидемиологического риска.

Расчеты выполнялись на основе данных производственного контроля качества питьевой воды ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» за период 2003, 2005, 2009–2011 гг. и в разрезе отдельных водопроводных станций Санкт-Петербурга: Южной (ЮВС), Северной (СВС), Волковской (ВВС), Главной (ГВС) и водопроводной станции г. Колпино (ВОС), использующих в качестве исходного сырья воду поверхностного источника водоснабжения Санкт-Петербурга – реки Невы.

Результаты расчетов балльных характеристик питьевой воды в соответствии с [5] и значений эпидемиологического риска для здоровья населения от ее употребления, выполненных с использованием вероятностного подхода [4], представлены в таблице.

Результаты расчетов балльных характеристик питьевой воды и значений эпидемиологического риска в период 2003, 2005, 2009–2011 гг.

Год	ЮВС		ГВС		СВС		ВВС		ВОС	
	балл	*Risk* эпид.	балл	*Risk* эпид.	балл	*Risk* эпид.	балл	*Risk* эпид.	балл	*Risk* эпид.
2003	55	0,5238	50	0,4762	45	0,4286	48	0,4571	44	0,4190
2005	38	0,3619	17	0,1619	26	0,2476	35	0,3333	32	0,3048
2009	23	0,2190	20	0,1905	9	0,0857	23	0,2190	5	0,0476
2010	5	0,0476	10	0,0952	5	0,0476	5	0,0476	10	0,0952
2011	5	0,0476	5	0,0476	5	0,0476	5	0,0476	5	0,0476

Анализ балльных характеристик и значений эпидемиологического риска, представленных в таблице, позволил установить, что на протяжении периода 2003–2005 гг. эпидемиологический риск для здоровья населения от употребления питьевой воды являлся неприемлемым на всех водопроводных станциях Санкт-Петербурга, использующих в качестве исходного сырья воду поверхностного источника водоснабжения (ЮВС, СВС, ВВС, ГВС, ВОС).

Отмечено выраженное снижение значений балльных характеристик и уровней эпидемиологического риска в 2005 г. по сравнению с 2003 г., причем на всех водопроводных станциях. Данный период соответствует началу поэтапного внедрения на водопроводных станциях Санкт-Петербурга ультрафиолетового обеззараживания питьевой воды. Результаты расчетов показали, что наибольшее снижение эпидемиологического риска в период 2003–2005 гг. произошло на ГВС – в 2,94 раза (с 0,4762 в 2003 г. до 0,1619 в 2005 г.). Наименьшее снижение значений риска произошло на ВОС – в 1,38 раза (с 0,4190 в 2003 г. до 0,3048 в 2005 г.) и на ВВС – в 1,37 раза (с 0,4571 в 2003 г. до 0,3333 в 2005 г.).

В целом за период 2003–2011 гг. снижение эпидемиологического риска на отдельных водопроводных станциях составило (по мере убывания показателя снижения): ЮВС – в 11,0 раза (с 0,5238 в 2003 г. до 0,0476 в 2011 г.); ГВС – в 10,0 раза (с 0,4762 в 2003 г. до 0,0476 в 2011 г.); ВВС – в 9,6 раза (с 0,4571 в 2003 г. до 0,0476 в 2011 г.); СВС – в 9,0 раза (с 0,4286 в 2003 г. до 0,0476 в 2011 г.); ВОС – в 8,8 раза (с 0,4190 в 2003 г. до 0,0476 в 2011 г.).

К 2011 г. на всех водопроводных станциях Санкт-Петербурга, использующих в качестве исходного сырья воду поверхностного источника водоснабжения, была обеспечена приемлемость эпидемиологического риска для здоровья населения от употребления приготовляемой питьевой воды.

Результаты расчетов сезонных изменений балльных характеристик питьевой воды и значений эпидемиологического риска для здоровья населения от ее упот-

ребления в динамике за исследуемый период позволил установить, что если в 2003 г. значения эпидемиологического риска превышали приемлемые значения на всех водопроводных станциях вне зависимости от сезона года (исключением являлась только ВОС в зимний период, на которой значения риска укладывались в границы приемлемости), то в 2011 г. была достигнута приемлемость значений риска на всех водопроводных станциях вне зависимости от сезона года.

В целом результаты апробации вероятностного подхода к оценке риска здоровью населения Санкт-Петербурга, связанного с микробным загрязнением питьевой воды, позволили не только оценить степень вероятного риска здоровью населения, но и подтвердить эффективность технологий водоподготовки, принимаемых на водопроводных станциях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

Список литературы

1. 100 лет законодательного регулирования качества питьевой воды, ретроспектива, современное состояние и перспективы / Ю.А. Рахманин, Г.Н. Красовский, Н.А. Егорова, Р.И. Михайлова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 5–17.

2. Ерастова Н.В., Мельцер А.В., Киселев А.В. Гигиеническое обоснование и практика ранжирования водопроводных станций по эффективности водоподготовки на основе интегральной оценки безвредности питьевой воды // Профилактическая и клиническая медицина. – 2013.– № 3. – С. 19–22.

3. Красовский Г.Н., Рахманин Ю.А., Егорова Н.А. Гигиеническое обоснование оптимизации интегральной оценки питьевой воды по индексу качества воды // Гигиена и санитария. – 2015. – № 5. – С. 5–10.

4. Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Киселев А.В. Гигиеническое обоснование оценки качества питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности с использованием методологии оценки риска здоровью населения // Профилактическая и клиническая медицина. – 2015. – № 3 (56). – С. 12–17.

5. МР 2.1.10.0031-11. Комплексная оценка риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем: методические рекомендации [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/898939143 (дата обращения: 12.09.2015).

6. Оценка и прогнозирование роли водного фактора в формировании здоровья населения: методические рекомендации [Электронный ресурс]. – URL: http: //uristu.com/library/sssr/usr_13358/ (дата обращения: 12.09.2015).

7. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2014. – № 6. – С. 5–8.

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. Эпидемиологическая оценка санитарно-гигиенических условий в целях профилактики кишечных инфекций: методические указания [Электронный ресурс]. – URL: http: //uristu.com/library/sssr/usr_13345/ (дата обращения: 12.09.2015).

Фундаментальные аспекты анализа риска здоровью при обеспечении санитарно–эпидемиологического благополучия населения

А.С. Нехорошев[1], А.П. Захаров[1], В.М. Шарлай[2]

[1]ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
[2]Филиал № 3 ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург», г. Санкт-Петербург, Россия

Анализ риска здоровью в стратегии обеспечения санитарно-гигиенического благополучия рассматривают часто как общий метод, который суммирует результаты санитарно-гигиенических и медико-биологических исследований с учетом современных требований, регламентированных в такой нормативно-технической документации, как ГОСТы Р ИСО/МЭК 9000-2000, 17025-2006 и 5725-2002. Однако для современной среды обитания населения городов с развитой металлургической, углехимической, нефтехимической, строительных материалов, целлюлозно-бумажной промышленности, горно-химических комплексов характерно ингаляционное и перкутанное действие многокомпонентной и полифазной смеси вредных веществ. Поэтому концептуальное и математическое обоснование оценки риска затруднено в условиях разнородных воздействий химических, физических и биологических факторов в интегральную величину риска в здоровье населения и является сложной задачей, в настоящее время основано на изучении зависимости «экспозиция – ответ» [1]. В связи с необходимостью оценки риска заболеваемости населения при воздействии многокомпонентной и полифазной смеси вредных веществ гигиеническое нормирование острой ингаляционной и перкутанной токсичности с использованием физико-химических данных является актуальной.

Цель работы состояла в разработке экспресс-метода оценки риска заболеваемости населения учетом ускоренного гигиенического нормирования органических токсикантов в воздушной среде по параметрам хроматографического удерживания. В настоящее время воздушная среда городов и крупных населенных пунктов загрязнена продуктами деревообрабатывающей, лесохимической промышленности и сельского хозяйства, а также веществами их метаболизма в двигателях внутреннего сгорания в процессах окисления и нитрования. Методом обращенной газовой хроматографии (ОГХ) по авторскому свидетельству № 1734004 (БИ № 11992) определены значения тест-системы в 14 замещенных производных оксоло(фурана) во 2-м положении и в 8 метаболитах в 3-м положении, которые поступают в воздушную среду при механической переработке леса или технологических процессах обработки древесины, или химического превращения вследствие нагрева. Специфическая токсичность вредных токсических веществ выявлялась как способность к донорно-акцепторным взаимодействиям с компонентами биосистем организма человека и, как следствие, нарушению металл-лигандного гомеостаза. Острую ингаляционную или перкутанную токсичность рассчитывали как величину, обратную среднесмер-

тельной концентрации при ингаляционном поступлении (CD_{50} мг/м^3), или (LD_{50} мг/м^2). В этом случае, исходя из принципов линейности свободных энергий в процессах сорбции вредных веществ и лимитированности биологического действия, необходимо устанавливать корреляционно-регрессироные зависимости между логарифмами отношений удельных объемов удерживания бензена и н.-гексана для токсикантов и логарифмами показателей токсичности, которые должны быть симбатны. Гидроксо-, амино- и другие сильные электронодонорные заместители легко трансформируются в организме человека до 3-дикарбонильных соединения, поэтому вредное действие производных оксола с этими заместителями определяется природой устойчивых метаболитов. Для 2-нитро, - циано, - метаноил, - этаноил, - гидроксиметил, - аминометилоксола и производных с несколькими заместителям установлена линейная зависимость lg benz./C_6 = 0,72 σ + 0,69; с коэффициентом корреляции, равным 0,98, где σ – электронодонорный заместитель Тафта. Для незамещенного фурана и его наиболее распространенных производных (фурфурол, метил-2-фуранкарбоксилат) получено линейное уравнение взаимосвязи токсичности и химического строения вида lg CD_{50} = 0,897 σ – 3,25. Обобщенная зависимость ингаляционной токсичности 2-производных оксола имеет вид lg CD_{50} = –1,25 lg benz./C_6 + 4,12; полученная зависимость позволяет по параметрам хроматографического удерживания проводить не только качественное и количественное определение токсикантов фуранового ряда в воздушной среде, но и осуществлять ускоренное гигиеническое нормирование по общепринятому алгоритму. Установлено, что наиболее токсичны такие 2-замещенные оксола: нитро- CD_{50} мг/м$^{3;}$ фурфурол-323; метилкарбонат-133; наименее токсичен распространенный в природе фуран-1700 мг/м$^{2.}$ По аналогичной технологии была проведена оценка токсичности и ее взаимосвязи с физико-химическими параметрами 3-замещенных оксола: установлена линейная зависимость lg benz./C_6 = 0,57 σ + 0,70; r = 1. Обобщенная зависимость ингаляционной токсичности от хроматографических параметров удерживания для 3-замещенных оксола имеет вид: lg CD_{50} = –1,58 lg benz./C_6 + 4,35. Предложенная технология ускоренного нормирования многокомпонентной полифазной смеси вредных веществ в воздушной среде предприятий деревообрабатывающей, лесохимической промышленности была использована для оценки риска здоровью населения городов с металлургическими комбинатами, загрязняющими среду обитания выбросами продуктами коксования каменноугольного пека. Наибольшие трудности вызывает оценка риска растворимой в толуоле по ГОСТу 10200 γ- и β-фракций в связи с необходимостью нормирования при ингаляционном поступлением более 350 компонентов смеси непрерывного ряда ароматических и гетероциклических соединений от индивидуальных бициклов до полициклических аренов упакованных в пачки наночастиц (ПАиГС). Также методом ОГХ определены хроматографические параметры удерживания представителей тест-системы в 36 замещенных би- и до семиядерных ароматических и гетероциклических соединений, которые поступают в воздушную среду городов в аэрозольном состоянии. Экспресс-гигиеническое нормирование осуществляли путем отбора пробы атмосферного воздуха в поглотитель с толуолом, нанесение фильтрата на сорбент колонки хроматографа, отдувки растворителя инертным газом. Нормирование осуществляли по зависимости острой ингаляционной токсичности компонентов среднетемпературного пека (СТП) металлургического комбината от величины физико-химических параметров, характеризующих донорно-акцепторную способность смеси токсикантов и нарушающих металл-лигандный го-

меостаз организма человека. Токсичность многокомпонентной смеси компонентов γ- и β-фракций СТП описывается уравнением lg $CD_{50} = -1{,}68$ lg benz./C_6 + 7,37; lg benz./C_6 – логарифм отношения удельных объемов удерживания бензена и н-гексана для пробы вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе. lg CD_{50} – логарифм среднесмертельной концентрации смеси токсикантов СТП, поступающих в организм человека ингаляционным путем. Для многокомпонентной полифазной смеси ПАиГС разность свободных энергий сорбции бензена и н.гексана составила 0,582, а среднесмертельная концентрация, приводящая к гибели 50 % лабораторных крыс, – 2480 мг/м^{3,} что позволяет рассчитать ориентировочно безопасный уровень воздействия.

Таким образом, определение физико-химических параметров удерживания многокомпонентной полифазной смеси вредных веществ в среде обитания городов с предприятиями различных отраслей промышленностей позволяет производить экспресс-оценку их гигиенических нормативов и содержания, что составляет возможность достоверного определения риска воздействия химических факторов на здоровье населения по общепринятой методике [2].

Список литературы

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

2. Щербо А.П., Мельцер А.В., Киселев А.В. Оценка риска воздействия производственных факторов на здоровье работающих. – СПб.: Изд-во «Терция», 2005. – 116 с.

Методические приемы и особенности в современном химическом анализе высокотоксичных N–нитрозаминов в детских пищевых продуктах

Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Г.И. Терентьев

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

Проблема обеспечения безопасности пищевой продукции является важнейшим государственным и научным приоритетом, направленным на сохранение и улучшение здоровья населения, производство высококачественных и безопасных продуктов [2].

К сильнейшим из известных канцерогенов, обнаруживаемых в пищевых продуктах, относятся N-нитрозамины [9]. Канцерогены и их предшественники (нитра-

ты и нитриты) попадают в пищу из внешней среды, а также в процессе приготовления, хранения, и кулинарной обработки продуктов. Содержание канцерогенов в пище повышается при неумеренном использовании азотсодержащих минеральных удобрений. Из нитритов в присутствии различных аминов могут образовываться N-нитрозамины, 80 % из которых обладают канцерогенным, мутагенным, тератогенным действием [3, 6]. По данным Института питания РАН, в настоящий момент N-нитрозамины встречаются практически во всех мясных, молочных и рыбных продуктах, при этом 36 % мясных и 51 % рыбных продуктов содержат их в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы [5].

Для обеспечения достоверности определения ряда высокотоксичных и канцерогенных N-нитрозаминов на уровне микроконцентраций наиболее оптимальным является использование хромато-масс-спектрометрического анализа в сочетании с твердофазной экстракцией (ТФЭ) на этапе пробоподготовки [1].

Возникающая в связи с этим задача оценки содержания девяти N-нитрозаминов (диметилнитрозамин (DMNA), метилэтилнитрозамин (MENA), диэтилнитрозамин (DENA), пирролидиннитрозамин (PYRNA), морфолиннитрозамин (MORNA), дибутилнитрозамин (DBNA), дипропилнитрозамин (DPNA), пиперидиннитрозамин (PIPNA), дифенилнитрозамин (DPHNA)), которые наиболее часто встречаются в пищевой продукции, по данным зарубежных авторов [9], остается весьма актуальной.

Вышеизложенное позволило сформулировать **цель работы** – внедрение в аналитическую практику современных технологий в анализе высокотоксичных N-нитрозаминов, обнаруживаемых в детских пищевых продуктах, с использованием хромато-масс-спектрометрической системы Agilent 7890A (ГХ/МС) и твердофазной экстракции на стадии пробоподготовки.

Материалы и методы. В отделе химико-аналитических методов исследования ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» выполняются исследования по внедрению в аналитическую практику современных способов извлечения токсичных соединений из образцов пищевой продукции, таких как твердофазная экстракция (ТФЭ) автоматизированной многоканальной системы «Labtech Sepaths» с последующим хромато-масс-спектрометрическим анализом элюата на срдержание N-нитрозаминов.

Метод ТФЭ позволяет получить в чистом виде целевые соединения при выделении их из матрицы пищевой продукции, что в дальнейшем дает возможность проводить идентификацию и селективное высокочувствительное детектирование N-нитрозаминов методом хромато-масс-спектрометрии.

Объектами исследований являлись стандартные образцы N-нитрозаминов, образцы детских пюре, картриджи «Chromobond» (C18 на 100 мг, C18 на 500 мг), «Strata-X» на 200 мг и «Supelco Superclean Coconut» 6 мл, растворители (хлористый метилен, этилацетат, метанол, вода, вода/изопропанол 85: 15).

Исследования стандартных образцов и проб детской пищевой продукции на содержание N-нитрозаминов (N-диметилнитрозамин, N-метилэтилнитрозамин, N-диэтилнитрозамин, N-пирролидиннитрозамин, N-морфолиннитрозамин, N-дибутилнитрозамин, N-дипропилнитрозамин, N-пиперидиннитрозамин, N-дифенилнитрозамин) выполняли методом хромато-масс-спектрометрии: на газовом хроматографе «Agilent 7890A» (USA) с масс-селективным детектором (MCD) 5975C и квадрупольным масс-анализатором. Ионизацию исследуемых компонентов осу-

ществляли электронным ударом при энергии электронов 70 эВ. Разделение N-нитрозаминов в образцах осуществляли в кварцевой капиллярной колонке серии HP-FFAP 30m × 0,250 mm × 0,250, длиной 30 метров, внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной пленки неподвижной фазы 0,25 μm.

Условия хроматографического разделения и детектирования. Параметры газового хроматографа и MCD: колонка – от 50 ^{o}C –120 ^{o}C –240 ^{o}C; скорость нагревания – от 8 до 20^{0} С/мин, скорость потока – 30 мл/мин, задержка температуры – 1 мин – 0 мин – 5 мин, температура интерфейса – 220 °С, испарителя – 270 °С, общее время анализа –22,367 мин, метод: режим импульсный без деления потока, температура ионного источника 230 °С, температура квадрупольного фильтра масс 150 °С, ток эмиссии 70 эВ, напряжение на электронном умножителе, выставленное при автоматической настройке электронной оптики, составляло 2294 В. Регистрацию хроматограмм проводили по полному ионному току (Scan) и в режиме регистрации выбранных ионов (SIM). Диапазон регистрируемых масс в режиме Scan составлял 38–300 а.е.м. при скорости сканирования 5,24 скан/с.

Количественное определение. Для количественного определения содержания N-нитрозаминов (N-диметилнитрозамин, N-метилэтилнитрозамин, N-диэтилнитрозамин, N-пирролидиннитрозамин, N-морфолиннитрозамин, N-дибутилнитрозамин, N-дипропилнитрозамин, N-пиперидиннитрозамин, N-дифенилнитрозамин) выполняли хромато-масс-спектрометрический анализ стандартных растворов и на основе результатов измерений строили градуировочную зависимость в режиме селективного ионного детектирования (SIM) по характеристичным ионам для каждого соединения в диапазоне концентраций 10–160 нг.

Экспериментальные исследования. Идентификацию N-нитрозаминов проводили сравнением масс-спектров, полученных в режиме Scan с масс-спектрами библиотеки NIST 08.L, а также по временам удерживания индивидуальных веществ. При идентификации компонентов путем сравнения экспериментальных и библиотечных масс-спектров коэффициенты подобия составили 0,8–0,95. Для подтверждения правильности идентификации проводили регистрацию масс-спектров индивидуальных веществ N-нитрозаминов с использованием стандартных образцов. Результаты идентификации позволили установить: химический состав изучаемых соединений; характеристические ионы (основные и подтверждающие); время удерживания; химическую структуру. Хроматограмма, полученная при разделении смеси стандартов 9 N-нитрозаминов в режиме Scan по полному ионному току, приведена на рис. 1.

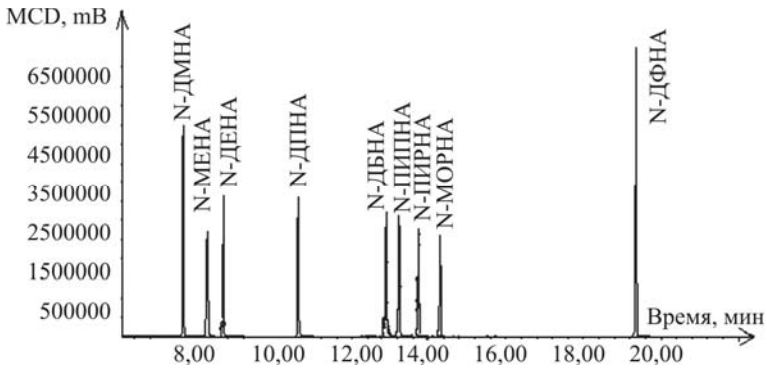


Рис. 1. Хроматограмма N-нитрозаминов стандартного образца

Оптимально отработанные газохроматографические условия и параметры масс-селективного детектирования позволили получить оптимальное разделение всех соединений стандартного образца (см. рис. 1). Хроматограмма, полученная по полному ионному току (TIC), позволяет учитывать время удерживания, наличие подтверждающего иона и возможность быстрого поиска анализируемых химических соединений в сложной матрице.

На основе анализа экспериментально полученных масс-спектров N-нитрозаминов и вероятных направлений фрагментации определены основные характеристичные ионы со значениями m/z исследуемых соединений, которые в обобщенном виде приведены в таблице.

Значения m/z и интенсивности характеристичных ионов N-нитрозаминов при электронной ионизации

Наименование вещества	Характеристичные ионы вещества, m/z (%)
1. N-нитрозодиметиламин	74 (основной ион), 42 (подтверждающий ион)
2. N-метилэтилнитрозамин	88 (основной ион) и 42 (подтверждающий ион)
3. N-нитрозодиэтиламин	102 (основной ион) и 57 (подтверждающий ион)
4. N-дипропилнитрозамин	70 (основной ион) и 43 (подтверждающий ион)
5. N-дибутилнитрозамин	84 (основной ион) и 57 (подтверждающий ион)
6. N-пиперидиннитрозамин	114 (основной ион) и 42 (подтверждающий ион)
7. N-пирролидиннитрозамин	100 (основной ион) и 41 (подтверждающий ион)
8. N-морфолиннитрозамин	56 (основной ион) и 116 (подтверждающий ион)
9. N-дифенилнитрозамин	168 (основной ион) и 167 (подтверждающий ион)

Значения m/z ионов изучаемых соединений использовали для их идентификации и количественной оценки при селективном ионном детектировании в образцах детской пищевой продукции.

Важным этапом в химическом анализе является пробоподготовка образцов пищевой продукции [4]. Основные трудности определения N-нитрозаминов заключаются в высоком матричном эффекте пищевой продукции и недостаточной селективности процедур пробоподготовки [7]. Для устранения влияния матричных эффектов и влияния других компонентов пищи на результаты хромато-масс-спектрометрического определения N-нитрозаминов на этапе пробоподготовки выполняли очистку образцов пищевой продукции от мешающих компонентов и жира методом дистилляции, дальнейшее селективное выделение N-нитрозаминов выполняли с использованием автоматической системы твердофазной экстракции. Затем элюат анализировали методом хромато-масс-спектрометрии. Результаты исследований полноты извлечения N-нитрозаминов из образца детской пищевой продукции с применением стандартного образца по отработанному способу пробоподготовки

Полнота извлечения N-нитрозаминов из стандартного образца для летучих N-нитрозаминов (N-диметилнитрозамин, N-метилэтилнитрозамин, N-диэтилнитрозамин, N-дипропилнитрозамин, N-дибутилнитрозамин, N-пиперидиннитрозамин) изменялась от 98,75 до 99,4 %. Для труднолетучих N-нитрозаминов полнота извлечения не превышала 70,5 %.

Результаты и их обсуждение. Разработанным методом определено содержание N-нитрозаминов в образцах детской мясной, мясорастительной продукции.

В образце детского питания торговой марки «Бабушкино лукошко» «Банан + творог» были обнаружены 5 N-нитрозаминов: N-диметилнитрозамин, N-пирролидиннитрозамин, N-морфолиннитрозамин, N-дибутилнитрозамин, N-дипропилнитрозамин. Хроматограмма N-нитрозаминов, обнаруженных в образце детского пюре торговой марки «Бабушкино лукошко» «Банан + творог», представлена на рис. 2.

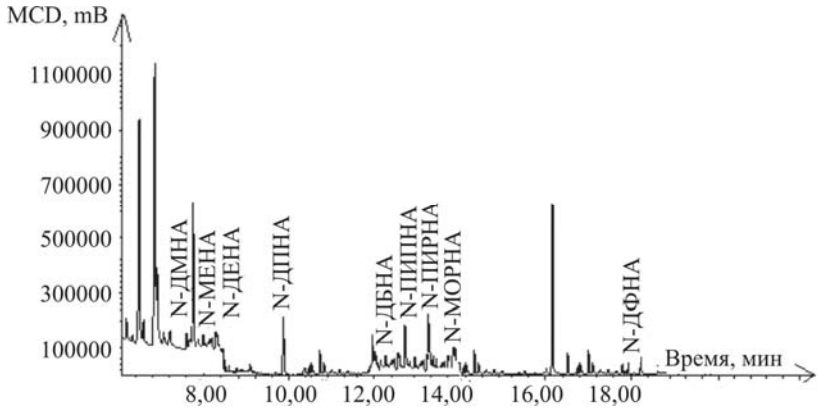


Рис. 2. Хроматограмма N-нитрозаминов, обнаруженных в образце детского пюре «Банан + творог» торговой марки «Бабушкино лукошко»

Идентификация. В образце детского пюре торговой марки «Бабушкино лукошко» «Банан + творог» была установлена высокая концентрация N-нитрозоморфолинамина (C = 0,0379 мг/кг). Для подтверждения присутствия N-нитрозоморфолинамина в образце была выполнена идентификация в режиме SCAN. Масс-спектр электронной ионизации N-нитрозоморфолинамина представлен на рис. 3.

Масс-спектры N-нитрозоморфолинамина, обнаруженного в образце детского пюре «Банан + творог» торговой марки «Бабушкино лукошко» (*а*) совпали с масс-спектрами, заложенными в банк библиотеки масс-спектральных данных NIST 08.L (*б*) (рис. 3). Положение интенсивных линий на шкале масс и относительные частоты ионов (m/z = 56, 116) (рис. 3) являются важными характеристиками масс-спектра изучаемого соединения. Регистрация на масс-хроматограмме (рис. 3) пиков с точно заданной массой (m/z = 56, 116) и временами удерживания (14,201 мин) являются доказательством присутствия N-нитрозоморфолинамина в исследуемом образце детского пюре.

Для подтверждения присутствия N-нитрозоморфолинамина в образце детского пюре использовали алгоритм поиска целевых ионов, реализуемый программным обеспечением «ChemStation». Для этого вызываются хроматограммы извлеченных интересующих ионов и показываются в совмещенном виде. На рис. 4 представлена хроматограмма извлеченных ионов N-нитрозоморфолинамина.

Характеристические ионы N-нитрозоморфолинамина m/z 56 и m/z 116 (см. рис. 4) совмещаются, что служит весомым доказательством присутствия данного соединения в образце детского пюре.

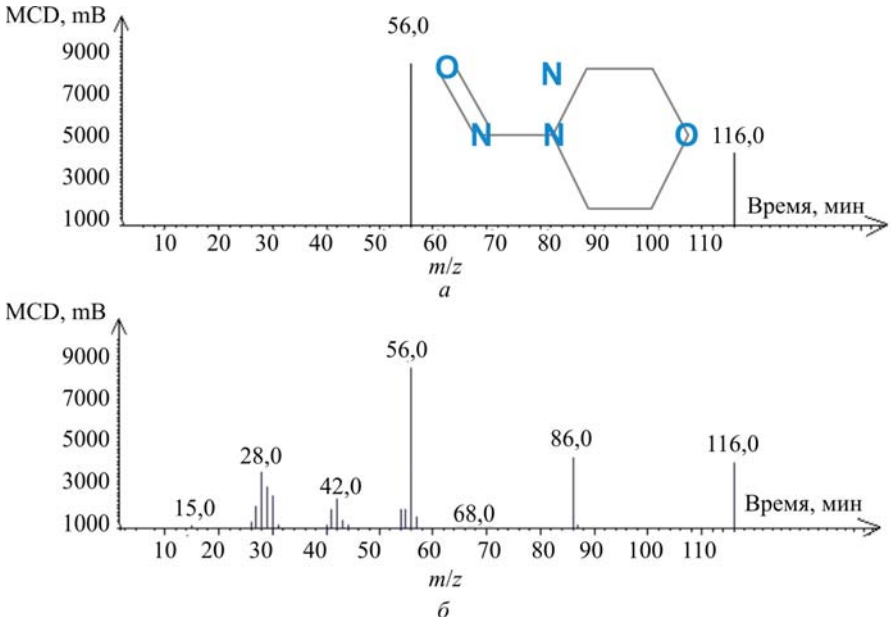


Рис. 3. Масс-спектр электронной ионизации N-нитрозоморфолинамина по характеристическим ионам (m/z 56, 116): *а* – масс-спектр N-нитрозоморфолинамина в образце детского пюре «Банан + творог»; *б* – масс-спектр N-нитрозоморфолинамина из библиотеки NIST 08.L

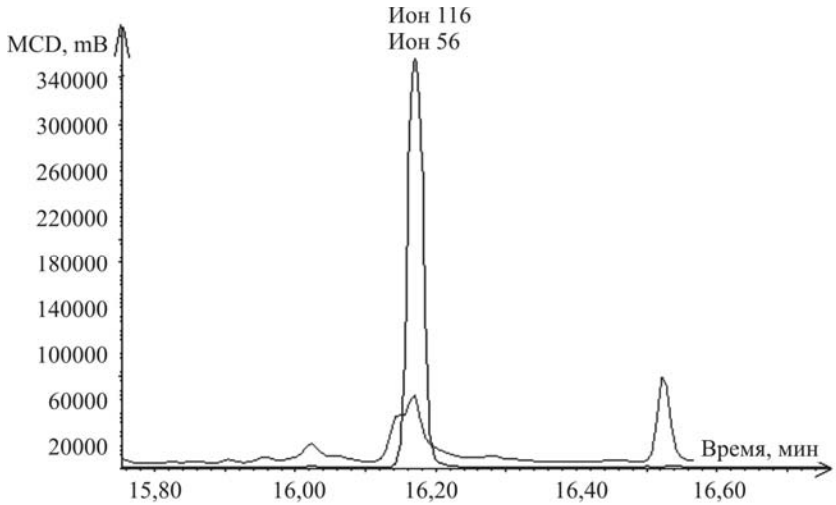


Рис. 4. Хроматограмма извлеченных ионов N-нитрозоморфолинамина m/z 116, m/z 56 в совмещенном виде

Таким образом, разработанная хромато-масс-спектрометрическая методика анализа продукции для детского питания на мясной основе позволяет выполнять контроль содержания потенциально опасных N-нитрозаминов и может быть использована при выполнении работ по оценке риска.

Список литературы

1. Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов: практическое руководство / Ю.С. Другов, И.А. Платонов, А.И. Орлов, Т.С. Уланова, А.А. Родин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара: ООО «Порто-Принт», 2013. – Т. 2. – 393 с.

2. Закревский В.В. Безопасность пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище: практическое руководство. – СПб.: Изд-во «Гиорд», 2004. – С. 280.

3. К вопросу об определении N-нитрозаминов в пищевых продуктах / О.С. Зульфигаров, В.В. Юрченко, Н.В. Каширина, Н.А. Стадничук // Проблеми харчування. – 2004. – № 2 (3). – С. 64–67.

4. Коренман Я.И., Кучменко Т.А. Подходы к анализу пищевых продуктов. Разработка масс-чувствительных сенсоров // Рос. хим. журн. – 2002. – Т. XLVI, № 4. – С. 34–42.

5. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов. – 5-е изд.– Новосибирск, 2007. – 452 с.

6. СанПиН 2.3.2.1078. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/901806306 (дата обращения: 21.03.2016).

7. Ярошенко Д.В., Карцова Л.А. Матричный эффект и способы его устранения в биоаналитических методиках, использующих хромато-масс-спектрометрию // Журнал аналит. химии. – 2014. – Т. 69, № 4. – С. 1–8.

8. Determination of *N*-nitrosamines in processed meats by liquid extraction combined with gas chromatography-methanol chemical ionisation/mass spectrometry / Marina Bergoli Scheeren, Hassan Sabik, Claude Gariépy, Nelcindo Nascimento Terra & Joseph Arul // Food Additives & Contaminants: Part A. – 2015. – Vol. 32, № 9. – P. 1436–1447.

9. IARC. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks for Humans. – Lyon, 1987. – Suppl. 7 – P. 1–42.

Обоснование диагностических профилей вредных эффектов при ингаляционном воздействии тетрабромэтана

А.С. Огудов, Н.В. Шинкарева, Е.В. Резанова

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

Оценка вреда, причиняемого здоровью населения при воздействии химических факторов среды обитания, является актуальной задачей профилактической медицины [6]. Качественное и количественное определение лабораторных показателей, адекватных характеру и уровню воздействия химического фактора, осуществляется на этапе медико-биологических исследований. Согласно установке экспертов ВОЗ, выводы о наличии зависимостей между отклонениями лабораторных по-

казателей и уровнем токсического воздействия должны базироваться на материалах патоморфологических исследований [7]. Исследование морфогенеза эффектов воздействия, являющегося выражением механизмов токсичности, предполагает использование в хроническом эксперименте нескольких уровней концентраций токсиканта. «Концептуальным мостом», связующим экспериментальные и медико-биологические исследования, являются современные представления о вредных для здоровья эффектах, включающие не только изменения в морфологии, но и физиологии и способности компенсировать дополнительный стресс [3]. Научное обоснование системы лабораторных тестов вредных эффектов, эквивалентных патоморфологическим изменениям органов-мишеней, и их группирование в диагностические профили способно существенно повысить эффективность профилактики нарушений здоровья населения при воздействии химических факторов среды обитания.

Целью работы была разработка диагностических профилей вредных эффектов, вызванных длительным ингаляционным воздействием 1,1,2,2,-Тетрабромэтана.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись белые крысы-самцы, которые в течение 3 месяцев подвергались круглосуточному ингаляционному воздействию 1,1,2,2,-Тетрабромэтана (ТБЭ) в концентрациях 0,03 ± 0,002 (1-я основная группа), 0,2 ± 0,01 (2-я основная группа), 0,6 ± 0,03 (3-я основная группа) и 1,8 ± 0,07 мг/м^3 (4-я основная группа). Определение концентраций ТБЭ в пробах воздуха из затравочных камер проводили на хроматографе «Agilent 7890B» (Франция). Экспериментальные исследования выполняли в соответствии с «Правилами лабораторной практики» (приказ МЗ России № 708н от 23.08.2010 г.). Выбор маркеров ответа осуществляли с учетом представленной в научной литературе информации о токсикодинамике ТБЭ [1,9,10]. Лабораторное обследование животных основных и контрольной групп включало в себя фоновое, проводимое до начала эксперимента и шесть динамических исследований – в конце 2, 4, 6, 8, 10-й и 12-й недели затравок. С помощью общепринятых и унифицированных лабораторных методов проводили общий анализ мочи и биохимические исследования крови, взятой из хвостовой вены крыс. Для сбора проб мочи крысам давали 3 %-ную водную нагрузку и помещали в обменные клетки. Для количественного определения белка в моче (БМ) использовали колориметрический метод. Концентрации в сыворотке крови креатинина (КР), мочевины (МН), общего холестерина (ОХ), триглицеридов (ТГ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) определяли на анализаторе биохимическом AU480 («Beckman Coulter», США) с использованием стандартных наборов. По завершении периода затравок, после декапитации выполняли отбор легких, печени и почек крыс основных и контрольной групп и подвергали их гистологическим исследованиям по общепринятой схеме. Статистическую обработку данных и построение графиков производили с помощью ПК по стандартным прикладным программам «Statistica 10.0» и «Exel». Статистическую достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований показали, что ингаляционные затравки ТБЭ в концентрациях 0,2 ± 0,01, 0,6 ± 0,03 и 1,8 ± 0,07 мг/м^3 приводят к структурно-функциональным изменениям органов-мишеней, выраженность и спектр которых нарастает по мере повышения уровня токсического воздействия. В частности, в срезах ткани легких выявлено увеличение толщины межальвеолярных перегородок, площади зон дистелектазов, полнокровия сосудов микро-

циркуляторного русла, активности альвеолярных макрофагов и воспалительной инфильтрации бронхов. Воздействие ТБЭ в концентрации 1,8 ± 0,07 мг/м^3 вызывало выраженные явления перибронхиального фиброза, васкулита, ацинарной серозной пневмонии и аллергического воспаления в ткани легких. Дистрофические поражения в паренхиме печени по мере повышения уровней экспозиции ТБЭ модифицировались в некробиотические и некротические изменения гепатоцитов. На этом фоне усиливались проявления нарушений кровообращения, воспалительного и фибропластических процессов в портальных трактах, пролиферация клеток ретикулогистиоцитарной системы. В срезах ткани почек при усилении интенсивности ингаляционного воздействия установлено сокращение количества клубочков, нарастание полнокровия капиллярных петель и кровоизлияний в просветы капсул, изменения почечных канальцев достигали степени некронефроза. Усиливались отек стромы, очаговая лимфоцитарная инфильтрация, дистрофические и склеротические изменения. Анализ морфологических данных позволил констатировать, что последовательными стадиями поражения органов-мишеней при ингаляционном воздействии ТБЭ выступают дистрофия и некроз. Закономерным следствием тканевого повреждения являлось развитие системного воспалительного ответа при повышении уровней экспозиции с исходом в фиброз. При ингаляционном воздействии ТБЭ в концентрации 0,03 ± 0,002 мг/м^3 специфичных изменений со стороны органов-мишеней не обнаружено.

Анализ материалов лабораторных исследований установил комплекс отклонений биохимических показателей, имеющих биологически оправданные связи с механизмами токсического действия и патоморфологическими изменениями органов-мишеней. Степень повреждения внешних мембран гепатоцитов (увеличение выхода в системный кровоток АЛТ) в фазу первичных реакций хронической интоксикации имела зависимость от уровней концентраций ТБЭ 0,2 ± 0,01, 0,6 ± 0,03, 1,8 ± 0,07 мг/м^3, что правдоподобно отражало гепатотоксический эффект (рис. 1, *а*, рис. 2, *а*, рис. 3, *а*). Приспособительное усиление процессов глюконеогенеза и анаэробного гликолиза (увеличение выхода в системный кровоток АСТ и ЛДГ) при воздействии ТБЭ в концентрациях 0,03 ± 0,002 и 0,2 ± 0,01 мг/м^3 отмечалось в период от 2-й до 6-й недели затравок [4]. В заключительном периоде затравки уровни активности АЛТ, АСТ и ЛДГ во 2-й основной группе утрачивали характер вредного эффекта, что ассоциировалось со становлением фазы компенсации хронической интоксикации ТБЭ. При возрастании интенсивности ингаляционного воздействия максимумы активности АСТ и ЛДГ смещались на более поздние сроки, что отражало активацию цитолитического процесса и замедление развития фазы компенсации [5]. В фазу декомпенсации токсического процесса стойкие неблагоприятные сдвиги ферментемии у животных 3-й и 4-й основных групп являлись биохимическими эквивалентами развития процессов некроза и фиброза в печеночной ткани. Ослабление активности АСТ, АЛТ и ЛДГ у крыс 4-й основной группы, подвергавшихся более интенсивной затравке по отношению к уровням 3-й основной группы, отражало уменьшение доли влияния стрессорной реакции на ферментативную активность сыворотки крови при усилении наркотического эффекта ТБЭ. Это согласуется с данными литературы о том, что высокие уровни экспозиции галогенпроизводных углеводородов вызывают торможение активности микросомальных ферментов печени, ответственных за процессы биотрансформации. Следствием торможения метаболических процессов является усиление наркотического эффекта и, одновременно, снижение уровней продукции метаболитов, обла-

дающих гепатотоксичностью [2, 8]. Стрессовое усиление процессов обмена липидов (повышение содержания в крови ОХ и ТГ) у подопытных крыс зависело от уровня и сроков ингаляционных затравок, что ассоциировалось с изменением количества совершаемой в организме внутренней работы (рис. 1–3).

В сочетании с токсической нагрузкой на клеточные мембраны нарушения липидного обмена у экспериментальных животных при уровнях концентраций 0,2 ± 0,01, 0,6 ± 0,03 и 1,8 ± 0,07 мг/м^3 усиливали опасность развития жировой дистрофии гепатоцитов. Стрессовое увеличение продукции глюкокортикоидов и усиление процессов катаболизма белков (повышение концентраций МН и КР) при всех испытываемых уровнях воздействия ТБЭ установлено в первой половине периода затравок (см. рис. 1, *а*, рис. 2, *а*, рис. 3, *а*). В заключительном периоде затравок содержание мочевины и креатинина в крови крыс, подвергающихся воздействию ТБЭ в концентрации 0,2 ± 0,01 мг/м^3, нормализовалось, что являлось одним из признаков развития фазы адаптации хронической интоксикации (см. рис. 1, *б*). Сохранение повышенных уровней мочевины и креатинина при ингаляционной затравке в концентрации 0,6 ± 0,03 мг/м^3 отражало риск нарушения функционального состояния почек (см. рис. 2, *б*). Достоверное снижение содержания в крови животных мочевины в конце 10-й недели затравки ТБЭ в концентрации 1,8 ± 0,07 мг/м^3 подтверждало нарушение белоксинтезирующей функции печени (см. рис. 3, *б*). Вредный эффект в отношении почечной мембраны при уровнях концентраций ТБЭ 0,2 ± 0,01, 0,6 ± 0,03 и 1,8 ± 0,07 мг/м^3 в различные сроки затравок выразился в увеличении содержания в моче подопытных животных белка (см. рис. 1–3). В совокупности полученные данные свидетельствуют, что общий токсический эффект ТБЭ по показателям функционального состояния печени и почек является результатом действия специфических и неспецифических механизмов токсичности.

Исследования эмоционально-поведенческих реакций крыс с помощью метода «Открытое поле» подтвердили, что длительное ингаляционное воздействие ТБЭ в концентрации 0,03 мг/м^3 приводит к развитию физиологической адаптационной реакции, в концентрациях 0,2 и 0,6 мг/м^3 – усиленного стресс-ответа организма на токсическое воздействие, в концентрации 1,8 мг/м^3 – ослабленного наркотическим

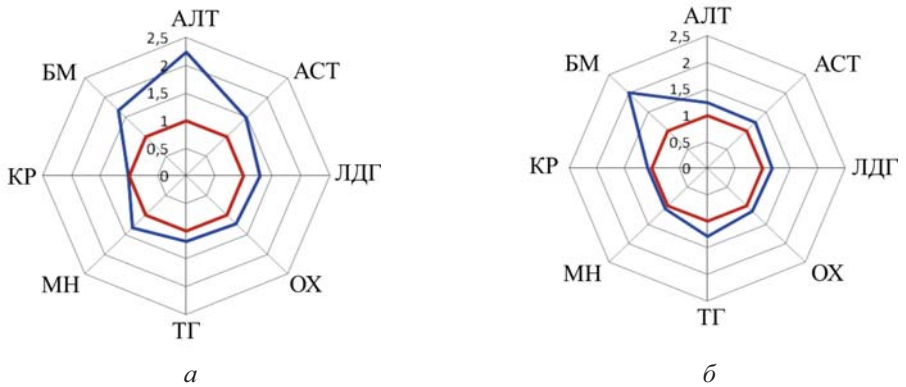
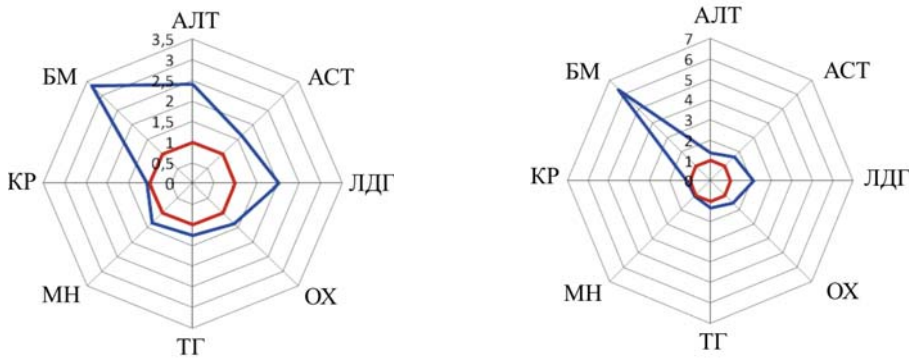
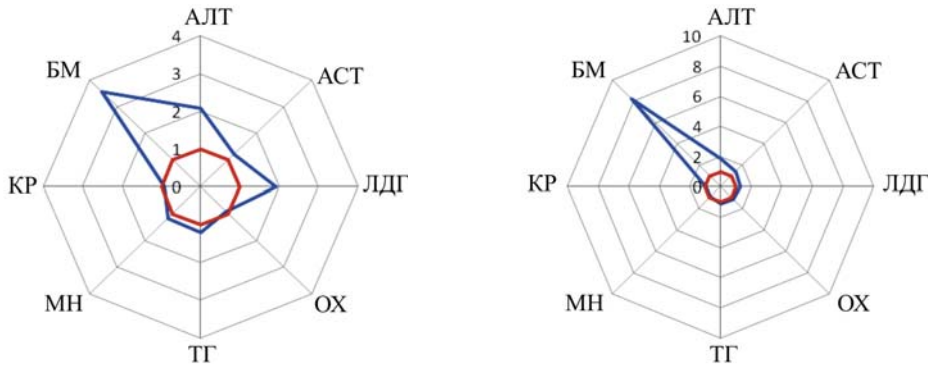


Рис. 1. Диагностические профили вредных эффектов при ингаляционном воздействии ТБЭ в концентрации 0,2 ± 0,01 мг/м^3 (2-я основная группа) в конце 2-й (*а*) и 10-й (*б*) недели затравок. Цифрами обозначена кратность отклонения показателей относительно уровней в контрольной группе (1,0). Условные обозначения в тексте



а *б*

Рис. 2. Диагностические профили вредных эффектов при ингаляционном воздействии ТБЭ в концентрации 0,6 ± 0,03 мг/м^3 (3-я основная группа) в конце 2-й (*а*) и 10-й (*б*) недели затравок. Цифрами обозначена кратность отклонения показателей относительно уровней в контрольной группе (1,0). Условные обозначения в тексте



а *б*

Рис. 3. Диагностические профили вредных эффектов при ингаляционном воздействии ТБЭ в концентрации 1,8 ± 0,07 мг/м^3 (4-я основная группа) в конце 2-й (*а*) и 10-й (*б*) недели затравок. Цифрами обозначена кратность отклонения показателей относительно уровней в контрольной группе (1,0). Условные обозначения в тексте

эффектом стресс-ответа. Закономерно, что длительная экспозиция ТБЭ, по характеру токсического действия являющегося наркотиком [1], в концентрации 1,8 мг/м^3 вызывала достоверное снижение возбудимости центральной нервной системы подопытных животных по суммационно-пороговому показателю. При снижении интенсивности ингаляционного воздействия менее выраженные отклонения в функциональном состоянии центральной нервной системы наблюдались в конце периода затравки.

Результаты динамического наблюдения за экспериментальными животными и произведенные расчеты показали, что из всего комплекса исследуемых показателей приоритетное значение для установления вероятностных параметров зависимости «концентрация – эффект» имеют активность в сыворотке крови АЛТ, содержание

в моче белка и суммационно-пороговый показатель. В фазу первичной декомпенсации хронической интоксикации изменения данных показателей коррелировали с уровнями концентраций ТБЭ 0,2 ± 0,01, 0,6 ± 0,03, 1,8 ± 0,07 мг/м^3 и подтверждали гепатотоксическое, нефротоксическое и нейротоксическое действие. Во второй половине периода затравок, в фазах компенсации, декомпенсации и адаптации хронической интоксикации изменения маркеров ответа у части подопытных животных становились менее значимыми.

Выводы. Таким образом, 3-месячные ингаляционные затравки ТБЭ в концентрациях 0,2 ± 0,01, 0,6 ± 0,03, 1,8 ± 0,07 мг/м^3 приводили к морфологическим изменениям органов-мишеней и сдвигам биохимических показателей, выраженность которых нарастала по мере повышения уровня токсического воздействия. Патоморфологические и клинико-диагностические представления об эффектах длительного ингаляционного воздействия ТБЭ положены в основу разработки оптимальных методов диагностики и прогнозирования хронической интоксикации и заболеваемости, имеющей биологически оправданные связи со специфическими и неспецифическими механизмами токсичности. При проведении медико-биологических исследований приоритетными являются показатели, характеризующие нейротоксическое, гепатотоксическое и нефротоксическое действие. При планировании клинических исследований с высокой вероятностью следует ожидать диагнозов, относящихся к критическим органам и системам – нервной системе, печени и почкам. К ожидаемым видам болезней нервной системы относятся токсическая энцефалопатия (G92) и невротические расстройства, связанные со стрессом (F40-F48). К ожидаемым видам болезней печени следует отнести токсическое поражение печени (K71), печеночную недостаточность (K72), хронический гепатит, не классифицированный в других рубриках (K73), фиброз и цирроз печени (K74). К ожидаемым видам болезней мочеполовой системы следует отнести токсическую нефропатию (N14.4) и тубулоинтерстициальное поражение почек (N16.8). С высокой вероятностью следует ожидать регистрацию диагнозов, относящихся к органам дыхания, непосредственно соприкасающимся с атмосферными загрязнителями (J00-J99).

Список литературы

1. Вредные химические вещества. Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов: справ. изд. / А.Л. Бандман, Г.А. Войтенко, Н.В. Волкова [и др.]; под ред. В.А. Филова [и др.]. – Л.: Химия, 1990. – 732 с.

2. Курышева Н.Г., Экштат Б.Я., Казанина С.С. К механизму гепатотропного действия 1,1,2,3-Тетрахлорпропена // Гигиена и санитария. – 1977. – № 4. – С. 95–97.

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. Рослый И.М., Абрамов С.В., Покровский В.И. Ферментемия – адаптивный механизм или маркер цитолиза? // Вестник РАМН. – 2002. – № 8. – С. 3–10.

5. Саноцкий И.В. Достижения отечественной профилактической токсикологии в XX веке и перспективы развития // Токсикологический вестник. – 1997. – № 6. – С. 2–8.

6. Установление и доказательство вреда здоровью гражданина, наносимого негативным воздействием факторов среды обитания / И.В. Май, Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11 (248). – С. 4–7.

7. Штабский Б.М. О зависимости доза – ответ и оценке токсигенного риска // Токсикологический вестник. – 2004. – № 2. – С. 29–34.

8. Cornish H., Ling B., Barth M. Phenobarbitae and organic solvent toxicity // Amer. Ind. Hyg. Assoc. Journal. – 1973. – № 34 (11). – P. 487–492.

9. Effect of dose on the metabolism of 1,1,2,2-tetrabromoethane in F344/N rats after gavage administration / C.H. Kennedy, K.B. Cohen, W.E. Bechtold [et al.] // Toxicology and Applied Pharmacology. – 1993. – № 119. – P. 23–33.

10. Susceptibility of newborn rats to hepatotoxicity of 1,3-dibromopropane and 1,1,2,2-tetrabromoethane, compared with young rats / M. Hirata-Koizumi, O. Kusuoka, N. Nishimura, H. Wada, H. Ogata, N. Fukuda, Y. Ito, E. Kamata, M. Ema, R. Hasegawa // Journal of Toxicological Sciences. – 2005. – № 30. – P. 29–42.

Репродуктивное здоровье и питьевой фактор: риски, прогноз, решения

О.В. Сивочалова, С.И. Плитман, М.А. Фесенко

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда»,
г. Москва, Россия

В докладе Секретариата Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) от 22 апреля 2010 г. «Стратегии безопасного снабжения питьевой водой для потребления человеком» записано, что качество питьевой воды является значимой экологической детерминантой здоровья и столпом первичной профилактики заболеваний, передаваемых с водой. Задача 7 доклада посвящена потребности в доступе к безопасной питьевой воде для целей улучшения здоровья матери и ребенка и сокращения детской смертности, так как выявлено, что примерно 10 % глобального бремени болезней можно предотвратить посредством улучшения качества питьевой воды.

В России в последние годы, несмотря на положительные сдвиги в демографической картине (повысилась рождаемость, снизились уровни смертности), показатели общей заболеваемости продолжают оставаться на высоких уровнях при постоянном сокращении численности населения, в том числе женщин фертильного возраста. При этом рост гинекологической заболеваемости на фоне высоких показателей общей заболеваемости создает высокий риск формирования многочисленных групп больных со сниженной функцией воспроизводства здорового потомства. В то время как согласно «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (утв. Правительством РФ № 1662-р от 17 ноября 2008 г.) и «Концепции демографической политики на период до 2025 года» (утв. Указом Президента РФ № 1351 от 9 октября 2007 г.) в стране запланировано увеличение численности населения до 144 млн человек, которое должно обеспечиваться программами по здоровью.

В документах, действующих в России, достаточно подробно регламентированы допустимые нагрузки на здоровье женщин за счет производственных факторов. Особенно это касается химических веществ, которые могут вызывать нарушения репродуктивного здоровья женщин, работающих с веществами гонадотропного, эмбриотропного, канцерогенного и мутагенного действия. Перечень химических веществ в рабочей зоне, с которыми запрещена или не рекомендована работа женщинам фертильного возраста или беременным, представлена в отечественных документах [8, 11].

В последние годы на фоне улучшения демографических показателей (рост рождаемости, снижение смертности) заболеваемость работающего и детского населения остается на высоких уровнях. Это может свидетельствовать о том, что помимо профессиональной составляющей женщины получают дополнительно химические вещества в различные возрастные периоды другими путями, в частности с питьевой водой. Особое значение этот факт имеет во время беременности женщины (эмбриональный период будущего индивидуума) и в раннем детском возрасте, который характеризуется анатомо-физиологическими особенностями роста и развития ребенка.

Воздействие репротоксических веществ вызывает нарушения функции репродуктивной системы [6, 13] и способно вызывать нарушения развития и здоровья будущего ребенка. Спецификой же химических веществ, обладающих канцерогенной опасностью, является то, что на них распространяется принцип суммации при воздействии на организм человека (при наличии двух веществ и более их действие суммируется). Не менее важным является вопрос мутагенной активности, которой обладает ряд химических соединений. По мнению Ю.А. Рахманина с соавт., факторы химического происхождения на несколько порядков превышают активность физических факторов, обладая более выраженным специфическим действием на структуру клетки в зависимости от ее стадии развития [1].

Наши собственные исследования по определению риска повреждения репродуктивной функции женщин-работников при воздействии определенных химических веществ проведены с учетом их фактических концентраций и стажа работы. Из этого следует, что существующий алгоритм оценки риска химической составляющей на репродуктивное здоровье женщины позволяет осуществлять прогноз возможных нарушений половой системы и разработки профилактических мероприятий [5].

Известно, что такие соединения, как акрилонитрил, свинец, винилхлорид, мышьяк, хлорметан и эпихлоргидрин, обладая канцерогенной опасностью, одновременно являются репродуктивными ядами и нарушают функцию репродуктивной системы. Эти вещества могут находиться в питьевой воде.

Отмеченное корреспондирует с п. 4 в докладе Секретариата ВОЗ, в котором говорится, что «…миллионы люде подвергаются воздействию небезопасных концентраций химических загрязнителей питьевой воды, что приводит к ряду серьезных последствий для здоровья».

Питьевой фактор, по сравнению с другими, достаточно стабилен. Вода, подаваемая из централизованных систем водоснабжения, контролируется как на станциях водоподготовки, так и в рамках гигиенического мониторинга. Для большинства веществ, которые могут попадать в питьевую воду, имеются гигиенические нормативы [10], референтные дозы при пероральном поступлении, а также факторы канцерогенного потенциала [7].

В данном сообщении мы попытались определить возможное влияние водного фактора на здоровье детей до 6 лет, молодых женщин до 20 лет и женщин до 50 лет.

Возраст ребенка от 0 до 6 лет, согласно основным биологическим закономерностям роста и развития человека, отражает не моментальную характеристику состояния (развития), а динамику процесса. При этом морфофункциональное состояние ребенка (рост, масса тела, развитие речи и готовности к обучению и т.д.) отражает отдельные факторы окружающей среды, в которой рос ребенок, в частности, качество питьевой воды [4].

Возраст детей от 6 до 14 и женщин с 15 до 20 лет выбран в связи с тем, что до этого возраста, они, как правило, не имеют профессионального воздействия химических веществ.

Женщины от 21 до 50 лет помимо питьевого фактора получают нагрузки профессионального характера, в то время как дети до 6 и женщины до 20 лет имеют в анамнезе питьевой фактор, так как они не работают на предприятиях.

Содержание химических веществ в питьевой воде в Российской Федерации регламентируется [2, 11]. Однако эти регламенты отличаются между собой. При их обосновании не использована методика оценки риска, рекомендованная ВОЗ [9].

В настоящее время в России имеется методическое руководство по оценке рисков для здоровья за счет факторов окружающей среды, включая питьевой [7]. Преимуществом этой методики является возможность рассчитать коэффициенты опасности и канцерогенные риски как для веществ, имеющих нормативы, так и не имеющих, но для которых известны референтные дозы, факторы канцерогенного потенциала и задаваемая экспозиция воздействия.

Наряду с использованием стандартной формулы при расчетах для разных возрастных категорий (дети от 0 до 6 лет, девочки-подростки от 7 до 14, девушки – 15–20, женщины – 21–50 лет), для каждого возраста дифференцированы объем потребляемой воды, масса тела, период осреднения экспозиции (лет).

В качестве модельных веществ, для которых были рассчитаны коэффициенты опасности и индивидуальные пожизненные канцерогенные риски (ИПКР), взяты наиболее распространенные. К ним следует отнести вещества, образуемые при обеззараживании воды, наиболее часто присутствующие в источниках, а также вещества, которые мигрируют из реагентов и конструкционных материалов, используемые при водоподготовке и в водопроводных системах.

Во всех случаях концентрации, взятые для расчета, находились на уровне ПДК СанПиНа на питьевую воду.

Расчеты показали, что для некоторых неканцерогенных веществ (сурьма, нитраты) коэффициент опасности превышал приемлемую величину. Для канцерогенных веществ (акрилонитрил, винилхлорид, мышьяк, хром) уровень ИПКР был выше приемлемого риска. При этом эти вещества обладают репротоксичностью, вызывают нарушения со стороны репродуктивной функции, в том числе нарушения развития плода и здоровья новорожденного.

Максимальный ИПКР за счет присутствия химических веществ в питьевой воде на уровне нормативных величин отмечен в отношении женщин (21–50 лет). Наиболее высокие ИПКР отмечаются за счет акрилонитрила ($6{,}1 \cdot 10^{-4}$ – $12{,}9 \cdot 10^{-4}$), что превышает не только приемлемый риск за счет питьевого фактора, но и риск, приемлемый для рабочей зоны.

Для неканцерогенных веществ максимальный коэффициент опасности за счет присутствия в питьевой воде на уровне ПДК сурьмы, нитратов, хлоритов отмечается у детей до 6 лет и составляет соответственно 8,25; 1,85 и 0,44, т.е. превышает рекомендованный ВОЗ (0,1) [9].

Учитывая результат полученных расчетов, нельзя исключить, что показатели онкологической заболеваемости могут быть связаны с наличием в питьевой воде веществ, для которых пожизненные индивидуальные канцерогенные риски превышают приемлемые. Статистические данные свидетельствуют о неуклонном росте онкологической заболеваемости населения страны. Динамика заболеваемости детей в возрасте от 0 до 14 лет показывает рост по новообразованиям различной локализации: в 2005 г. – показатели составляли 340,7 на 100 тыс. детей соответствующего возраста, а в 2014 г. эти показатели выросли до 479,4 соответственно.

Среди взрослого женского населения общая онкологическая заболеваемость выросла с 250,1 тыс. в 2005 г. до 307,5 тыс. в 2014 г. Рак молочной железы в 2005 г. впервые диагностирован у 49,5 тыс. женщин и в 2014 г. – у 65,1 тыс. женщин [3].

Сурьма занимает особое место среди неканцерогенных веществ. Это вещество и его соединения влияют на нарушение менструальной функции, способствуют самопроизвольным абортам, замедляют физиологическое развитие плода.

Отдельно следует остановиться на нитратах. Основной путь их поступления – с пищей и водой. Однако нитраты в желудке и кишечнике могут превращаться в нитрозоамины [12]; 80 % от образованных нитрозаминов в результате эндогенного синтеза обладают тератогенной и мутагенной активностью. В эксперименте введение крысам пороговых (соответственно 2,8 и 91 мг/кг) и подпороговых (соответственно 0,28 и 9,1 мг/кг) доз аммиачной и натриевой селитр в период беременности или лактации вызвало нарушение физического развития потомства, которое выражалось в уменьшение массы тела, запаздывании сроков покрытия шерстью, нарушение развития органа зрения.

Полученные результаты имеют важное значение для прогнозирования и предупреждения репродуктивных нарушений, обусловленных действием канцерогенных веществ, не связанных с профессиональной деятельностью женщины, и для разработки мероприятий профилактического характера по снижению заболеваемости населения, связанной с питьевой водой.

Выводы:

1. Действующие в России законодательные документы в области охраны здоровья женщин-работников не учитывают вклад питьевого фактора в суммарную токсигенную нагрузку (включая канцерогенную).

2. Питьевая вода даже при обеспечении ее нормативного качества не всегда гарантирует приемлемый риск для здоровья за счет содержания ряда химических веществ (акрилонитрил, мышьяк).

3. Наибольший вклад водного фактора в канцерогенную нагрузку на организм (при обеспечении нормативов на уровне СанПиН 2.1.4.1074-01) прогнозируется за счет акрилонитрила и мышьяка, а из веществ, не обладающих прямым канцерогенным эффектом, наиболее опасны сурьма и нитраты.

4. Использование индивидуальных пожизненных канцерогенных рисков или коэффициентов опасности для прогнозирования изменений здоровья женщин позволяет своевременно и более целенаправленно проводить профилактические мероприятия (включая требования к питьевому водопользованию на предприятиях),

корректировать программы медосмотров, вносить предложения по уточнению нормативной базы как питьевой воды, так и в отношении химических веществ, нормируемых в рабочей зоне.

5. По критерию ИПКР наиболее уязвимы женщин 21–50 лет, по критерию коэффициента опасности дети – до 6 лет.

6. Превышение приемлемых рисков за счет веществ, находящихся в питьевой воде на уровне действующих нормативов, опасных для репродуктивного здоровья (акрилонитрил, мышьяк, шестивалентный хром, сурьма), является основанием для корректировки профилактических и медицинских программ в отношении детского населения и женщин, контактирующих на производствах с веществами, обладающими канцерогенной и репротоксической активностью.

Список литературы

1. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействие на здоровье населения / Ю.А. Рахманин, С.И. Иванов, С.М. Новиков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 5–7.

2. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – М., 2003. – 268 с.

3. Здравоохранение в России-2015: статистический сборник. – М.: Росстат, 2015. – 174 с.

4. Кучма В.Р. Фундаментальные проблемы роста и развития ребенка, достижения, перспективы // Справочник педиатра. – 2007. – № 7. – С. 3–10.

5. Проблема сохранения репродуктивного здоровья работников при воздействии вредных факторов производственной и окружающей среды / Н.Ф. Измеров, О.В. Сивочалова, М.А. Фесенко [и др.] // Вестник РАМН. – 2012. – № 12. – С. 47–53.

6. Профессиональный риск репродуктивных нарушений, проблемы и принципы прогнозирования их у работников при воздействии химических факторов / О.В. Сивочалова, М.А. Фесенко, М.К. Гайнуллина, Э.И. Денисов, Г.В. Голованева // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 4. – С. 192–198.

7. 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.

8. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – 142 с.

9. Руководство по контролю качества питьевой воды // Всемирная организация здравоохранения. – Женева, 1987. – Т. 2. – 38 с.

10. СанПиН 2.1.4.1074-0. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Электронный ресурс]. – URL: http: //standartgost.ru/g/ % D0 % A1 % D0 % B0 % D0 % BD % D0 % 9F % D0 % B8 % D0 % 9D_2.1.4.1074-01 (дата обращения: 22.02.2016).

11. СанПиН 2.2.0.555-96. Гигиенические требования к условиям труда женщин: санитарные правила и нормы [Электронный ресурс]. – М., 1996. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/1400016 (дата обращения: 18.02.2016).

12. Шендерев Б.А. Энтеробактерии, восстанавливающие нитраты в нитриты // Микрофлора человека и животных и ее функция. – М.: Грантъ, 1998. – Т. 1. – 288 с.

13. Chlorination Disinfection By-Products in Drinking Water and Congenital Anomalies: Review and Meta-Analyses / M.J. Nieuwenhuijsen, D. Martinez, J. Grellier [et al.] // Environ Health Perspect. – 2009. – Vol. 117, № 10. – P. 1486–1493.

Сравнительная токсикологическая характеристика некоторых наноматериалов, содержащихся в пищевой продукции

В.А. Тутельян[1], Н.В. Зайцева[2], С.А. Хотимченко[1], М.А. Землянова[2], И.В. Гмошинский[1], В.Н. Звездин[2], В.А. Шипелин[1]

[1]ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия
[2] ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

Широкое использование продукции нанотехнологий в различных отраслях промышленности, в том числе в пищевой промышленности, связано с потенциальными рисками за счет их возможной токсичности. Проведенный анализ информации за период с начала 2000-х гг. показал, что такие виды наноматериалов (НМ), как наночастицы (НЧ) аморфного диоксида кремния (SiO_2) и НЧ серебра (Ag), наиболее часто могут содержаться в составе различных видов пищевой продукции.

Аморфный SiO_2 широко используется в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки Е551 с функцией антислёживающего агента и носителя. Согласно ТР ТС 029/2012 допускается использование Е551 в составе таких видов пищевой продукции, как пряности (не более 30 г/кг), продукты, плотно обёрнутые фольгой (30 г/кг), продукты сухие порошкообразные, включая сахарную пудру (10 г/кг), сыры и их заменители (10 г/кг), соль и её заменители (10 г/кг), ароматизаторы (50 г/кг). В таблетированной пищевой продукции, БАД к пище, сахаристых кондитерских изделиях (кроме шоколада) содержание Е551 не регламентируется и устанавливается технической документацией изготовителя. В спецификации JECFA на данную пищевую добавку [15] отсутствует информация о размере её частиц, однако указывается, что величина удельной площади поверхности может составлять 220 $м^2/г$ и более, что указывает на присутствие НЧ. Помимо преднамеренного введения в состав пищевой продукции НЧ SiO_2 могут быть загрязнителями пищи. Это связано с большими объёмами их промышленного производства, составляющего порядка 25 000 тонн, то есть около 40 % всего мирового выпуска нанопорошков.

НЧ Ag представляют собой один из наиболее широко применяющихся в медицине и быту НМ [13]. Области их использования включают медицинские препараты, перевязочные материалы, дезинфицирующие средства, бытовую химию, текстиль, фильтры для воды, упаковочные материалы, косметику, БАД к пище [10, 12, 14]. Объём производства НЧ Ag в мире составлял в 2011 г. свыше 500 т в пересчете на Ag [11] и, возможно, превысил 1000 т в 2015 г. В Российской Федерации по состоянию на 2015 г. зарегистрировано 132 наименования потребительской продукции, содержащей НЧ Ag. Помимо воздействия в составе продукции, эти НЧ могут экспонировать население через различные объекты окружающей среды. Так, при их сжигании на мусороперерабатывающих предприятиях большая часть коллоидного металлического Ag накапливается в золе и шламах систем воздухоочистки [11, 16], откуда может поступать на поля в составе удобрений, смываться в водоёмы и накапливаться в различных водных и почвенных организмах.

На протяжении 2013–2015 гг. в ФГБНУ «Научно-исследовательский институ питания» и ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора была проведена серия комплексных совместных исследований по сравнительной токсикологической характеристике двух вышеуказанных НМ. Объектами исследования служили крысы самцы линии «Вистар», а в отдельных экспериментах – также линейные мыши BALB/C. Дизайн исследований включал экспонирование животных НМ через желудочно-кишечный тракт (внутрижелудочное введение или добавление в потребляемые рационы) в остром (14 сут) или подострых (до 92 сут) экспериментах. Целью исследования был поиск наиболее информативных маркеров токсического действия НМ, установление на этой основе предполагаемых механизмов токсического действия и оценку максимальных недействующих (NOAEL) и пороговых (LOAEL) доз. Применяемые методы включали оценку интегральных показателей (внешний вид животных, прибавка массы тела, заболеваемость и летальность, поведенческие реакции в тестах условного рефлекса пассивного избегания (УРПИ) и «Открытое поле», определение удельных масс внутренних органов), гематологических показателей эритроцитов и лейкоцитов, иммунологические методы (типирование содержания CD3 + , CD4 + , CD8 + , CD161a + , CD45 RA + на лейкоцитах периферической крови с помощью проточной цитофлуориметрии), определение проницаемости кишечного барьера для макромолекул белка, анализ аддуктов ДНК (8-оксо-2-дезоксигуанозина) в моче, изучение апоптоза клеток печени методом проточной цитофлуориметрии, биохимические показатели и активность ферментов крови и клеточных фракций гепатоцитов печени, светооптическое морфологическое исследование внутренних органов (печень, тонкая и толстая кишка, почки, селезенка, сердце, головной мозг), анализ состава и функциональной активности кишечного микробиома, содержание Cd, Pb, As, Ag, Zn, Cu, Cr, Mn, Al, Ni и Co в органах (печень, почки, головной мозг) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Дизайн проводимых экспериментов соответствовал МУ 1.2.2520-09 «Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности наноматериалов», российским и международным правилам обращения с лабораторными животными.

В качестве объектов исследования использовали: а) содержащий НЧ SiO_2 порошок аморфного SiO_2 «Орисил-300» ®; б) наноразмерное коллоидное Ag «Арговит-С» ® в виде водного раствора, стабилизированного поливинилпирролидоном. По данным исследования просвечивающей электронной и атомно-силовой микроскопией, динамическим рассеянием света размер НЧ SiO_2 составил от 20 до 60 нм; они были ассоциированы в непрочные кластеры, легко разрушаемые ультразвуком.

Образец НЧ Ag характеризовался бимодальным распределением по размерам неагрегированных частиц, с локальными максимумами числа частиц в интервалах диаметров 10–20 и 50–80 нм. Принадлежность НЧ к частицам металлического серебра была подтверждена методом электронной дифракции. Данные препараты НЧ были выбраны, как отвечающие наиболее часто встречающимся наноматериалам данного типа в пищевой продукции, представленной в России.

Результаты исследований были опубликованы в серии статей [1–9].

Как показало изучение острой токсичности НЧ SiO_2 в эксперименте на мышах, водная суспензия образца при однократном внутрижелудочном введении через зонд в дозе до 10 000 мг/кг не вызывала гибели и явлений интоксикации. Изменений в интегральных показателях общего состояния экспериментальных животных не наблюдалось. В гистологических препаратах ободочной и тощей кишки морфологические изменения отсутствовали. По критерию LD_{50} (больше 10000 мг/кг) изучаемые НЧ SiO_2 относились к IV классу опасности (малоопасные вещества) при пероральном пути введения.

В подостром эксперименте на протяжении 1-го и 2-го месяца эксперимента животные всех групп практически одинаково прибавляли в массе тела, однако по истечении 3-го месяца наблюдалось небольшое (не более 15 %), но достоверное отставание в прибавке массы во всех опытных группах по сравнению с контролем. Тестирование когнитивной функции животных по методу УРПИ показало отсутствие негативного влияния НЧ SiO_2 на долговременную память во всех дозах, однако при дозе 100 мг/кг массы тела можно предположить наличие у животных повышенного уровня дискомфорта (тревожности), что выразилось в достоверном сокращении числа первичных заходов в тёмный отсек. При воздействии на животных изучаемого НМ в дозе до 100 мг/кг массы тела не наблюдалось дозозависимых и/или достоверных неблагоприятных изменений массы внутренних органов, проницаемости стенки кишки для макромолекул, экскреции аддуктов ДНК, содержания восстановленного глутатиона в печени, апоптоза гепатоцитов, показателей перекисного окисления липидов (ПОЛ), активности антиоксидантных ферментов, состава и функциональной активности микробиома толстой кишки. По показателям, характеризующим состояние системы детоксикации ксенобиотиков в печени, у крыс, получавшей наибольшую дозу SiO_2 (100 мг/кг массы тела) отмечалось достоверное повышение содержания общего цитохрома b5 и активности изоформы СУР 1А1. Активность изоформы СУР 2В1, напротив, снижалась, причём наиболее выраженным (на 46 %) и достоверным это снижение было при дозе 1 мг/кг массы тела Активность глутатион-S-трансферазы достигала максимума при дозе 10 мг/кг массы тела (рост на 28 %). Небольшое по абсолютной величине (на 23 и 19 %), но достоверное повышение активности общих лизосомальных арилсульфатаз А и В отмечено при дозе 100 мг/кг массы тела.

Результаты определения гематологических показателей выявили достоверное и довольно выраженное (на 33 %) снижение общего числа лейкоцитов при дозе 100 мг/кг массы тела. Как показали исследования методом проточной цитофлуориметрии, при этом достоверно снижается доля Т-хелперов (на 13 %), возрастает доля цитотоксических лимфоцитов (на 19 %), что в совокупности приводит к выраженному (на 27 %) снижению иммунорегуляторного индекса (CD4/CD8). При этом отмечается дисбаланс противовоспалительных цитокинов, а именно TNF-α, уровень которого достоверно повышается в среднем на 590 %, и IL-10, содержание которого проявляет выраженную (на 36 %) тенденцию к снижению.

Морфологическое исследование органов крыс выявило незначительные изменения в структуре паренхиматозных органов (печень, почки, селезенка), не

демонстрирующих определенной зависимости от дозы НМ. Тем не менее направленность этих изменений, особенно в печени, свидетельствовала об определенном усилении иммунной реакции, вызываемой введением НЧ SiO_2. Наиболее выраженными были изменения морфологии подвздошной кишки, состоящие в массивной лимфомакрофагальной и эозинофильной инфильтрации ворсинок, без видимого нарушения структуры их эпителиального пласта, что косвенно указывает на отсутствие нарушений барьерной функции кишечного эпителия. При максимальной из доз, 100 мг/кг массы тела, усиление иммунной реакции в стенке подвздошной кишки было наиболее значительным.

При подостром пероральном введении мышам-самцам линии BALB/c НЧ Ag в дозах от 0,1 до 10 мг/кг массы тела в расчете на серебро в течение 90 суток выявлены различные дозозависимые эффекты со стороны поведенческих реакций в тесте «Открытое поле», включая уменьшение частоты действий, требующих физических усилий, и сокращение времени выполнения данных действий; повышение тревожности по показателям частоты и длительности актов ориентировочно-исследовательской активности и груминга. Морфологическое исследование выявило изменения тканей печени и селезенки, в меньшей степени – почек и сердца – с нарастанием спектра и степени выраженности по мере увеличения дозы НМ. В аналогичном эксперименте на крысах самцах Вистар по показателям прибавки массы тела, относительной массы лёгких, среднего объёма эритроцита, содержания и концентрации гемоглобина в эритроцитах, относительной доли нейтрофилов и лимфоцитов отмечались неблагоприятные сдвиги при дозе НМ 10 мг/кг массы тела в расчёте на Ag. При меньших дозах (0,1 и 1 мг/кг) изменения (в содержании тиоловых соединений в печени, когнитивной функции, относительном содержании моноцитов, количестве мертвых гепатоцитов) не обладали однозначной зависимостью от дозы. В печени крыс было отмечено повышение активности ключевых ферментов I и II стадий системы детоксикации ксенобиотиков, свидетельствующее о её функциональном перенапряжении, снижение активностей общих арилсульфатаз A и B, β-галактозидазы (при отсутствии изменений в их неседиментируемой активности), В плазме крови выявлено снижение уровня мочевой кислоты, повышение активности щелочной фосфатазы. Указанные изменения наблюдались в интервале доз НМ 1–10 мг/кг массы тела. В числе иммунологических показателей, отмечено снижение количества В-лимфоцитов при дозе НМ 10 мг/кг, тогда как изменения остальных параметров системы иммунитета не имели однозначной зависимости от дозы. Подострое введение НЧ Ag не приводило к значительным изменениям в составе нормальной микробиоты, оказывая тем не менее угнетающее действие на рост ряда транзиторных компонентов, представленных в том числе условно-патогенными видами микроорганизмов. Анализ микроэлементного статуса крыс, получавших НЧ Ag, выявил дозозависимое накопление Ag в печени, почках и селезенке, что сопровождалось достоверным снижением содержания Cu в почках, снижением Zn и Co и повышением Mn в печени, повышением Cd, Cr и Ni в селезенке. Показатели обеспеченности Se (экскреция с мочой, содержание в плазме крови, активность глутатионпероксидазы эритроцитов) были достоверно снижены у крыс, получавших НЧ Ag в дозе 1–10 мг/кг массы тела, что свидетельствует об антагонизме Ag (в составе НЧ) и Se.

У крыс, получавших НЧ Ag, отмечались некоторые морфологические изменения в печени, селезенке и почках с нарастанием спектра и степени выраженности

по мере увеличения дозы НМ. Органом, наиболее чувствительным к воздействию НЧ Ag, являлась, по-видимому, печень, в которой выявлялись отёк, эозинофильная и лимфомакрофагальная инфильтрация портальных трактов, появление средних и крупнокапельных жировых вакуолей в цитоплазме гепатоцитов. Пороговая доза НМ для этих изменений составляла не более 1,0 мг/кг массы тела.

Таким образом, исследования выявили значительные различия в спектре маркеров токсического действия НЧ SiO_2 и Ag, что указывает на отличия в механизмах их действия. При пероральной экспозиции НЧ SiO_2 первичной мишенью токсического действия является, по-видимому, слизистая оболочка кишки, в которой развивается выраженная иммунопатологическая реакция, отдалёнными последствиями которой являются, как можно предположить, неблагоприятные системные сдвиги в функции иммунитета. В отличие от этого, токсическое действие НЧ Ag на слизистую оболочку тонкой кишки не было выявлено, а в роли органов-мишеней выступали печень и (в меньшей степени) селезенка, почки и сердце. Чувствительными биохимическими маркерами токсичности НЧ Ag были активность ряда ключевых ферментных систем печени, биохимические и энзимологические показатели крови и состояние гомеостаза микроэлементов (в первую очередь – селена). Это позволяет предположить, что токсическое действие НЧ Ag реализуется на системном уровне, после их всасывания в кровь и накопления во внутренних органах, с последующим захватом НЧ клетками ретикулоэндотелиальной системы и высвобождением цитотоксичных ионов Ag^+ под действием внутриклеточных оксидантов. Пороговая доза токсического воздействия НЧ SiO_2 при 92-суточной пероральной экспозиции у крыс составила 100 мг/кг массы тела в сутки, тогда как для НЧ серебра она была менее 1 мг/кг массы тела/сут. Полученные данные необходимо учитывать при оценке рисков, обусловленных присутствием обоих видов НЧ в пищевой продукции.

Список литературы

1. Гмошинский И.В., Шипелин В.А., Ворожко И.В., Сенцова Т.Б., Сото С.Х., Авреньева Л.И., Гусева Г.В., Кравченко Л.В., Хотимченко С.А., Тутельян В.А. // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № 2. – С. 14–23.

2. Зайцева Н.В., Землянова М.А., Звездин В.Н., Довбыш А.А., Акафьева Т.И., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А. // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 68–81.

3. Зайцева Н.В., Землянова М.А., Звездин В.Н., Довбыш А.А., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А., Акафьева Т.И. //Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № 1. – С. 47–55.

4. Зайцева Н.В., Землянова М.А., Звездин В.Н., Довбыш А.А., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А., Сафенкова И.В., Акафьева Т.И. // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 2. – С. 42–49.

5. Шумакова А.А., Авреньева Л.И., Гусева Г.В., Кравченко Л.В., Сото С.Х., Ворожко И.В., Сенцова Т.Б., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А., Тутельян В.А. // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 4. – С. 58–66.

6. Шумакова А.А., Арианова Е.А., Шипелин В.А., Сидорова Ю.С., Селифанов А.В., Трушина Э.Н., Мустафина О.К., Сафенкова И.В., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А., Тутельян В.А. //Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 3. – С. 52–62.

7. Шумакова А.А., Ефимочкина Н.Р., Минаева Л.П., Быкова И.Б., Батищева С.Ю., Маркова Ю.М., Трушина Э.Н., Мустафина О.К., Шаранова Н.Э., Гмошинский И.В., Ханферьян Р.А., Хотимченко С.А., Шевелева С.А., Тутельян В.А. // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № 4. – С. 46–56.

8. Шумакова А.А., Шипелин В.А., Сидорова Ю.С., Трушина Э.Н., Мустафина О.К., Придворова С.М., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А. // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № 6. – С. 46–57.

9. Шумакова А.А., Шипелин В.А., Трушина Э.Н., Мустафина О.К., Гмошинский И.В., Ханферьян Р.А., Хотимченко С.А., Тутельян В.А. // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № 5. – С. 106–114.

10. Blaser S.A., Scheringer M., MacLeod M., Hungerbühler K. // Sci. Total Environ. – 2008. – Vol. 390, № 2–3. – P. 396–409.

11. Fabrega J., Luoma S.N., Tyler C.R., Galloway T.S., Lead JR. //Environ. Int. – 2011. – Vol. 37, № 2. – P. 517–531.

12. Marambio-Jones C., Hoek E.M.V.//J. Nanopart. Res. – 2010. – Vol. 12, № 5. – P. 1531–1551.

13. Rezić I. // Trends Anal. Chem. – 2011. – Vol. 30, № 7. – P. 1159–1167.

14. Savage N., Diallo M.S. // J. Nanopart. Res. – 2005. – Vol. 7, № 4–5. – P. 331–342.

15. Silicon dioxide, amorphous. – Rome: JECFA. 1973–1992. – 2p. – URL: http://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/jecfa-additives/en (дата обращения: 15.08.2015).

16. Vejerano E.P, Leon E.C., Holder A.L., Marr L.C. // Environ. Sci.: Nano. – 2014. – Vol. 1, № 2. – P. 133–143.

Оценка содержания токсичных микроэлементов в крови детей промышленного региона России

Т.С. Уланова, Е.В. Стенно, А.В. Недошитова, М.А. Баканина

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

Группа токсичных микроэлементов (свинец, кадмий, мышьяк), избыточное поступление которых в организм может приводить к патологическим состояниям и токсическим реакциям, а также возникновению и прогрессированию различных хронических заболеваний, является приоритетной группой при анализе биосред [6–8]. Металлы поступают в окружающую среду при добыче полиметаллических руд, при производстве сплавов, красителей, при использовании пестицидов и гербицидов и т.д. Мышьяк является сопутствующим элементом в металлургии, поступая с железорудными материалами и углем в доменную плавку, с твердым шлаком, шламами, с газовыми выбросами попадает в окружающую природную среду промышленных регионов.

Все указанные элементы имеют низкие ПДК в питьевой воде, атмосферном воздухе, а также низкие референтные концентрации при хроническом ингаляцион-

ном воздействии *RfC* и референтные дозы при хроническом пероральном поступлении *RfD* [1]. По классификации МАИР данные элементы и их соединения являются потенциальными канцерогенами, свинец отнесен к группе 2А, кадмий и мышьяк к 1-й группе. Все сказанное подтверждает актуальность методических разработок по определению содержания токсичных элементов в биосредах с использованием высокочувствительных аналитических методов.

Целью настоящих исследований является разработка методики определения количественного содержания мышьяка, кадмия и свинца в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой и определение достоверных уровней содержания в крови детей промышленного региона Пермского края.

Материалы и методы. *Аппаратура.* Количественное определение свинца, кадмия и мышьяка в пробах крови осуществляли на масс-спектрометре «Agilent 7500cx» («Agilent Technologies», USA) в стандартном режиме. Мощность высокочастотного сигнала 1550 Вт. Для введения проб использовалась двухканальная распылительная камера Скотта. Температура распылительной камеры 2,0 °С. Скорость подачи образца в распылительную камеру составляла 0,4 мл/мин. Расстояние от горелки до отбирающего конуса составляло для анализа образцов крови 7,2 мм. Скорость работы детектора осуществлялась ≥100 мкс на 1 ион. Для настройки использовали раствор ^{7}Li, ^{59}Co, ^{89}Y и ^{205}Tl в 2 %-ной HNO_3 с концентрацией 1 мкг/л для каждого элемента («Tuning Solution», USA). Соотношения $^{140}Ce^{16}O^{+}/^{140}Ce^{+}$ составляли <1 %, а для $^{140}Ce^{2+}/^{140}Ce^{+}$ <3 %. Использовали жидкий аргон высокой чистоты 99,99 % (ТУ-2114-005-00204760-99). Максимальная скорость потока аргона составляла 20 л/мин, давление в канале подводки газа 700±20 кПа, $T_{плазмы}$ = 8000–10000 К. Автоматизация процесса проведения анализа обеспечивалась автосэмплером марки G3160B (Germany). Для подготовки к анализу лабораторной посуды из стекла, тефлона, полипропилена использовали ультразвуковую мойку «Elmasonic S 100H» (Germany). Все растворы разбавляли деионизированной водой с удельным сопротивлением 18.2 Мом·см, очищенной в системе Milli-Q Integral («Millipore SAS», France). Для минерализации проб крови использовали микроволновую систему SW-4 («Berghof», Germany).

Реактивы и стандартные образцы. В качестве основного стандартного раствора использовали раствор, содержащий 27 элементов с концентрацией 10 мг/л в 5 % водном растворе HNO_3 («Multi-Element Calibration Standard-2A», USA). Для приготовления градуировочных растворов и подготовки проб использовали особо чистую HNO_3 («Sigma – Aldrich», USA). Концентрации градуировочных растворов для определения в крови Cd, As и Pb составляли 0,0; 0,1; 0,5; 1,0; 5,0; 10,0; 25 мкг/л. Для приготовления растворов внутреннего стандарта (ВС) использовали комплексный стандартный раствор ^{209}Bi, ^{73}Ge, ^{115}In, ^{6}Li, ^{45}Sc, ^{159}Tb, ^{89}Y с концентрацией 10 мг/л в 5 % водном растворе HNO_3 («Internal Standard Mix», USA). Для проверки правильности результатов анализа крови использовали стандартные образцы SERONORM ™ Whole Blood L1, L2, L3 («Sero AS», Норвегия).

Отбор проб крови и подготовка к анализу. Отбор проб крови осуществлялся из вены в вакуумные пробирки из полипропилена с напылением лития гепарина (PUTH, China). При минерализации проб крови в микроволновой системе SW-4 («Berghof», Germany) разложение осуществляли в кварцевых вкладышах автоклавов DAQ-20, изготовленных из фторопласта TFM, рассчитанных на максимальное давление 100 бар и температуру 230 °С. Для разложения 0,5 мл цельной крови в кварцевые

вкладыши автоклавов добавляли 3,5 мл концентрированной азотной кислоты и 1 мл бидистиллированной воды. Разложение проводили при максимальной температуре 175 °С и давлении 50 бар. Весь процесс разложения проводили в течение 45 мин. При использовании способа кислотного растворения к пробе крови объемом 0,1–0,2 мл добавляли 0,1 мл комплексного раствора ВС и 0,2–0,4 мл концентрированной HNO_3 плотностью 1,40 г/см^3. Пробирку с содержимым взбалтывали, нагревали на водяной бане при 65–70 °С до гомогенизации (45–60 мин). Затем доводили содержимое пробирки до 10 мл деионизованной водой и центрифугировали 10 мин со скоростью 2700–3000 об/мин на центрифуге ЦЛМН–Р10–01 – «Элекон» (Россия). Данный способ кислотного растворения позволяет значительно сократить время, затрачиваемое на подготовку проб крови для анализа, и приготовить одному оператору 60–70 проб.

Результаты и их обсуждение. Известно, что при анализе биосред методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) существуют ограничения на содержание органических соединений в пробе, поскольку не полностью сгоревший в плазме углерод осаждается на горелке, распылителе и на деталях ионной оптики. Кроме того, растворы с высокой концентрацией матричных компонентов не рекомендуется вводить в плазму из-за изменения температуры плазменного факела и вероятности засоления узкого канала распылителя [1]. Микроволновый способ пробоподготовки позволяет радикально устранить влияние матрицы, хотя и значительно увеличивает время анализа. Правильность определения содержания мышьяка, кадмия и свинца в крови проверяли методом «введено – найдено». Добавки вводили в образец крови перед пробоподготовкой в микроволновой системе разложения SW-4. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Контроль определения содержания элементов в крови (метод добавок, n = 5)

№ п/п	As, мкг/дм^3			Cd, мкг/дм^3			Pb, мкг/дм^3		
	Введено	Найдено	Δ, %	Введено	Найдено	Δ, %	Введено	Найдено	Δ, %
1	0,1	0,08	20	0,1	0,09	10	0,1	0,12	20
2	0,2	0,17	15	0,2	0,19	5	0,2	0,21	5

Результаты определения добавки оказались сопоставимы с введенной концентрацией.

Для повышения точности анализа желательно в образцы вводить элементы внутреннего сравнения или внутренний стандарт (ВС). В то же время известно, что масса ВС должна быть как можно ближе к атомной массе определяемых элементов [5]. В табл. 2, 3 представлены результаты анализа стандартных образцов крови SERONORM уровней L1 – L3 с различными ВС.

Из данных табл. 2, 3 следует, что погрешность определения (Δ, %) ^{75}As по ^{73}Ge ниже на уровнях L1 и L2, чем с ^{115}In. Определение ^{112}Cd и ^{207}Pb на всех уровнях с различными ВС практически не отличается, поэтому в целях экономии времени, затрачиваемого на обработку результатов, нами было принято решение использовать ^{73}Ge при определении ^{75}As и ^{159}Tb при определении ^{112}Cd и ^{207}Pb.

По результатам экспериментальных исследований и метрологической экспертизы предлагаемая методика измерений массовых концентраций мышьяка, кадмия и свинца МУК 4.1.3161-14 отличается от действующих в настоящее время

МУК 4.1.1483-03 [3] условиями пробоподготовки, выбором ВС для каждого определяемого элемента, расширением диапазонов измеряемых концентраций в растворе. Методика позволяет определять мышьяк в диапазоне концентраций в анализируемом растворе от 0,01 до 5,00 мкг/дм^3 с относительной погрешностью от 22 до 38 %, кадмий в диапазоне от 0,005 до 10,00 мкг/дм^3 с относительной погрешностью от 10 до 36 % и свинец в диапазоне от 0,01 до 15,00 мкг/дм^3 с относительной погрешностью от 12 до 36 % [4]. Нижние пределы обнаружения данной методики позволяют определять концентрации мышьяка, кадмия и свинца в цельной крови на уровне референтных концентраций.

Таблица 2

Результаты анализа стандартных образцов крови SERONORM L1 – L3 при определении As^{75} с различными ВС

Уровень	Аттестованное значение, мкг/дм^3	Ge^{73}		In^{115}	
		Найдено, мкг/дм^3	±Δ, %	Найдено, мкг/дм^3	±Δ, %
L1	5,5 ± 2,8	6,0	5,5	4,8	12,7
L2	15,6 ± 2,6	15,5	2,6	17,1	13,5
L3	30,9 ± 3,8	28,7	7,1	30,6	1,0

Таблица 3

Результаты анализа стандартных образцов крови SERONORM L1 – L3 при определении Cd^{112} и Pb^{207} с различными ВС

Элемент	Уровень	Аттестованное значение, мкг/дм^3	In^{115}		Tb^{159}	
			Найдено, мкг/дм^3	±Δ, %	Найдено, мкг/дм^3	±Δ, %
Cd	L1	0,67 ± 0,08	0,70	2,1	0,69	3,0
	L2	6,5 ± 0,4	6,24	4,0	6,3	3,1
	L3	12,3 ± 1,2	11,9	3,2	11,6	5,7
Pb	L1	14,8 ± 1,0	17,1	15,5	16,0	8,1
	L2	336,0 ± 36,0	327,3	2,70	310,0	4,8
	L3	638,0 ± 44,0	629,0	1,40	602,0	5,6

Разработанная методика МУК 4.1.3161-14 была апробирована при исследовании образцов цельной крови детей, проживающих в промышленном районе г. Перми и условно чистой территории Пермского края. Все дети группы наблюдения ($n = 60$) посещали детские дошкольные учреждения, средний возраст 5,8 ± 0,2 г. Результаты представляли как среднее арифметическое ± ошибка среднего ($M \pm m$) в мкг/л. Статистическую достоверность различий оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Различия при $p \leq 0{,}05$ считали достоверно значимыми.

В качестве контрольной группы обследовались дети, постоянно проживающие на условно чистой территории Пермского края ($n = 30$), посещающие детское дошкольное учреждение, средний возраст 5,6 ± 0,3 г. В [10] приведены уровни токсичных элементов в крови детей, проживающих в Канаде, возраст 6–11 лет. В качестве референтного уровня использовали данные 4-го издания руководства Н.У. Тица [2] и диагностической лаборатории ALS Scandinavia [9]. Результаты исследования представлены в табл. 4.

Таблица 4

Содержание элементов в крови детей промышленного региона, мкг/л

Профессия	Свинец	Кадмий	Мышьяк
Группа наблюдения (n = 60)	21,91 ± 2,26	0,73 ± 0,3	1,05 ± 0,23
Контрольная группа (n = 30)	14,47 ± 3,07	0,16 ± 0,17	0,89 ± 0,22
P	0,0002	0,001	0,33
Канада, 2009	10,20	0,11	0,85
Референтный уровень [7]	0–99	0–5	2–23
ALS Scandinavia [9]	4–43	0,03–0,54	0,5–4,2

Концентрация свинца в группе наблюдения достоверно превышает контроль (p = 0,0002) в 1,5 раза и в 2 раза уровень жителей Канады. В то же время найденные значения не превышают референтные уровни.

Уровень кадмия в группе наблюдения превышен в 4,5 раза (p = 0,001) и превышает содержание у жителей Канады в 6,6 раза. Кроме того превышен и референтный уровень по данным ALS Scandinavia.

Не обнаружено достоверных отличий в содержании мышьяка (p = 0,331).

Выводы:

1. Разработанная методика определения токсичных тяжелых металлов мышьяка, кадмия и свинца в цельной крови масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (МУК 4.1.3161-14) позволяет определять мышьяк в диапазоне концентраций в анализируемом растворе от 0,01 до 5 мкг/дм^3 с относительной погрешностью от 22 до 38 %, кадмий в диапазоне от 0,005 до 10 мкг/дм^3 с относительной погрешностью от 10 до 36 % и свинец в диапазоне от 0,01 до 15 мкг/дм^3 с относительной погрешностью от 12 до 36 %.

2. При апробации методики проанализированы образцы крови детей промышленного региона Пермского края. Обнаружены достоверные отличия в содержании кадмия и свинца в контрольной группе и группе наблюдения.

3. Разработанная методика определения токсичных тяжелых металлов мышьяка, кадмия и свинца в цельной крови масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (МУК 4.1.3161-14) может быть использована в санитарно-гигиенических, экологических, лечебных и научных организациях, осуществляющих деятельность в области профпатологии и экологии человека, для организации биомониторинга, оценки антропогенной нагрузки, эффективности лечебных и инновационных технологий.

Список литературы

1. Использование метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в элементном анализе объектов окружающей среды / В.К. Карандашев, А.Н. Туранов, Т.А. Орлова [и др.] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – Т. 73, № 1. – С. 12–22.

2. Клиническое руководство Тица по лабораторным тестам. – М.: Лабора, 2013. – 1280 с.

3. МУК 4.1.1482-1483-03. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектрометрии и масс-спектромерии с индуктивно связанной плазмой: методические указания. – М.: Минздрав России, 2003. – 56 с.

4. Определение химически соединений и элементов в биологических средах: сборник методических указаний. – М.: ФЦ гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 168 с.

5. 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.

6. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: Мир, 2004. – 272 с.

7. Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов / под ред. Н.И. Калетиной. – М.: Издательская группа ГЕОТАР-Медиа, 2008. – 1016 с.

8. Элленхорн М.Дж. Медицинская токсикология: диагностика и лечение отравлений у человека: в 2 т. – М.: Медицина, 2003. – Т. 2. – 1044 с.

9. Reference data. Trace Elements in human biological material. 2014 [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.alsglobal.se (дата обращения: 20.03.2016).

10. Report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada. Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 1 (2007–2009; 2010) [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.healthcanada.gc.ca (дата обращения: 20.03.2016).

Гигиенические и клинические особенности формирования субклинического полигиповитаминоза у детей, посещающих высококомплектные дошкольные образовательные учреждения

О.Ю. Устинова[1,2], С.Л. Валина[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь. Россия

Основной задачей дошкольных образовательных организаций (ДОО) является обеспечение оптимальных условий для охраны жизни и здоровья детей, создание предпосылок для полноценного физического и психического развития каждого ребенка. Однако в последние годы наблюдается устойчивая тенденция снижения уровня санитарно-эпидемиологического благополучия ДОО. В отдельных регионах РФ удельный вес ДОО первой группы санитарно-эпидемиологического благополучия сократился до 40 %, увеличилось число ДОО с нарушениями санитарно-гигиенических нормативов по организации питания и образовательной деятельности, параметров микроклимата, площадей игровых и спальных помещений, соблюдения

санитарно-противоэпидемического режима [8, 15]. Во многих регионах РФ установлен несбалансированный характер питания детей в ДОО, структура которого имеет выраженную углеводную направленность и характеризуется дефицитом витаминов, макро- и микроэлементов [6, 8].

Оценка состояния физического развития детей дошкольного возраста, посещающих ДОО Центрального, Сибирского, Северо-Западного, Уральского, Приволжского федеральных округов (ФО), выявила более чем у 30 % нарушения массо-ростовых параметров и дисгармоничный тип развития, при этом первую группу здоровья имели не более 5–15 % обследованных детей, вторую – 60–75 %, третью – 10–35 % [1, 4, 5]. Исследования, проведенные в Уральском и Центральном ФО, показали, что 40–65 % организованных детей 5–7 лет относятся к категории длительно и часто болеющих, 90 % имеют нарушения осанки, большинство детей страдает дефицитом движений и сниженным иммунитетом, при этом уровень общей выносливости снижен более чем на 10 % [15]. В структуре заболеваемости организованных дошкольников доминируют болезни костно-мышечной системы и органов пищеварения, при этом физическое развитие, соответствующее возрастной норме, имеют только 75 % детей [1, 9]. Исследования, проведенные в г. Санкт-Петербурге, показали, что лишь 43 % современных дошкольников, посещающих ДОО, имеют удовлетворительные показатели психологического здоровья и только 38 % – креативный уровень [8]. У 73 % организованных детей снижен уровень произвольного внимания, речевого развития и мелкомоторных функций, а состояние когнитивных процессов опережает функциональное развитие двигательно-координационной сферы, при этом все дошкольники с отставанием мелкомоторных, координационных и речевых функций имеют высокий уровень тревожности со сниженной лабильностью нервных процессов [11]. Результаты клинических наблюдений свидетельствуют о прогрессирующем характере негативных тенденций показателей физического развития, соматического и психоэмоционального здоровья детей [1, 10, 11, 13].

По мнению многих исследователей, в поддержании установившихся негативных тенденций значимая роль принадлежит фактору несбалансированного питания детей, в том числе и в ДОО. Результаты многолетних отечественных и зарубежных исследований свидетельствуют о том, что в настоящее время рацион питания человека, даже сбалансированный и разнообразный, дефицитен по большинству витаминов на 20–40 % [11, 12]. Причинами создавшейся ситуации является значительное снижение естественного содержания минералов в почве; широкое использование искусственных удобрений; выращивание овощей в теплицах; сбор урожая до наступления времени его естественного созревания; откорм животных в условиях, резко отличающихся от природных, и искусственная стимуляция их роста; длительные сроки транспортировки и хранения продуктов питания; технологии переработки, консервирования, рафинирования, кулинарной обработки [7].

В этих условиях чрезвычайную актуальность имеют вопросы организации рационального сбалансированного питания детей. В то же время анализ рационов питания ДОО в различных регионах РФ показал, что коэффициент обеспеченности детей белками животного происхождения колеблется от 33–38 % (Республика Северная Осетия – Алания, Республика Хакасия) до 89–93 % (Ульяновская и Архангельская области), а фруктами и соками – от 15–16 % (Рязанская и Ульяновская области) до 68–74 % (Московская и Костромская области) [5]. Во многих регионах нашей страны структура рационов питания в ДОО носит выраженную углеводную

направленность, в то время как при преобладании в рационе питания углеводов организму требуется еще большее количество витаминов B_1, B_2 и С, а при недостаточном поступлении белка – снижается усвоение витаминов B_2, С, никотиновой кислоты, нарушается преобразование каротина в витамин А. В то же время данные многоцентровых исследований свидетельствуют о том, что содержание витаминов в рационах питания ДОО снижено по витамину С – на 31 %, А – на 20–83 %, Е – на 25 %, D – на 88 %, B_1 – на 12–87 %, B_2 – на 10 %, B_6 – на 70–72 %, PP – на 19 % [14]. Еще большую остроту проблемы подчеркнули результаты использования индивидуального весового метода оценки питания детей в ДОО, которые показали, что потери по основным нутриентам и энергии за счет несъеденной ребенком части порции составляют до 45 %, а по продуктовому набору – до 38 %, при этом фактический рацион питания ребенка дефицитен по белкам на 29,0 %, жирам – на 28,0 %, углеводам – на 38,4 %, витаминам – на 36,0 %, минеральным веществам – на 20–40 % [6]. Проблема нерационального питания детей в ДОО усугубляется и особенностями питания детей в домашних условиях. Изучение качественных характеристик домашнего питания показало, что только 40,7 % семей включают в рацион дошкольника фрукты 2–3 раза в месяц, овощи (кроме картофеля) употребляют 2–3 раза в месяц 35,0 % детей, а 42,9 % не едят овощи вообще. Проблема несбалансированного, нерационального питания характерна не только для детей из малообеспеченных семей. Недостаток витаминов и минеральных элементов, нарушение режима питания в сочетании с избыточной калорийностью пищи наблюдается и в семьях с высоким уровнем доходов [7].

Результаты собственных исследования сезонной обеспеченности витаминами детей, посещающих ДОО, где осуществляется стандартная искусственная С-витаминизация рациона питания, показали, что в осенние месяцы (сентябрь–октябрь) только у 22,2 % детей содержание основных витаминов (А, С, D, Е, B_6 и B_{12}) в крови соответствует физиологической норме, однако и в этом случае находится только на нижней границе физиологической нормы. Избирательный дефицит одного витамина (как правило витамина B_{12}) осенью имеют 37,8 % детей, одновременный недостаток двух витаминов – 35,6 % (B_6 и B_{12} – у 28,9 % детей, а витаминов B_{12} и D – у 6,7 %), случаи одновременной низкой обеспеченности тремя витаминами (B_6, B_{12} и D) носят исключительный характер и установлены только у 4,4 % обследованных. Даже в осенний период каждый десятый ребенок (11,1 %) имеет дефицит витамина D, у каждого третьего ребенка (33,3 %) имеет место недостаточная обеспеченность витамином B_6, а дефицит витамина B_{12} фиксируется у половины детей (45 %). В зимний период (ноябрь–февраль) только у 24,6 % детей содержание в крови витаминов соответствует нижней границе физиологической нормы (прежде всего витаминов С, D, B_6 и B_{12}). Избирательный дефицит одного витамина в зимний период имеют 33,3 % детей (витамина D – 14,0 %, B_6 – 7,0 %, B_{12} – 12,3 %), одновременный недостаток двух витаминов – 36,8 % (B_6 и B_{12} – у 8,8 % детей, витаминов B_{12} и D – у 17,5 %, B_6 и D – у 10,5 % детей), случаи одновременной низкой обеспеченности тремя витаминами (B_6, B_{12} и D) также носят исключительный характер и установлены только у 5,3 % обследованных. Следует отметить, что в зимние месяцы в 4,6 раза возрастает число детей, имеющих дефицит витамина D (с 11,1 до 51,1 %, $p \leq 0{,}001$), однако практически не меняется количество детей, имеющих недостаточное обеспечение витамином B_6 (31,6 % против 33,3 % осенью, $p = 0{,}89$) и витамином B_{12} (40,7 % против 45 %, $p = 0{,}66$). В весенний период (март–май) ко-

личество детей с физиологическим уровнем обеспеченности витаминами A, C, D, E, B_6 и B_{12} не превышает 15,6 % (против 22,2–24,6 % в осенне-зимний период, p = 0,16–0,32). Избирательный дефицит одного витамина весной имеют 32,2 % детей (витамина D – 19,3 %, C – 9,2 %, B_{12} – 3,7 %), одновременный недостаток двух витаминов – 36,8 % (B_6 и B_{12} – у 8,8 % детей, витаминов B_{12} и D – у 17,5 %, B_6 и D – у 10,5 %), у 15,6 % детей имеет место одновременная низкая обеспеченность тремя витаминами (B_6, B_{12} и D – 11,0 %, B_6, B_{12} и A – 0,9 %, C, A и D – 0,9 %, B_6, B_{12} и C – 0,9 %, C, D и B_6 – 1,9 %). Следует отметить, что в весенние месяцы у 5,5 % обследованных детей выявляется сочетанный дефицит четырех витаминов (A, D, B_6 и B_{12} или C, D, B_6 и B_{12}), что не фиксировалось в осенне-зимний период. В целом в весенний период только по витамину E у всех обследованных детей сохраняется физиологический уровень обеспеченности; у 15 % имеется дефицит витамина A (в весеннее-зимний период – 0 %, p = 0,0003–0,02); у 75 % – витамина C (в весеннее-зимний период – 0 %, $p \leq 0{,}001$); у 70 % – витамина D (в весенне-зимний период – 11,1–51,1 %, p = 0,02–0,001); в два раза (до 60 %) увеличивается число детей с дефицитом витамина B_6 (в весенне-зимний период – 33,3–31,6 %, p = 0,003–0,008).

В настоящее время среди значимых факторов, влияющих на уровень обеспеченности витаминами детского населения, рассматривается воздействие химических веществ техногенного происхождения. Установленный Л.А. Чесноковой с соавт. (2013) тотальный дефицит витаминов A, E, C, B_1, B_2 и B_6 у детского населения Восточной территориально-экономической зоны авторы связывают с загрязнением объектов среды обитания (атмосферный воздух, почва, питьевая вода) металлами техногенного происхождения, усиливающими процессы свободнорадикального окисления, что сопровождается повышенным расходом витаминов. Особенно чувствительными к металлам являются ретинол и его эфиры, рибофлавин, пиридоксина гидрохлорид, пантотеновая и аскорбиновая кислоты и их соли, фолиевая кислота, холекальциферол, эргокальциферол, рутин [14]. Исследованиями Ю.Г. Ковальского с соавт. (2002) установлено, что у детей, проживающих в условиях хронической экспозиции органическими соединениями, имеет место достоверное снижение содержания в крови витаминов C, A и E [3]. Аналогичные данные получены Н.А. Кузьмичевой (2009), при обследовании детей, проживающих на территориях с загрязнением атмосферного воздуха химическими веществами, обладающими выраженными окислительными свойствами [4].

Результаты собственных исследований свидетельствуют о том, что формирование высококомплектных групп (30 детей и более) создает условия для снижения уровня санитарно-гигиенического благополучия ДОО по химическим показателям. Оценка качества воздуха игровых помещений показала, что среднесуточная концентрация формальдегида (0,0215 ± 0,0043 мг/м^3) и фенола (0,0138 ± 0,0034 мг/м^3) в высококомплектных ДОО в 1,5–2,0 раза превышает показатели ДОО с наполнением групп до 20 детей (0,0142 ± 0,0028 и 0,0070 ± 0,0017 мг/м^3 соответственно; $p \leq 0{,}0001$), что не связано с загрязнением атмосферного воздуха на территориях расположения исследуемых ДОО (R^2 = 0,12–0,16; p = 0,72–0,84), а определяется показателем «общей насыщенности» игровых помещений мебелью, линолеумом и строительными отделочными материалами [2]. Кроме того, оценка качества питьевой воды централизованного водоснабжения, показала, что содержание хлороформа достигает 2,70 ПДК; хлора остаточного свободного/связанного – 2,20/1,25 ПДК; дихлорметана – 8,0 ПДК.

В ходе исследования был проведен сравнительный анализ содержания в крови химических веществ техногенного происхождения органической природы у детей с субклиническим гиповитаминозом (группа наблюдения) и с физиологической обеспеченностью витаминами (группа сравнения). Результаты исследования показали, что у детей исследуемых групп средние уровни содержания хлороформа (0,000813 ± ± 0,000073 – 0,000914 ± 0,000086 мг/дм^3) и этилбензола (0,000128 ± 0,000075 – 0,000168 ± 0,000017 мг/дм^3) достоверно превышали региональные фоновые показатели ($p \leq 0{,}001$), а содержание фенола (0,0086 ± 0,0014 – 0,0075 ± 0,0016 мг/дм^3), формальдегида (0,00293 ± 0,00050 – 0,00217 ± 0,00026 мг/дм^3) и 4-хлористого углерода (0,000033 ± 0,000005 – 0,000024 ± 0,000008 мг/дм^3) было достоверно ниже (p = 0,03–0,001). Несмотря на то что среднегрупповое содержание химических веществ не имело достоверных различий в сравниваемых группах (p = 0,18–0,83), было установлено, что в группе наблюдения количество детей с содержанием хлороформа, 4-хлористого углерода и этилбензола выше региональных фоновых значений в 1,4–2,1 раза превышало число таких детей в группе сравнения (81,1; 37,8 и 89,2 % соответственно против 38,2, 20,6 и 64,7, $p \leq 0{,}001$). Относительный риск формирования повышенных концентраций в крови органических соединений (хлороформа, 4-хлористого углерода и этилбензола) у детей с полигиповитаминозом в 2,3–6,9 раза превышал аналогичный в группе сравнения (OR = 2,31–6,88; DI = 1,21–8,44; p = 0,02–0,04). Кроме того, в ходе выполнения регрессионного анализа было установлено наличие слабой связи повышенных концентраций в крови хлороформа и 4-хлористого углерода – со снижением уровня витамина А (F = 16,59–216,88, R^2 = 0,19–0,26, p = 0,02–0,04), средней степени связи повышенного содержания 4-хлористого углерода – со снижением витамина B_6 и С (F = 28,77–381,16, R^2 = 0,39–0,48, p = 0,001–0,002). Следует отметить, что в группе наблюдения количество детей с содержанием фенола и формальдегида выше региональных фоновых значений в 1,6–1,8 раза превышало число таких детей в группе сравнения (31,1 и 18,9 % соответственно против 17,7 и 11,8 %, p = 0,001). Относительный риск формирования повышенных концентраций фенола и формальдегида у детей с полигиповитаминозом был в 1,8–2,1 раза выше, чем у детей группы сравнения (OR = 1,77–2,11; DI = 1,33–4,07; p = 0,03–0,05). Установлено наличие средней степени связи повышенного содержания в крови фенола и формальдегида – со снижением уровня витамина А (F = 12,03–78,18, R^2 = 0,39–0,46, p = 0,01–0,02) и снижением витамина С (F = 44,31–109,53, R^2 = 0,37–0,44, p = 0,01–0,02).

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о широком распространении субклинических форм полигиповитаминозов среди организованных детей, получающих стандартную искусственную С-витаминизацию, что в условиях снижения санитарно-гигиенического благополучия ДОО по химическим факторам является причиной повышенной кумуляции химических токсикантов техногенного происхождения в организме ребенка.

Следует отметить, что в условиях высококомплектных ДОО, помимо химического фактора, дети подвергаются интенсивному акустическому воздействию, уровень которого во время игровых занятий достигает 75–80 дБА, а общая продолжительность составляет 3,5–4,0 ч. Уже к 10^{00}–11^{00} часам утра общее микробное число в воздухе игровых помещений достигает 1400,0–2000,0 КОЕ/м^3, при этом в 30 % проб присутствует условно-патогенная флора (*St. aureus*) с микробным числом 4–20 КОЕ/м^3.

Исследование состояния здоровья детей с субклиническим полигиповитаминозом, посещающих высококомплектные ДОО с повышенным уровнем воздейст-

вия химических, физических (акустический) и биологических факторов, показало, что частота регистрации у этой категории детей нарушений весоростовых показателей, преимущественно в виде дефицита веса и низкого роста, в 1,6–2,5 (p = 0,02) раза выше, чем у их сверстников с физиологической обеспеченностью витаминами и посещающих малокомплектные группы. Кроме того, в 1,4 раза чаще морфологическое развитие ребенка идет по диспропорциональному типу (p = 0,03), а относительный риск формирования нарушений физического развития и задержки темпов биологической зрелости возрастает в 1,6–3,0 раза (p = 0,04). У детей с субклиническим полигиповитаминозом в условиях сочетанного воздействия неблагоприятных факторов среды обитания относительный риск формирования функциональных отклонений и снижения адаптационного резерва сердечно-сосудистой системы возрастает в 2,1–3,3 раза ($p \leq$0,001–0,01), системы дыхания – 2,8–3,1 раза (p = 0,02–0,04), а напряженность компенсаторно-адаптационных реакций симпатического и парасимпатического звена вегетативной нервной системы, гуморально-метаболических реакций более чем на 20 % выше, при этом у каждого десятого ребенка имеет место чрезмерное напряжение механизмов адаптации и снижение резервных возможностей вегетативной регуляции (p = 0,002). Результаты лабораторного обследования показали, что даже субклинические формы полигиповитаминоза на фоне повышенного содержания органических соединений в крови сопровождаются у детей повышением на 15–20 % напряженности процессов эритропоэза, снижением в 1,2–1,4 раза пролиферативной активности лимфомоноцитарного ростка, показателей неспецифической резистентности, замедлением белкового и углеводного обменов. Более низкий уровень ферментов (щелочная фосфатаза и креатинин), показателей антиокислительной защиты и цГМФ у этих детей косвенно свидетельствуют о замедлении синтетических процессов, истощении резервов системы антиокислительной защиты и дефиците энергетического обмена. Особо следует подчеркнуть негативные тенденции в состоянии жирового обмена (более высокие показатели общего холестерина и липополисахаридов низкой плотности) на фоне более напряженных реакций гормональной регуляции, прогрессирование которых может создавать угрозу более раннего развития сердечно-сосудистой патологии в старших возрастных группах. Как следствие – нарушений темпов морфофункциональной зрелости органов и систем и нарушений основных видов обмена, дети с субклиническим полигиповитаминозом, посещающие высококомплектные ДОО, в 1,3–1,8 раза чаще страдают хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта (K83.8, K30.0), нервной системы (G93.8, F90, G90.8) и органов дыхания (J35.1, J39.8, J44, J 45.0), болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани (M40-M54, M21.4) (p = 0,001–0,03), при этом патологический процесс носит, как правило, распространенный системный характер. Результаты клинических наблюдений свидетельствуют о том, что течение аллергического процесса у этой категории детей в 2,2 раза чаще характеризуется сочетанным поражением органов дыхания и кожи (p = 0,05), а относительный риск развития хронических воспалительных заболеваний мочевыводящей системы (N11.0-N39.0) и нарушений обмена веществ (E66.9, E44.0-E44.1) в 2,3–2,4 раза выше.

Выводы. Результаты проведенного исследования показали, что при формировании высококомплектных групп в типовых ДОО значительно ухудшаются санитарно-гигиенические условия пребывания детей по химическому, акустическому и биологическому факторам. Длительное воздействие химических веществ техно-

генного происхождения усугубляет последствия алиментарной витаминной недостаточности и потенцирует процессы кумуляции химических токсикантов в организме ребенка. У детей с субклиническим полигиповитаминозом в условиях сочетанного воздействия химических, физических (акустический) и биологических факторов замедляются процессы онтогенеза, снижается резерв адаптационных реакций органов и систем, существенно возрастает риск формирования хронической полиорганной патологии, что в совокупности способствует повышенной заболеваемости детей аллергическими болезнями органов дыхания и кожи, хроническими лимфо-пролиферативными заболеваниями носоглотки и миндалин, функциональными расстройствами нервной системы.

Список литературы

1. Громова О.А. Витамины и минералы в современной клинической медицине: возможности лечебных и профилактических технологий / под ред. О.А. Громовой, Л.С. Намазовой. – М., 2003. – 56 с.

2. Зибарев П., Зубкова Т. Экологическая безопасность полимерных строительных материалов. Анализ газовыделений // Экология промышленного производства. – 2007. – № 2. – С. 27–33

3. Ковальский Ю.Г., Рябцева Е.Г. Неэффективность антиоксидантной защиты у детей из региона с фактором риска по метилмеркаптану // Дальневосточный медицинский журнал. – 2002. – № 3. – С. 31–34.

4. Коррекция дефицита витаминов и микроэлементов // Н.А. Коровина, И.Н. Захарова, А.Л. Заплатникова, А.Л. Обыночная // Медицинский совет. – 2013. – № 8. – С. 94–98.

5. Кучма В.Р. Мониторинг модернизации организации питания детей в образовательных учреждениях // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 8 (233). – С. 7–10.

6. Лир Д.Н. Гигиеническая оценка питания детей дошкольного возраста и его влияние на нутритивный статус: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Пермь, 2015. – 24 с.

7. Научные основы здорового питания / В.А. Тутельян, А.Н. Разумов, А.И. Вялков [и др.]. – М.: Издательский дом «Панорама», 2010. – 816 с.

8. Недостаточность витамина D у детей раннего возраста в России / И.Н. Захарова, С.В. Мальцев, Т.Э. Боровик [и др.] // Педиатрия. – 2014. – Т. 93, № 2. – С. 75–81.

9. Обеспеченность витамином D и кальцием детей препубертатного возраста юга Башкирии / Ф.Х. Камилов, Э.Ф. Аглетдинов, И.В. Головатских [и др.] // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2014. – № 1. – С. 32–37.

10. Обеспеченность витаминами А, Е, С и химическими элементами детей ханты, проживающих на севере Тюменской области / Т.Я. Корчина, А.А.Говорухина, И.В. Сорокун [и др.] // Вестник Тюменского государственного университета. – 2006. – № 5. – С. 144–150.

11. Обеспеченность витаминами и возможности диетической коррекции полигиповитаминоза у школьников Санкт-Петербурга / А.Н. Завьялова, Е.М. Булатова, О.А. Вржесинская [и др.] // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2011. – № 4. – С. 35–39.

12. Ребров В.Г., Громова О.А. Витамины, макро- и микроэлементы. – М., Гоэтар-медиа, 2008. – 954 с.

13. Фактическое питание детей, проживающих в экологических условиях современного города / Г.Г. Ладнова, М.Н. Гладских, Е.И. Грядунова // Вестник Брянского государственного университета. – 2012. – № 4 (1). – С. 119–121.

14. Чесноков Л.А., Кузьмичева Н.А., Михайлова И.В. Некоторые показатели витаминного и антиоксидантного статуса у жителей региона // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 6 (243). – С. 9–11.

15. Ямбулатов А.М., Устинова О.Ю., Лужецкий К.П. Нарушение гомеостаза основных видов обмена и состояния иммунорезистентности у детей с субклиническим гиповитаминозом в условиях воздействия химических факторов среды обитания // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 1. – С. 76–85.

Разработка алгоритма для принятия решений при поиске и выборе альтернативных соединений для веществ, представляющих угрозу для здоровья человека и состояния окружающей среды

Х.Х. Хамидулина[1,2], Д.Н. Рабикова[2]

[1]ГБОУ ДПО РМАПО Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия
[2]ФБУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Роспотребнадзора, г. Москва, Россия

В системе контроля и надзора за безопасным обращением химических веществ главенствующая роль сегодня в мире отводится созданию и реализации на межгосударственном и национальном уровнях программ по систематическому изучению обращающихся на рынке веществ с целью выведения из оборота, обладающих высокой степенью риска, и замещения их безопасными аналогами. Замена опасных веществ и смесей менее опасными веществами является основным принципом любого хорошего управления химическими рисками[1]. Этот подход широко применяется в странах Европейского союза и нашел свое отражение в таких законодательных актах ЕС, как Регламент REACH (№ 1907/2006) («Регистрация, оценка и авторизация химических веществ»), Директивы 89/391/ЕЕС «Безопасность и гигиена труда», 2004/37 «По защите работников от рисков, связанных с воздействием во время работы канцерогенных веществ или факторов, вызывающих мутацию», Директивы 98/24 «По обеспечению безопасности и охране здоровья работников на рабочем месте при наличии рисков от действия химических веществ». Как

[1] Хамидулина Х.Х. Основные направления международной деятельности в области химической безопасности и их реализация в Российской Федерации // Токсикологический вестник. – 2011. – № 6. – С. 1–7.

показывает международная практика, альтернативный способ может включать в себя как замену вещества или продукта, так и изменение технологии, реорганизацию процесса работы или процедур. Например, замещение может быть осуществлено следующими путями:

– использование более безопасных веществ вместо исходного (замещение вещества или материала), например, глицерин ацетат в качестве альтернативы фталатных пластификаторов в покрытиях;

– использование технологической альтернативы вместо исходного вещества (замещение процесса), например, глубокое замораживание вместо формальдегида для сохранения биологических образцов;

– использование организационных мер в качестве замены для опасного вещества (замещение процедуры), например, замена ртутных переключателей в некоторых машинах X Ray с ручной регулировкой оператором;

– изменения продукта, так что вещество больше не требуется. Известным примером является исключение клеев путем пересмотра форм продукта, когда они могут быть собраны вручную (без клея, простым нажатием).

Вне зависимости от типа замещения, оно должно действительно иметь положительное значение для здоровья и среды обитания человека. Поэтому важнейшей задачей является безопасность альтернатив, особенно это касается оценки специфических и отдаленных эффектов веществ.

В этой связи ФБУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Роспотребнадзора совместно с РХТУ имени Д.И. Менделеева была выполнена научно-исследовательская работа, целью которой являлась разработка системы поддержки принятия решений при поиске альтернативных соединений для веществ, представляющих угрозу здоровью человека и состоянию окружающей среды. Для выбора заменителей был использован многокритериальный анализ.

Процесс подбора альтернатив состоял из следующих основных этапов:

1. Изучение физико-химических свойств, технических параметров, оценка опасности веществ и содержащей химические вещества продукции, нуждающейся в замене.

2. Разработка критериев для выбора возможных альтернатив.

3. Поиск альтернативных веществ по параметрам безопасности и техническим свойствам.

4. Оценка найденных альтернатив с учетом следующего:

– решает ли выбранная альтернатива возникшие проблемы;

– оценки преимуществ альтернативы перед существующей технологией / веществом.

Апробация разработанного метода была проведена на примере подбора веществ-заменителей перфтороктаной сульфоновой кислоты (ПФОС), свинцовых термостабилизаторов и фталатных пластификаторов.

ПФОС международным сообществом была признана токсичной, способной к биоаккумуляции в организме человека и пищевых цепях, вызывающей развитие опухолей. В мае 2009 г. ПФОС, ее производные были включены в Стокгольмскую конвенцию о стойких органических загрязнителях. Система принятия решения при выборе альтернативных заменителей для опасных веществ включала помимо поиска веществ-аналогов, сбора данных об их свойствах, ранжирование информации о заместителях по степени их достоверности, присвоение в соответствии с разрабо-

танным алгоритмом каждому веществу балльной оценки, зависящей от степени его опасности для здоровья человека и окружающей среды и степени достоверности имеющихся для данного вещества информации. Построение системы сравнения альтернатив друг с другом и заменяемым веществом, а также ранжирование альтернатив по степени опасности; в случае выбора нескольких альтернативных соединений проводилась оценка по дополнительному критерию, например, по экономическому.

Предложенный метод применим при работе с большой группой веществ, при оценке малоизученных веществ и может использоваться в тех случаях, когда достоверность информации вызывает сомнения или когда информация носит качественный характер. В методике учтены три группы критериев: токсикологические свойства оцениваемого вещества, оценка его воздействия на окружающую среду, достоверность информационных источников.

Использование разработанного нами метода при подборе альтернатив для ПФОС показало, что вещества, предлагаемые Стокгольмской конвенцией в качестве их заменителей, менее опасны, однако они могут воздействовать на организм человека и окружающую среду. Кроме того, заменители не полностью тождественны по своим техническим свойствам ПФОС и чаще всего могут использоваться лишь в узких областях.

В рамках сокращения применения тяжелых металлов и их соединений в промышленности структурами Организации Объединенных Наций (Международная организация труда, Всемирная организация здравоохранения), Организацией экономического содействия и развития и стратегическим подходом к международному регулированию химических веществ, Комиссией по охране окружающей среды Евросоюза предложено производителям существенно сократить использование свинца. Не только международные структуры и правительства государств, но и сама промышленность активно выступает с инициативами по сокращению производства и использования свинца. Так, ПВХ-индустрия (производители профиля, производители стабилизаторов и т.д.) выступила с инициативой полностью запретить свинец к использованию в данной отрасли в качестве термостабилизаторов, предложив заменить их на более безопасные альтернативные химические соединения. Производители ПВХ европейских стран (Дания, Австрия, Швейцария) взамен стеаратов свинца предложили использование менее опасных стеаратов цинка и кальция, технологические характеристики которых не только аналогичны, но и в некоторой степени даже превосходят характеристики рецептур с содержанием свинца. В этой связи нами была проведена работа по сравнительной оценке токсичности и опасности свинцовых термостабилизаторов и их заменителей (таблица).

В мире особое внимание уделяется выводу из обращения фталатных пластификаторов, которые посредством эмиссии из полимеров загрязняют среду обитания человека. Установлено, что фталаты оказывают воздействие на центральную нервную, эндокринную системы человека, являются признанными репротоксикантами, вызывают аллергические заболевания и аномалии развития плода. Все это послужило основанием к производству целого ряда нефталатных пластификаторов, таких как диизононилциклогексан-1,2-дикарбонат /CAS 166412-78-8/ (торговое название «Hexamoll DINCH»), три (2-этилгексил) тримеллитат, которые не токсичны, не обладают отдаленными и специфическими эффектами. Их главным достоинством является то, что они практически не летучи и не представляют опасности для здоровья при ингаляционном поступлении.

Сравнительная характеристика опасности свинцовых термостабилизаторов и их заменителей

Показатель	Дистеарат свинца	Стеарат свинца двуосновной	Стеарат цинка	Стеарат кальция
DL_{50}в/ж, крысы (мг/кг)	12428	> 5000	> 10000	> 10000
DL_{50}н/к (мг/кг)	> 2500	> 2500	> 2500	> 2500
Сенсибилизирующее действие	Выявлено для соединений свинца		Отсутствует	Отсутствует
Репротоксичность	Установлена для свинца и его соединений		Отсутствует в перечне репротоксикантов	Отсутствует в перечне репротоксикантов
Влияние на эндокринную систему	Свинец и его соединения являются разрушителями эндокринной системы		Отсутствует в перечне разрушителей эндокринной системы	Отсутствует в перечне разрушителей эндокринной системы
Канцерогенный эффект	Группа 3 МАИР	Группа 3 МАИР	Отсутствует в перечне МАИР	Отсутствует в перечне МАИР

Таким образом, анализ международного опыта и собственные исследования свидетельствуют о необходимости внедрения на национальном уровне программы по систематическому изучению обращающихся на рынке химических веществ с целью выведения из оборота, обладающих высокой степенью риска, и замещению их безопасными аналогами.

Проблемы рисков, связанных с аккумуляцией токсинов жировой тканью человека

Н.И. Храмцова, Т.М. Лебедева, С.А. Плаксин

ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, г. Пермь, Россия

Ожирение – это хроническое заболевание, характеризующееся высоким уровнем коморбидности и смертности. Ожирение на сегодняшний день принимает характер эпидемии. По некоторым прогнозам, к 2030 г. 38 % населения земного шара будут иметь избыточный вес, а 20 % – страдать ожирением [13]. На накопление жировой массы может влиять как характер питания, так и состояние среды обитания [9]. С другой стороны, с повышением содержания жира в организме увеличивается и число липофильных токсичных веществ, обладающих способностью к биоаккумуляции. В этой связи представляется актуальным изучение липофильных веществ, способных собираться и накапливаться в жировой ткани, вызывая токсическое действие на органы и системы человека, что может являться риском возникновения различных заболеваний.

Цель исследования – изучить и определить основные токсины, способные поглощаться жировой тканью человека и накапливаться в ней.

Материалы и методы. Изучены данные литературы, посвященной липофильным токсинам, механизму их поглощения, накопления и воздействия на организм. Проанализирован список веществ, представляющих опасность здоровью человека, выбраны вещества, обладающие токсическим и канцерогенным эффектом; из них отобраны липофильные вещества. В работе использовался библиографический метод исследования.

Результаты и их обсуждение. Основной характеристикой веществ, способных поглощаться жировой тканью человека и накапливаться в ней, служит липофильность [14]. Один из основных путей поступления в организм липофильных (гидрофобных) веществ – алиментарный [16]. Жирорастворимые токсины всасываются в кровь энтероцитами, затем попадают в жировое депо, где они могут аккумулироваться до тех пор, пока не начнется процесс мобилизации жира; при этом токсины попадают в кровь и могут вызывать отравление организма.

К наиболее значимым токсинам, способным поглощаться и аккумулироваться жировой тканью, относятся полиароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные бифенилы (ПХБ) и диоксины [12].

В группу полиароматических углеводородов (ПАУ) также входят такие соединения, как бенз(а)пирены, нафталин и фенантрен. Бенз(а)пирены – канцерогены, входящие в список веществ первого класса опасности, нафталин и фенантрен – токсины более низких категорий [1].

ПАУ широко распространены в промышленности, связанной с получением или переработкой углеводородных компонентов, определяются также в табачном дыме и ряде продуктов питания. Они могут содержаться в чае и кофе [10]. По последним данным, они обладают не только генотоксическим действием, но и способны вызывать дисфункцию бета-клеток, инсулинорезистентность и развитие метаболического синдрома [3]. ПАУ обладают токсическим действием на эндокринные органы [5]. По некоторым данным, ПАУ могут участвовать в развитии самого распространенного рака у женщин – рака молочных желез [6].

Бенз(а)пирены вызывают мутацию цепи ДНК. Также имеются данные, что они дозозависимо ингибируют липолиз, вследствие чего нарастание массы тела при их накоплении может происходить и без повышения калорийности пищи [4].

Считается, что бенз(а)пирен обладает канцерогенным действием, в частности, на органы желудочно-кишечного тракта. Основной источник его в пище – копченые и жареные продукты [2].

К группе особо стойких органических загрязнителей, оборот которых в 2001 г. регламентирован Стокгольмской конвенцией ООН, относятся диоксины и полихлорированные бифенилы (ПХБ). ПАУ и диоксиноподобные вещества способны передаваться ребенку с молоком матери [11].

Диоксины и ПБХ повсеместно присутствуют в окружающей среде и аккумулируются в жировой ткани животных, передаваясь по пищевой цепи к человеку [8]. Механизм их действия связан с высокой аффинностью к арилуглеводородным рецепторам (AhR). Накапливаясь в тканях организма, они вызывают ряд заболеваний, включая нейротоксичность, иммунотоксичность, сахарный диабет, бесплодие и онкологическую патологию [17].

Количество аккумулированных у индивида полихлорированных бифенилов возрастает при увеличении объемов жировой ткани [15]. ПБХ способны вызвать воспаление в адипоцитах и нарушение обмена глюкозы [7].

Исследования последних лет показали корреляцию числа ПХБ с процентом триглицеридов в адипоцитах. Однако наибольшее влияние на концентрацию в жировой ткани имеет вид токсина: чем выше его липофильность, тем больше его концентрация [15].

Выводы. Таким образом, основные токсины, способные поглощаться и аккумулироваться жировой тканью человека, относятся к следующим классам: полиароматические углеводороды, в том числе бенз(а)пирен, полихлорированные бифенилы (ПХБ) и диоксины. Для снижения риска накопления токсинов в жировой ткани рекомендуется снижение жировой массы тела, употребление в пищу экологически чистых продуктов, отказ от курения и выбор места жительства, учебы или работы в районах, удаленных от предприятий нефтеперерабатывающей отрасли.

Список литературы

1. ГН 2.2.5.1313-03. Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: гигиенические нормативы / Постановление № 76 от 30.04.2003 г. [Элекронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/901862250 (дата обращения: 20.03.2016).

2. Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study / N. Kazerouni, R. Sinha, C.H. Hsu, A. Greenberg, N. Rothman // Food Chem Toxicol. – 2001. – Vol. 39, № 5. – P. 423–436.

3. Associations between exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and glucose homeostasis as well as metabolic syndrome in nondiabetic adults / Hui Hu, Haidong Kan, Gregory D. Kearney, Xiaohui Xu // Science of The Total Environment. – 2015. – P. 505–556.

4. Benzo[a]pyrene impairs beta-adrenergic stimulation of adipose tissue lipolysis and causes weight gain in mice. A novel molecular mechanism of toxicity for a common food pollutant / P. Irigaray, V. Ogier, S. Jacquenet, V. Notet, P. Sibille, L. Méjean, B.E. Bihain, F.T. Yen // FEBS J. – 2006. – Vol. 273, № 7. – P. 1362–1372.

5. Biological impact of environmental polycyclic aromatic hydrocarbons (ePAHs) as endocrine disruptors / Y. Zhang, S. Dong, H. Wang, S. Tao, R. Kiyama // Environ Pollut. – 2016. – Vol. 213. – P. 809–824. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.03.050. [Epub ahead of print].

6. Breast Care (Basel). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Breast Cancer / J. Korsh, A. Shen, K. Aliano, T. Davenport // A Review of the Literature. – 2015. – Vol. 10, № 5. – P. 316–318. DOI: 10.1159/000436956. Epub 2015 Jul 15.

7. Effects of Adipocyte Aryl Hydrocarbon Receptor Deficiency on PCB-Induced Disruption of Glucose Homeostasis in Lean and Obese Mice / N.A. Baker, R. Shoemaker, V. English, N. Larian, M. Sunkara, A.J. Morris, M. Walker, F. Yiannikouris, L.A. Cassis // Environ Health Perspect. – 201. – Vol. 123, № 10. – P. 944–950. Published online 2015 Mar 3. DOI: 10.1289/ehp.1408594.

8. Influence of dioxin intoxication on the human system and possibilities of limiting its negative effects on the environment and living organisms / I. Całkosiński, J. Rosińczuk-Tonderys, J. Bazan [et al.] // Ann Agric Environ Med. – 2014. – Vol. 21, № 3. – P. 518–524. DOI: 10.5604/12321966.1120594.

9. Overweight and urban pollution: Preliminary results / Barnaba Giuseppina Ponticiello, Assunta Capozzella, Valeria Di Giorgio, Teodorico Casale, Roberto Giubilati, Gianfranco Tomei, Francesco Tomei, Maria Valeria Rosati, Angela Sancini // Science of The Total Environment. – 2015. – № 61. – P. 518– 519.

10. Polycyclic aromatic hydrocarbons in some grounded coffee brands / I.S. Grover, R. Sharma, S. Singh, B. Pal // Environ. Monit. Assess. – 2013. – Vol. 185, № 8. – P. 6459–6463. doi: 10.1007/s10661-012-3037-7. Epub 2012 Dec 16.

11. Polycyclic aromatic hydrocarbon residues in human milk, placenta, and umbilical cord blood in Beijing, China / Y. Yu, X. Wang, B. Wang, S. Tao, W. Liu, X. Wang, J. Cao, B. Li, X. Lu, M.H. Wong // Environ. Sci. Technol. – 2011. – Vol. 45, № 23. – P. 10235–10242. DOI: 10.1021/es202827g. Epub 2011 Nov 10.

12. Simultaneous determination of pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons, polychlorinated biphenyls and phthalate esters in human adipose tissue by gas chromatography-tandem mass spectrometry / N. Wang, D. Kong, Z. Shan, L. Shi, D. Cai, Y. Cao, Y. Liu, G. Pang // J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci. – 2012. – Vol. 898. – P. 38–52. DOI: 10.1016/j.jchromb.2012.04.012. Epub 2012 Apr 15.

13. Smith K.B., Smith M.S. Obesity Statistics // Prim Care. – 2016. – Vol. 43 (1). – P. 121–135. DOI: 10.1016/j.pop.2015.10.001. Epub 2016 Jan 12.

14. Studies on the mechanism of subcellular distribution of basic drugs based on theirlipophilicity. Article in Japanese / J. Ishizaki, K. Yokogawa, S. Ohkuma, F. Ichimura, K. Miyamoto // Yakugaku Zasshi. – 2001. – Vol. 121, № 7. – P. 557–565.

15. The dynamics of accumulation of PCBs in cultured adipocytes vary with the cell lipid contentand the lipophilicity of the congener / S. Bourez, C. V.an den Daelen, S. Le Lay [et al.] // Toxicol Lett. – 2016. – Vol. 216, № 1. – P. 40–46. DOI: 10.1016/j.toxlet. 2012.09.027. Epub 2012 Nov 16.

16. The uptake and metabolism of benzo[a]pyrene from a sample food substrate in an in vitro model of digestion / L. Vasiluk, L.J. Pinto, W.S. Tsang, F.A. Gobas, C. Eickhoff, M.M. Moore // Food Chem Toxicol. – 2008. – Vol. 46, № 2. – P. 610–618. Epub 2007. Sep 14.

17. Tohyama C. Clarification of molecular targets of dioxin toxicity. Article in Japanese // Nihon Eiseigaku Zasshi. – 2014. – Vol. 69, № 1. – P. 1–7.

Методические подходы к формированию протокола системного анализа математического обеспечения оценки риска здоровью, связанного химическими факторами опасности пищевой продукции животного происхождения

Е.В. Хрущева, П.З. Шур

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

Поиск информации является одной из самых распространенных и одновременно наиболее сложных задач, трудность в решении которых определяется рядом факторов, главными из них являются: огромное число источников информации, динамичность массивов, разнородное наполнение сети, плохо поддающееся структуризации и управлению, поэтому целесообразно рассмотреть формирование протокола системного анализа, позволяющего сократить время поиска и повысить его результативность.

В этой связи **целью исследования** явилось формирование протокола системного анализа и дальнейшая апробация его основных элементов.

Организация протокола системного анализа предполагает создание документа, в котором содержится сформированная взаимосвязь поисковых средств, технологий и методов, используемых для реализации информационных потребностей. Эти составляющие протокола определяются типом и состоянием решаемой задачи. Выбор источников информации, стратегий ее поиска, способов проверки достоверности и соответствия уже имеющимся сведениям, методы оценки полезности найденной информации для разрешения проблем – все эти составляющие являются базовыми для формирования протокола.

Для достижения цели работы был определен алгоритм информационного поиска, который включает следующие этапы:

– выбор баз данных (электронных тематических каталогов);

– выбор на основе отобранных баз данных источников поисковых систем;

– формирование системного обзора с использованием выбранных источников.

Стоит отметить важный аспект проделанной работы – способность обрабатывать запросы на различных языках. В данной работе исследование велось как минимум на двух языках.

На первом этапе при выборе баз данных проводилась оценка параметров поисковых систем, таких как охват и глубина.

На втором этапе на основе отобранных баз данных проводился выбор источников поисковых систем, оценка их релевантности, транспарентности и наличия полноты информации, также проведено исключение идентичных источников.

На первых двух этапах в процессе формирования протокола использовались результаты, полученные учеными и исследователями в технических областях зна-

ний. Была применена фильтрация по названию, проверка соответствия названия сути анализа, а также применение расширения к выбору ключевых слов. При организации поиска учитывалось наличие текстовой аннотации, использование аннотаций со ссылками, а также и их релевантность и транспарентность.

Применено использование машиночитаемых тезаурусов, электронных словарей, предназначенных для анализа текста и информационного поиска, способных вести одновременный отбор не только по названию словарной статьи, но и по всему объему словарей.

Применен акцессорный подход к анализу – морфологический, т.е. была проведена разбивка названия на дополнительные элементы, распознаваемые программой, и оперативная обработка текстов. Это необходимо для модификации запросов и проведения уточняющего поиска с последующим анализом полученных результатов.

При выборе электронных каталогов особое внимание уделялось нескольким критериям отбора: базы данных, рекомендованные Всемирной организацией здравоохранения, рейтинги поисковых систем, уникальная посещаемость и наличие авторитетных научно-технических коллекций. Так как электронные тематические каталоги могут быть двух видов: специализированные и универсальные, то при использовании сведений мировой практики можно утверждать, что полный поиск должен сопровождаться анализом обоих видов каталогов, без игнорирования одного из них для избегания возможной потери уникальных данных.

Для достижения цели – формирование протокола поиска информации – были решены две задачи: созданы два поисковых блока, охватывающие главные принципы поиска данных. Первый блок предназначен для поиска необходимого текста в коллекции документов на основе использования ключевых слов. Результатом его работы является ранжированный список документов, удовлетворяющий запросу. Второй блок предназначен для того, чтобы, опираясь на результаты проделанной работы, продолжить более точный поиск необходимого документа, используя признаки контекста задачи для получения более полного охвата доступной информации и ее систематизации.

Дополнительными методами исследования в данной работе являлись:

1) метод сравнения и поиска аналогий (при попытке исследовать текст аналогично обычному физическому объекту, динамические параметры которого меняются со временем и которые можно наблюдать и измерять);

2) методы математического аппарата нечеткой логики (при настройке ИПС с помощью создания решающих правил на основе знаний экспертов, обработке запросов на основе введенных знаний).

При апробации предложенного алгоритма на начальном этапе при поиске информации по теме «Математическое моделирование оценки риска здоровью, связанного с химическими факторами опасности пищевой продукции животного происхождения» были использованы такие поисковые машины, как google, yandex, mail. Начальный поиск по общим ключевым словам «медицина, оценка риска, здоровье и др.» составил порядка 34 000 результатов.

Далее при выборе электронных каталогов критериям отбора послужили: базы данных, рекомендованные Всемирной организацией здравоохранения, рейтинги поисковых систем, уникальная посещаемость и наличие авторитетных научно-технических коллекций. В качестве ключевых слов сначала вводилась полностью тема «Математическое моделирование оценки риска здоровью, связанного с хими-

ческими факторами опасности пищевой продукции животного происхождения» (5280 поисковых результатов), потом более узко, например «оценка риска» (349 000 поисковых результата). В одном из документов был найден перечень вопросов, который включает в себя тема «Математическое моделирование». Это облегчило дальнейший поиск, так как количество ключевых слов, которых можно было ввести, увеличилось. В процессе работы был идентифицирован каталог электронных изданий Роскомнадзора. По состоянию на февраль 2016 г. в каталоге содержится более 42 400 электронных изданий, разных по целевому назначению и тематике. Это обусловило выбор этого каталога как одного из приоритетных.

Был проведен обзор следующих баз данных: HIGHWIRE, содержит более 3000 журналов, MEDNAR охватывает: PubMed Central, Natural Standard, American College of Physicians, Annual Reviews, Merck Manual, John E. Fogarty International Center for Advanced Study in the Health Sciences, American Diabetes Association и многие другие. В SCIENCE около 60 научных баз данных и 200 миллионов страниц научной информации, 2000 вебсайтов. WORLDWIDESCIENCE содержит 100 баз данных и взаимосвязи с 70 странами.

В процессе создания протокола особое внимание уделялось рейтингам поисковых систем. Например на сегодняшний день подписчикам ELIBRARY.RU доступны полнотекстовые версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций почти 20 тысяч журналов, а также описания полутора миллионов зарубежных и российских диссертаций. Общее число зарегистрированных институциональных пользователей (организаций) – более 2200. В системе зарегистрированы 1,1 млн индивидуальных пользователя из 125 стран мира. Ежегодно читатели получают из библиотеки более 7 млн полнотекстовых статей и просматривают более 22 млн аннотаций. В CYBERLENINKA содержится около 965 765 научных статей, и он охватывает примерно 2 000 000 посетителей в месяц. КиберЛенинка экспортирует все свои метаданные в открытые репозитории научной информации: Google Scholar, OCLC WorldCat, Соционет, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Registry of Open Access Repositories (ROAR), Open Access Infrastructure for Research in Europe (OpenAIRE), Research Papers in Economics (RePEc), EBSCO A-to-Z.

При рассмотрении «Академии Google» был выявлен недостаток данных об её охвате. Некоторые издатели не позволяют «Академии» индексировать свои журналы. По состоянию на февраль 2008 г. в поисковом индексе по-прежнему отсутствуют журналы Американского химического общества, изданные за последние годы. По состоянию на февраль 2016 г., MICROSOFT AKADEMIC SEARCH содержит около 39,9 млн публикаций и 19,9 млн авторов. В SCIENCEDIRECT (ELSEVIER) наблюдается более 13 млн публикаций из почти 2500 научных журналов и 33 000 электронных книг.

На следующем этапе были использованы ключевые слова «математическое моделирование» для поиска (333 000 поисковых результатов). В результате были выявлены следующие электронные каталоги: orez.ru, www.education.ru,www.rae.ru/meo/login,cyberleninka.ru/…/mezhdunarodnyy-zhurnal-eksperimentalnogo-obrazovaniya,ores.su/…/mezhdunarodnyij-zhurnal-eksperimentalnogo-obrazova/, window.edu.ru/resource/964/69964, vak.ed.gov.ru/87, library.spbstu.ru/ru/news/59/ и другие.

При использовании методов поиска были обнаружены источники, наиболее полно удовлетворяющие поисковому запросу:

– журнал ВАК: «Вестник новых медицинских технологий» Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-50121 от 04.06.2012 г. Перечень ВАКа от 29.12.2015 г. – п. 271. Журнал представлен в Научной электронной библиотеке – головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования, а также в Google Scholar и Ulrich's Periodical Directory (США);

– Scientific American www.springernature.com/ © Scientific American, a Division of Nature America, Inc.

Таким образом, было предложено формирование документа, являющегося протоколом системного анализа, позволяющего облегчить поиск информации, систематизировать выбор баз данных в виде тематических электронных каталогов, а также была определена стратегия поиска литературы, удовлетворяющей запросу и критериям поиска.

Основные медико-демографические тенденции и показатели состояния здоровья населения, проживающего в условиях Крайнего Севера (на примере Чукотского автономного округа)

О.Г. Хурцилава, А.В. Мельцер, В.П. Чащин, Н.В. Ерастова, Е.М. Базилевская, Т.М. Беликова

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

К территориям Российской Арктики относятся сухопутные зоны, охватывающие Мурманскую область, Ненецкий, Чукотский и Ямало-Ненецкий автономные округа, северные территории Республик Коми и Саха (Якутия), Архангельской области, Красноярского края, отдельные земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, а также отдельные территории Иркутской, Магаданской, Сахалинской областей, Красноярского, Хабаровского и Камчатского края, Республики Карелия и Ханты-Мансийского автономного округа. В общей сложности к разряду северных территорий России относят около 64 % всей площади страны, на которой проживает примерно 8 млн человек [17].

Условия проживания в Арктической зоне предъявляют повышенные требования к организму человека, диктуют необходимость своевременной и адекватной адаптации к условиям внешней среды [7, 8, 14]. Климато-географические, социально-экономические и этнокультурные особенности северных территорий России требуют особой политики в части состояния и развития социальной сферы, включая здравоохранение, ставят перед государством серьезнейшую проблему сохранения здоровья людей в экстремальных климатогеографических условиях [17]. Кроме

того, текущее состояние социально-экономического развития Арктической зоны характеризуется наличием ряда рисков и угроз, в том числе снижением уровня жизни и психоэмоциональным напряжением большинства населения, алкоголизмом, в том числе женским и подростковым, безработицей [7, 13, 14]. Опубликованы данные, указывающие на значимость для жителей Севера проблемы избыточного веса, среди вероятных причин возникновения которого могут быть в первую очередь суровые климатические условия и гиподинамия [4, 7]. Традиционный северный характер питания подразумевает значительное употребление высококалорийной пищи и мяса с целью предупреждения переохлаждения в зимний период времени [5]. Отсутствие возможности вести достаточно подвижный образ жизни также чаще всего обусловлено низкой температурой воздуха большую часть календарного года, коротким световым днем в зимнее время [4].

Как следствие, в большинстве приарктических субъектов России, в том числе на территории Чукотского автономного округа, в местах проживания коренных малочисленных народов Севера, на протяжении ряда лет, вплоть до 2001 г., сложилась крайне неблагоприятная медико-демографическая ситуация с нарастающими негативными тенденциями, обусловленными социально-экономической нестабильностью [14].

В многолетней динамике уменьшается численность населения, что в значительной степени связано с ростом миграционных потоков населения в европейскую часть страны и другие регионы с более благоприятными климатическими условиями и развитой инфраструктурой социальной сферы [15]. По данным Чукстата на 1 января 2015 г. численность постоянного населения Чукотского автономного округа составила 50 540 человек против 50 763 человек на 1 января 2010 г. Прогнозируется дальнейшее сокращение численности населения за счёт миграционного оттока [1].

Отмечается низкая средняя продолжительность жизни населения, составившая, в частности, в 2014 г. 51,3 г. [2]. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении в 2014 г. составила 62,3 г.

В числе негативных тенденций следует отметить снижение доли трудоспособного населения (мужчины 16–59 лет, женщины 16–54 года): если в 2010 г. доля населения трудоспособного возраста составляла 68 % (34 790 чел.), то в 2014 г. – уже 66 % (33 279 чел). Наряду с этим увеличилась доля населения старше трудоспособного возраста: 12 % (6 020 чел.) в 2014 г. против 10 % (4 987 чел.) в 2010 г.

В 2013 г. в Чукотском автономном округе зафиксировано наибольшее снижение рождаемости среди всех регионов Российской Федерации – на 7,1 % [3]. Кроме того, несмотря на существенную динамику снижения, смертность населения в трудоспособном возрасте остается выше, чем в среднем по стране, и является одним из худших показателей в Российской Федерации [1]. При этом в сельской местности смертность населения выше, чем в городских поселениях [1].

В структуре смертности населения по основным классам причин преобладают болезни системы кровообращения (39,4 %); травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (22,9 %) и злокачественные новообразования (13,0 %), при этом основной причиной смертности среди населения трудоспособного возраста являются управляемые внешние причины, в том числе связанные с употреблением алкоголя [1]. Чукотский автономный округ остаётся наиболее неблагополучной территорией по уровню младенческой смертности, что в значительной степени обусловлено влиянием неблагоприятных социально-эконо-

мических факторов, низкой культурой ухода за младенцами, вредными привычками матерей (алкоголизм, табакокурение) [1]. Негативным фактором является также рост показателей младенческой смертности: 22,3 в 2014 г. против 21,8 в 2010 г. В 2013 г. в Чукотском автономном округе зарегистрирован наиболее высокий среди других регионов Российской Федерации показатель младенческой смертности – 23,4 [3]. В структуре причин младенческой смертности: на первом месте врождённые аномалии – 25,0 %, на втором – болезни органов дыхания – 18,8 % и патология перинатального периода – 18,8 %, на третьем – инфекционные болезни – 12,5 % [1].

Одной из важнейших составляющих проблемы медико-демографической ситуации в регионах Российской Арктики является онкологическая заболеваемость населения, в том числе злокачественными новообразованиями. Статистические данные о заболеваемости населения России злокачественными новообразованиями свидетельствуют о наличии региональных различий в уровне их распространения: отмечается высокая пораженность онкологическими заболеваниями населения территорий, относящихся к зоне Крайнего Севера [6]. Не является исключением и Чукотский автономный округ. Заболеваемость населения Чукотского автономного округа новообразованиями в течение ряда лет находится на 11,3 % выше показателей по России, и имеется тенденция к ее увеличению [2]. Если показатель смертности в результате болезней системы кровообращения за пятилетний период (2010–2014 гг.) снизился практически в 1,3 раза (458,97 на 100 тыс. чел. населения в 2014 г. против 606,8 97 на 100 тыс. чел. населения в 2010 г.), то смертность от новообразований возросла и составила в 2014 г. 148,37 на 100 тыс. человек против 137,9 на 100 тыс. в 2010 г.

Проблема злокачественных новообразований и смертности от них имеет важное социально-экономическое значение, существенным образом влияя на среднюю продолжительность жизни и размеры невосполнимых потерь населения [12]. Значительный экономический ущерб государству, обусловленный преждевременной смертностью, определяется тем размером национального дохода, который могли бы произвести умершие лица до достижения ими пенсионного возраста, т.е. за предстоящий трудовой период [12]. Механизм возникновения злокачественных новообразований до конца не изучен, но, согласно опубликованным данным, в 85–90 % случаев онкологические заболевания обусловлены воздействием техногенных канцерогенных факторов, что позволяет считать злокачественные новообразования индикаторами экологического неблагополучия окружающей среды [9]. Поэтому в регионе реализуются мероприятия, направленные на создание системы оказания онкологической помощи населению, ориентированной на раннее выявление заболеваний, организацию системы мониторинга онкологической заболеваемости и смертности [16].

Согласно данным Научно-исследовательского института наркологии в Чукотском автономном округе заболеваемость синдромом зависимости от алкоголя (алкоголизмом), включая алкогольные психозы, в 2014 г. составила 3 798,4 на 100 тыс. населения, что более чем в 3 раза превысило показатели за аналогичный период по Российской Федерации (1 238,9 на 100 тыс. населения), а также по Дальневосточному федеральному округу (1 687,3 на 100 тыс. населения). Несмотря на то что уровень первичной заболеваемости алкоголизмом жителей Чукотского автономного округа в период с 2011 по 2014 г. снизился на 8 %, темп снижения был ниже, чем в целом по России (23 %). Количество больных с впервые в жизни установленным диагнозом алкоголизма оставалось стабильно высоким: в 2014 г. зафиксировано

375,88 случаев на 100 тыс. населения, что в 5 раз выше, чем по Российской Федерации, и в 3,2 раза превышает аналогичный показатель по Дальневосточному федеральному округу. Среди подростков 15–17 лет заболеваемость алкоголизмом, включая алкогольные психозы, составила 200,15 на 100 тыс. подростков против среднероссийского – 15,01 на 100 тыс. подростков [2, 11].

В целях улучшения качества жизни населения, проживающего и работающего в Арктической зоне Российской Федерации, включая коренные малочисленные народы, а также обеспечения положительных демографических процессов в субъекте предусмотрена модернизация объектов социальной инфраструктуры, включая учреждения здравоохранения, в том числе в рамках реализации приоритетных национальных проектов. По состоянию на 2013 г. Чукотский автономный округ, наряду с такими субъектами, как Санкт-Петербург и Москва, является территорией – лидером по уровню обеспеченности врачами, кроме того Чукотский автономный округ характеризуется максимальными значениями показателей обеспеченности средними медицинскими работниками [3].

Принимаются меры, направленные на обеспечение доступности и повышение качества оказания медицинской помощи населению, в том числе путем использования транспортных средств повышенной проходимости и воздушных судов для осуществления санитарно-авиационной эвакуации больных; развития технологий для осуществления дистанционных консилиумов врачей; формирования программ здорового образа жизни [16].

Однако несмотря на то что с каждым годом возрастает загрязнение окружающей среды, напрямую связанное с возрастающей антропогенной нагрузкой, ведется интенсивное промышленное освоение природных ресурсов [10], конкретных мер по предупреждению и минимизации риска, обусловленного негативным воздействием факторов среды обитания на здоровье населения, программами в регионах не предусматривалось.

В целях улучшения качества жизни населения, проживающего и работающего в Арктической зоне Российской Федерации, а также в целях обеспечения положительных демографических процессов (снижения онкологической заболеваемости и смертности), помимо уже реализуемых мер, видится целесообразным организация системы медико-профилактических мероприятий для разработки приоритетных мер по устранению вредного влияния факторов среды обитания на здоровье населения, а также формирование и реализация программ здорового образа жизни.

Список литературы

1. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения по итогам деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации за 2013 год [Электронный ресурс]. – URL: http: //zdrav.spb.ru/media/komzdrav/documents/document/file/sostoyanie_zdoroviya_naseleniya.pdf (дата обращения: 16.02.2016).

2. Захарова Н.А. Ранняя диагностика рака молочной железы с использованием скрининговой программы: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Уфа, 2012. – 43 с.

3. Захарова Ф.А., Голокова В.С. Здоровье и спорт в условиях Севера // Сибирский медицинский журнал. – 2013. – № 2. – С.84–86.

4. Иванов П.М., Тихонов Д.Г., Упхолов Г.П. Факторы риска и канцеропротективные факторы рака пищевода и желудка в условиях Крайнего Севера // Дальневосточный медицинский журнал. – 2000. – № 1. – С. 37–39.

5. Квашнина С.И. Здоровье населения на Севере России (социально-гигиенические и экологические проблемы): монография. – Ухта: УГТУ, 2001. – 260 с.

6. Куриленко Э.В. Научное обоснование путей оптимизации деятельности областного онкологического центра в условиях Кольского Севера: автореф. дис. … канд. мед. наук. – СПб., 2006. – 156 с.

7. Мешков Н.А. Эпидемиологический анализ динамики и структуры смертности населения города Томска от злокачественных новообразований // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 1. – С. 25–30.

8. Михайлова М.Н. Научно-практическая конференция по онкологической помощи в рс (я) // Якутский медицинский журнал. – 2012. – № 3. – С. 85–87.

9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Чукотском автономном округе в 2014 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – URL: http: //87.rospotrebnadzor.ru/documents/10156/108548/ % D0 % 93 % D0 % BE % D1 % 81 % D0 % B4 % D0 % BE % D0 % BA % D0 % BB % D0 % B0 % D0 % B4 + 2014 + % D0 % BF % D0 % BE + % D1 % 81 % D0 % B0 % D0 % BD- % D1 % 8D % D0 % BF % D0 % B8 % D0 % B4 + % D0 % B1 % D0 % BB % D0 % B0 % D0 % B3 % D0 % BE % D0 % BF % D0 % BE % D0 % BB % D1 % 83 % D1 % 87 % D0 % B8 % D1 % 8E + % D0 % BF % D0 % BE + % D0 % A7 % D1 % 83 % D0 % BA % D0 % BE % D1 % 82 % D1 % 81 % D0 % BA % D0 % BE % D0 % BC % D1 % 83 + % D0 % 90 % D0 % 9E (дата обращения: 01.12.2015)

10. Основные показатели деятельности наркологической службы в Российской Федерации в 2013–2014 годах: статистический сборник / НИИ наркологии филиал ФГБУ «ФМИЦПНим. В.П. Сербского» Минздрава России. – М., 2016. – 141 с.

11. Поддубная И.В., Аксель Е.М., Киприянова Н.С. Злокачественные новообразования и их социально-экономические последствия // Сибирский онкологический журнал. – 2007. – № 3 (23). – С. 64–68.

12. Предупреждение и борьба с заболеваниями социального характера в Чукотском автономном округе на 2007–2010 годы: региональная целевая программа // О мерах по развитию онкологической помощи [Электронный ресурс]. – URL: http: // chukotka.news-city.info/docs/sistemse/dok_iegvji/page3.htm (дата обращения: 28.02.2016).

13. Развитие здравоохранения Чукотского автономного округа на 2014–2020 годы: Государственная программа [Электронный ресурс]. – URL: http: //чукотка.рф/documents/Gosudarstvennye_programmy (дата обращения: 26.01.2016).

14. Среда обитания и здоровье человека на Севере / Д.Д. Савинов, П.Г. Петрова, Ф.А. Захарова [и др.]. – Новосибирск: Наука. – 2015. – 291 с.

15. Стратегия развития арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – URL: http: //minec.gov-murman.ru/files/Strategy_azrf.pdf (дата обращения: 22.02.2016).

16. Статистический ежегодник Чукотки, 2014 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //chukotstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/chukotstat/ru/publications/official_publications/electronic_versions/ (дата обращения: 28.02.2016).

17. Фомин А.Н. Особенности формирования приспособительных реакций у пришлого населения севера: автореф. дис….канд. мед. наук. – Новосибирск, 2004. – 142 с.

Оценка доли инфекционной заболеваемости, ассоциированной с качеством среды обитания*

В.М. Чигвинцев[1,2], С.В. Бабина[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Росия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия

На протяжении последних десятилетий наблюдается увеличение инфекционной заболеваемости среди всех возрастных групп. Например, в 2015 г. по сравнению с предыдущим годом в Российской Федерации возросла заболеваемость по отдельным инфекционным нозологиям, таким как грипп (в 3,7 раза), дифтерия (в 5,4 раза) и острые кишечные инфекции (в 1,15 раза). Увеличение заболеваемости приводит к значительному приросту экономических потерь, вызванных временной нетрудоспособностью. Таким образом, встает задача по нахождению оптимальных способов снижения заболеваемости. Для разработки методик снижения необходимо выделить преобладающие действующие причины. В качестве вероятных факторов, влияющих на количество инфекционных заболеваний, можно выделить: химические и биологические показатели среды обитания, социально-экономическое состояние территории и прививочные мероприятия. Анализ вкладов этих факторов позволит выявить основные причины наблюдаемой ситуации и определить приоритетные пути ее решения.

Целью данной работы является разработка алгоритма нахождения зависимостей между инфекционной заболеваемостью и различными показателями среды обитания с оценкой их вкладов.

Материалы и методы. Для проведения исследования был использован объединенный массив из нескольких источников официальных данных. Информация получена в рамках проведения социально-гигиенического мониторинга и на основании государственной статистической отчетности за 2010–2015 гг. Состояние здоровья населения характеризовалось статистическими данными по инфекционной заболеваемости в субъектах РФ по отдельным нозологическим формам в различных возрастных группах. Показатели иммунности населения характеризовались статистическими данными по вакцинным мероприятиям в субъектах РФ по отдельным нозологическим формам в разрезе различных возрастных групп. Среда обитания описывались двумя группами факторов: санитарно-гигиеническими факторами по отдельным объектам (атмосферный воздух, питьевая вода, почва), характеризующими безопасность среды обитания, и социально-экономическими факторами, характеризующими качество жизни населения.

Ниже приводятся количественная характеристика анализируемых данных:

– данные о детской и взрослой инфекционной заболеваемости (по 96 видам вирусных нозологий и 18 видам паразитарных нозологий) за 2011–2015 гг. в 83 регионах РФ;

– данные о вакцинации и ревакцинации среди детского и взрослого населения (по 24 видам нозологий) за 2010–2015 гг. в 83 регионах РФ;

– данные с постов наблюдений о превышении химическими веществами предельно допустимых концентраций (36 веществ в воздухе, 23 – в воде и 5 – в почве) за 2010–2015 гг. в 83 регионах РФ;

– данные о социально-экономическом состоянии территории (21 показатель) за 2010–2015 гг. в 83 регионах РФ;

– данные замеров почвы и воды на предмет наличия микробиологического и паразитарного загрязнения в процентах проб, превышающих предельно допустимые значения, за 2010–2015 гг. в 83 регионах РФ.

В результате объединения различных источников данных был получен неполный массив данных. Зачастую территории, для которых имеется информация не по всем интересующим нас показателям (отсутствует значение хотя бы по одному показателю), просто отбрасываются. Такой способ решения проблемы является самым простым и признается корректным для массивов, собранных на большой выборке. Вместе с тем такой шаг может привести к смещениям в том случае, если пропуски не случайны, а характерны для определенного вида территории. Кроме того, исключать из анализа территории, в которых содержится пусть и не вся, но ценная информация, не совсем рационально, поскольку на сбор этих данных были потрачены средства.

Более обоснованное решение проблемы неполных данных видится в восстановлении пропущенных значений на основании тех или иных представлений о природе этих значений. Одним из таких способов является алгоритм ближайших соседей [1, 3]. Он относится к простым неитерационным методам восстановления пропущенных данных.

В основе методики ближайших соседей лежит предположение, что если объекты близки по значениям n-1 показателей, то они близки по значению n-го показателя. Заполнение пропусков в таблице данных методом ближайших соседей выглядит следующим образом: вначале среди всех строк сводной таблицы находят заданное количество строк, наиболее сходных со строкой, содержащей пропуск. В качестве меры схожести строк (объектов) фигурирует декартово расстояние между строками в пространстве столбцов (показателей). Чем меньше декартово расстояние между объектами в пространстве показателей, тем более они подобны друг другу. Столбец, содержащий предсказываемое значение, будем называть целевым столбцом. Для получения предсказания неизвестного элемента, значения целевого показателя у ближайших соседей усредняются с весами, обратно пропорциональными декартовому расстоянию, до строки, содержащей пробел:

$$x_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^{K} x_{ij} C_L}{\sum_{l=1}^{K} C_L}, \tag{1}$$

где C_L – вес (компетентность) l-го ближайшего соседа, обратно пропорциональный декартовому расстоянию r_{li} между l-й и i-й строкой,

$$r_{li} = \sum_{p \neq l} \left(x_{lp} - x_{ip} \right)^2 . \tag{2}$$

С целью устранения зависимых показателей и уменьшения независимых переменных проводится факторный анализ [2]. При анализе сильно коррелирующие между собой переменные объединяются в один фактор. После объединения коррелированность показателей внутри каждого фактора между собой будет выше, чем их коррелированность с показателями из других факторов. Для выявления наиболее значимых факторов и, как следствие, факторной структуры наиболее оправданным представляется применение метода главных компонент. Суть данного метода состоит в замене коррелированных показателей некоррелированными факторами. Другой важной характеристикой метода является возможность ограничиться наиболее информативными главными компонентами, исключив из анализа остальные, что упрощает интерпретацию результатов.

Статистический анализ связи отдельных факторов с заболеваемостью не позволяет вычислить корректный вклад каждого из множества влияющих факторов. Поэтому для решения данной задачи необходимо использовать метод, позволяющий учитывать одновременное воздействие всех получившихся факторов. Для связи инфекционной заболеваемости с различными факторами среды обитания была использована стандартная многомерная линейная регрессионная модель [4]. Выбор модели был сделан на основании исследовательского анализа данных и предварительных знаний о взаимосвязи между заболеваемостью и влияющими факторами. Коэффициенты модели были получены с помощью метода наименьших квадратов.

Результаты и их обсуждение. Проведено восстановление пропущенных данных с помощью метода ближайших соседей; при использовании метода в рассмотрение брались 10 ближайших соседей. Для строк данных, в которых отсутствует более 50 % информации, брались средние значения по показателю. Из анализа было исключено 13 показателей, так как в них отсутствует более 60 % данных, и представленный алгоритм не подходит для их восстановления. В результате на выходе получен полный массив данных, пригодный для дальнейших этапов анализа.

Факторный анализ был проведен по данным о качестве среды обитания (по химическим веществам) и по данным о социально-экономическом состоянии территории. Анализ позволил выделить 10 факторов, характеризующих химическую составляющую, и 4 фактора, характеризующих социально-экономическую составляющую. Химические показатели вошли в следующие факторы: химический фактор № 1 (азотосодержащие неорганические соединения в воздухе), химический фактор № 2 (тяжелые металлы в воздухе), химический фактор № 3 (тяжелые металлы в почве), химический фактор № 4 (тяжелые металлы в воде), химический фактор № 5 (хлоросодержащие неорганические соединения в воде), химический фактор № 6 (ароматические углеводороды), химический фактор № 7 (фторсодержащие соединения), химический фактор № 8 (хлорсодержащие соединения в воде), химический фактор № 9 (железосодержащие соединения в воде), химический фактор № 10 (пыль и углеводороды в воздухе). Социально-экономические показатели составили следующие факторы: социально-экономический фактор № 1 (уровень развития социальной инфраструктуры), социально-экономический фактор № 2 (условия быта населения), социально-экономический фактор № 3 (уровень жизни населения), социально-экономический фактор № 4 (уровень социально-экономического развития территории).

В результате многомерного линейного регрессионного моделирования с использованием обработанных данных был получен ряд уравнений, связывающих заболеваемость и показатели среды обитания, социально-экономическое состояние

территорий и прививочные мероприятия. При моделировании использовался лаг в один год по ревакцинации, социальным и химическим факторам.

Ниже в качестве примера приведены четыре модели, в которых влияние на заболеваемость описывается с помощью различного сочетания исходных описываемых факторов.

Уравнение, описывающее заболеваемость краснухой, записывается в следующем виде:

$$y_1 = 1,9 - 0,00065x_1 + 0,48x_2^2, \quad (3)$$

где y_1 – заболеваемость краснухой на 100 тыс. населения; x_1 – ревакцинация населения от краснухи на 100 тыс. населения; x_2 – химический фактор № 3.

Доля вклада химического фактора № 3 (в него входит такой показатель, как ртуть в почве) составила 0,2 %, что может говорить о малом влиянии факторов среды обитания на заболеваемость краснухой. Основным действующим фактором являются мероприятия по ревакцинации населения от краснухи. Коэффициент детерминации данной модели составил 0,44.

Уравнение, описывающее заболеваемость коклюшем, записывается в следующем виде:

$$y_2 = -43,1 + 54\,272 \cdot \frac{1}{x_1} + 17,6e^{x_2} + 17,6e^{x_3} + 17,9x_4, \quad (4)$$

где y_2 – заболеваемость коклюшем на 100 тыс. населения; x_1 – ревакцинация населения от коклюша на 100 тыс. населения; x_2 – социально-экономический фактор № 2; x_3 – химический фактор № 8; x_4 – химический фактор № 9.

Основным влияющим фактором являются мероприятия по ревакцинации населения от коклюша, вклад порядка 56 %. Сравнимый вклад (21 %) вносят социально-экономический фактор № 2 (в него входит такой показатель, как процент квартир, не имеющих канализации) и химический фактор № 8 – 21 % (в него входит такой показатель, как хлор в воде). Вклад химического фактора № 9 (в него входит такой показатель, как железо (включая хлорное железо) в воде) незначителен (вклад фактора 0,3 %). Коэффициент детерминации модели составил 0,335.

Уравнение, описывающее заболеваемость лямблиозом, записывается в следующем виде:

$$y_3 = 236,3 + 17,5x_1 - 10,3e^{x_2} + 1239,2x_3^2, \quad (5)$$

где y_3 – заболеваемость лямблиозом на 100 тыс. населения; x_1 – микробиологические показатели в почве; x_2 – социально-экономический фактор № 3; x_3 – социально-экономический фактор № 4.

На первом месте по вкладу стоит показатель, отражающий процент количества проб почвы с превышением по микробиологическим показателям, доля вклада около 92 %. На втором месте – 6 % – социально-экономический фактор № 3 (в него входит такой показатель, как среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике). Последнее место занимает социально-экономи-

ческий фактор № 4 с долей вклада 2 %. Коэффициент детерминации модели составил 0,729.

Уравнение, описывающее заболеваемость сальмонеллезными инфекциями, записывается в следующем виде:

$$y = 56{,}1 + 26{,}5e^{x_1} + 29{,}9x_2 + 130{,}3e^{x_3}, \qquad (6)$$

где y – заболеваемость другими сальмонеллезными инфекциями на 100 тыс. населения; x_1 – социально-экономический фактор № 2; x_2 – химический фактор № 3; x_3 – химический фактор № 4.

Основной вклад осуществляется химическим фактором № 4 (в него входит такой показатель, как свинец в воде), порядка 83 %. На втором месте стоит вклад социально-экономического фактора № 2, около 16 %. Незначительный вклад вносит химический фактор № 3 (доля вклада 1 %). Коэффициент детерминации модели составил 0,317.

Выводы. Представленный алгоритм позволяет определять доли вкладов химических и биологических показателей среды обитания, а также показателей социально-экономического состояния территории и прививочных мероприятий в инфекционную заболеваемость. Это позволяет выявить приоритетные пути по решению задачи снижения инфекционной заболеваемости. В данной статье возможность применения данного алгоритма для определения вкладов факторов в заболеваемость показана на примере различных вирусных и бактериальных нозологий. Необходимо отметить, что выявленное влияние факторов является непрямым: есть промежуточное звено – функциональная способность иммунной системы организма человека. Нахождение связей между непосредственным состоянием иммунной системы и факторами среды обитания, а также влияние состояния иммунной системы на инфекционную заболеваемость является одним из направлений дальнейшей работы.

Метод позволяет увеличить действенность санитарно-гигиенических мероприятий по предупреждению и устранению вредного воздействия факторов среды обитания и других факторов на здоровье населения за счет обоснования и своевременного проведения профилактических мероприятий по снижению инфекционных заболеваний и обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия.

Список литературы

1. Злоба Е., Яцкие И. Статистические методы восстановления пропущенных данных // Computer Modelling & New Technologies. – 2002. – Vol. 6. – № 1. – P. 51–61.

2. Analysis of Multivariate Social Science Data. Statistics in the Social and Behavioral Sciences Series (2nd ed.) / D.J. Bartholomew, F. Steele, J. Galbraith, I. Moustaki // Taylor & Francis. – 2008.

3. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. – Springer, 2001. – 553 p.

4. Seber, George A.F., Alan J. Lee. Linear regression analysis. – Wiley, 2012. – Vol. 936.

** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-31-00333 мол_а.*

История возникновения понятия «риск здоровью» и его место в развитии профилактической медицины

Е.Е. Шиган

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда», г. Москва, Россия

Само слово *«риск»* имеет очень давнее происхождение и красочное значение. Восходя своим появлением к древнегреческому словарю почти трёх тысячелетий назад, оно означало дословно «утёс», «скала», «подножие горы». А глагол *«рисковать»,* означал «лавировать между скал», подвергая себя опасности. Так дословно определял значение этого слова знаменитый языковед и знаток древних и славянских языков немецкого происхождения, иностранный член-корреспондент АН СССР Макс Юлиус Фридрих Фасмер [5].

Впервые в научно-публицистической литературе понятие термина *«риск»* появилось в 1921 г., когда вышла в свет монография Фрэнка Хейнемана Найта «Риск, неопределённость и прибыль» (*«Risk, Uncertainty and Profit»*). Книга в те годы пользовалась неслыханной популярностью. Почти за столетие своего существования она многократно переиздавалась и переводилась на многие языки мира, в том числе в 2003 г. на русский. Выпускник Корнельского университета, впоследствии ставший видным американским учёным, одним из основоположников чикагской экономической школы, впервые применил в научной и деловой терминологии понятие риска. Правда все его исследования и аналитические выводы были связаны с чисто экономическими вопросами и прибылью, но именно Найтом было введено самое первое его определение, как «жёсткой конструкции сочетания вероятности и возможных последствий влияния различных событий», чаще неблагоприятных [4].

Применительно к здоровью и научным проблемам медицины понятие риска появилось чуть позже, примерно в середине XX в., хотя похожие термины, подразумевающие то же значение, возникли одновременно с появлением первых ростков профилактического мышления в медицине. Уже в некоторых трудах лекарей и врачевателей Древнего мира содержались не только высказывания по вопросам предупреждения заболеваний, но и о том, кто больше им подвержен, и этому уделялось не меньше внимания, чем лечению. Иными словами, это были первые попытки анализировать риск здоровью.

Именно в те времена появились труды, в которых рассматривались причины и возникновения тех или иных болезней, а также условия окружающей среды, в которых они возникали. Гиппократ в одной из своих работ писал: «…не только сам врач должен употреблять в дело все, что необходимо, но и больной, и окружающие, и все внешние обстоятельства должны способствовать врачу в его деятельности».

В эпоху расцвета Древнего Египта были написаны работы, в которых отмечалась необходимость ежедневно рано вставать, постоянных занятий гимнастикой и обтирания холодной водой – как способов защиты своего здоровья, снижения, как бы мы сказали, используя современную терминологию, «риска здоровью».

Позже, во времена властвования рабовладельческого строя, родились задатки общественной санитарии. Так, в греческом государстве Спарте появилась расширенная система положений гигиенического и физического воспитания, а в законодательстве Древнего Рима уже предусматривались широкие меры общего санитарного характера (нормированное и бережное использование воды, контроль пищевых продуктов и прочие) [1].

Крупнейшим научным трудом Средневековья была работа врача-алхимика Арнольда из Вилланoвы (Arnoldus de Villa Nova, 1235–1311) «*Салернский кодекс здоровья*». Книга вышла в 1480 г. и была написана по канонам того времени – в стихах. Испанец по происхождению, Арнольд создал объёмный труд, особо уделяя внимание профилактическим мерам по предотвращению заболеваний. В одной из глав автор писал: «Если врачей не хватает, пусть будут врачами твоими трое: веселый характер, покой и умеренность в пище».

Наверное, этот труд можно назвать первоисточником понятия рисков. Именно в нём автор впервые в мировой литературе говорит о разных обстоятельствах, приводящих к заболеванию. При этом автор рассуждает о сочетанном действии нескольких обстоятельств, то есть о системном подходе к возникновению болезней. Особое внимание автор уделяет обстоятельствам не образа жизни человека, а окружающей его среды, заостряя внимание на тяготах и особенностях труда в сельском хозяйстве [2].

Вообще Салернская врачебная школа, возникшая во второй половине IX в. как высшая медицинская школа в г. Салерно близ Неаполя, по праву претендует на звание самого раннего высшего научного учреждения в Европе. Правда, она никогда не именовалась университетом, что было необходимо в те времена. Великий Император Фридрих II (1212–1250) дал школе, единственной в Священной Римской империи, исключительное право присваивать имя врача и запретил заниматься врачебной практикой без наличия такой лицензии об образовании. Учёба в ней длилась 9 лет: первые 3 года преподавались логика и основы естественных наук, следующие 5 лет изучались теория медицины, различные предметы и последний год отдавался практической работе.

Интересен факт, что к обучению в школе допускались не только миряне и священники, но и женщины. Такие исследования, как «О человеческой желчи», «О меланхолии» и «О происхождении человеческой природы» были написаны почти тысячу лет назад знаменитой Абеллой, врачом из Рима, а «Об эмбрионе» и «О лихорадках» Ребеккой Гуарной из Месопотамии. Самой известной женщиной-преподавателем по информации, дошедшей до наших дней, была Тротула. В наследство последующим поколениям она оставила труды «О женских болезнях» и «О составлении лекарств» (1050). Последней работой пользовались лекари, врачи и учёные медики почти 700 лет, постоянно ссылаясь на её результаты и выводы.

Не отставала в этих исследованиях и Россия. Многие археологические раскопки на территории нашей страны подтверждают наличие средств народной гигиены, подробные предписания по сохранению чистоты тела, жилищ, пользе бани и даже предупреждению заболеваний. Об этом свидетельствуют многочисленные памятники устного народного творчества, изобразительного и прикладного искусства, иконописи, церковных документов и письменных летописных изданий.

Особо хочется отметить заслуги Петра Великого. Именно при нём были открыты первые сухопутные и морские госпитали в Москве, Петербурге и Кронштадте.

Там занимались лечением военных и моряков, впервые в России учитывая профессиональные особенности их службы. Понимая и зная риск того или иного заболевания, в военном порядке насаждались меры общей и индивидуальной профилактики.

Приоритетность предупредительных мер в медицине находила своё отражение и в дальнейшем и в работах А.Н. Радищева, М.В. Ломоносова, А.И. Герцена, В.Г. Белинского, Н.Г. Чернышевского, Н.А. Добролюбова. Гораздо позже М.Я. Мудров, Г.А. Захарьин, А.А. Остроумов, Н.И. Пирогов, А.П. Доброславин, Ф.Ф. Эрисман и С.П. Боткин указывали на главенствующую стратегическую роль профилактики в предупреждении и борьбе с заболеваниями.

Но до XIX в. профилактическая медицина больше основывалась не на научно обоснованных фактах, подкреплённых серьёзным изучением различных её вопросов и исследованиями, а на чисто эмоциональных, субъективных взглядах того или иного учёного. Что интересно: люди в результате накопленных знаний и опыта научились предупреждать болезни раньше, чем были выявлены причины их возникновения и течения.

После победы Великой Октябрьской революции правительство молодой республики создало все условия для мощного развития профилактической медицины. Об этом свидетельствуют первые декреты: о мероприятиях по борьбе с сыпным тифом (28 января 1919 г.), о мерах борьбы с эпидемиями (10 апреля 1919 г.), об обязательном оспопрививании (10 апреля 1919 г.), о снабжении бактериологических институтов и лабораторий необходимыми для их работы материалами и инвентарем (10 апреля 1919 г.), о санитарной охране жилищ (18 июня 1919 г.), о борьбе с сыпным тифом на Восточном и Туркестанском фронтах (5 ноября 1919 г.), об обеспечении Красной армии и гражданского населения мылом (30 декабря 1919 г.), о санитарно-пропускных пунктах на вокзалах Москвы (13 мая 1920 г.), об обеспечении населения республики банями (30 сентября 1920 г.) и многие другие.

Появляется много агитационной литературы, плакатов, лекций по ведению здорового образа жизни и профилактике заболеваний. Только за 1920–1950 гг. выпущено типографией Санпросвета свыше 80 тысяч видов плакатов по вопросам здорового образа жизни, санитарного просвещения.

Серьёзный вклад в развитие профилактической медицины в нашей стране и во всём мире внёс Н.А. Семашко (1874–1949). В нищей и разрушенной стране, потерявшей в результате Первой мировой войны многие лечебные и научные учреждения, Николай Александрович создал передовую в мире систему практического здравоохранения, которую впоследствии заимствовали многие страны мира. На её фундаментальной основе до сих пор существуют здравоохранение Англии, Бельгии, Японии и других развитых стран. Особую роль придавал Семашко профилактике, указывая на единство её с лечением, и первоочерёдность в проблемах здравоохранения.

В 1926–1940 гг. основным методом профилактики болезней в СССР стала диспансеризация. Москва, Ленинград, Киев, Горький – первые города страны, внедрившие этот метод помощи населению как обязательный. Широко по всей стране проходят профессиональные осмотры на предприятиях. Конечно, уровень их подходов, диагностики и оснащённости оборудованием оставляли желать лучшего, но это были первые шаги по предотвращению профессиональных заболеваний. Большую роль в развитии профилактики и смежных медицинских дисциплин сыграли также З.П. Соловьёв, Г.В. Хлопин, в дальнейшем А.Н. Сысин, Ф.Г. Кротков.

Иначе обстояло дело с развитием профилактического направления в здравоохранении и медицинской науки в послевоенные годы. В 50–70-е гг. XX в. в СССР, как и в мире, стали появляться научные подразделения в крупных медицинских исследовательских учреждениях по изучению проблем неинфекционной эпидемиологии, выявлению факторов риска заболеваний, изучению рисков возникновения патологии, среди которых выделялся Всесоюзный кардиологический научный центр АМН СССР. Крупные широкомасштабные работы по вопросам эпидемиологической ситуации и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний велись в данном учреждении ещё с довоенных времён, но именно в эти годы появилась крепкая научная школа (И.С. Глазунов, Г.С. Жуковский, Л.В. Чазова, В.И. Метелица, Р.Г. Оганов, Н.А. Мазур). Подобные научные подразделения появились и во многих других научных центрах, институтах и учреждениях нашей страны.

Крупные шаги предпринимались в этом направлении международным сообществом. В начале 70-х гг. прошлого столетия по инициативе СССР и США в Австрии, близ Вены, в маленьком городке Лаксенбург открылся Международный институт прикладного системного анализа (International Institute for Applied System Analyses – IIASA). Он явился первым международным научным учреждением по вопросам системного и междисциплинарного подхода к изучению физики, химии, биологии, географии, медицины. В научных работах учёных Института появились не только научно обоснованные данные о причинах возникновения того или иного явления, события, проблемы, но и выявлялись риски развития этих процессов.

История создания данного учреждения восходит к 1966 г., когда 36-й президент США Линдон Джонсон выступил в разгар холодной войны с речью, заявив, что «…пришло время, когда ученые Соединенных Штатов и Советского Союза должны работать вместе над многими проблемами, … которые терзают все развитые общества, среди них энергетика, наши океаны, окружающая среда, здоровье». Это было время, когда подавляющее большинство научных учреждений мира занимались сугубо национальными вопросами. Работы и достижения учёных института должны были обеспечить чёткое понимание и руководство к действию по решению глобальных вопросов улучшения социального благополучия и защиты окружающей среды для лиц, определяющих политику в мире. От Советского Союза в работе института с первых лет принимали участие видные учёные – академики АН СССР Д.М. Гвишинани, Л.В. Канторович (нобелевский лауреат по экономике), профессора Х.М. Албегов, Г.И. Потёмкин, Г.М. Голубев, Ю.И. Добров, А.И. Пропой, Ю.В. Бутримович.

Кластером медицинских и естественнонаучных дисциплин руководил заместитель директора института по науке, член-корреспондент РАМН, профессор Е.Н. Шиган. Спустя десятилетие, в 1986 г. вышла в свет его монография «Методы прогнозирования и моделирования в социально-гигиенических исследованиях». В одной из глав автор подробно повествует о формировании групп населения с повышенным риском отдельной патологии. Анализируя научную литературу по данному направлению медицинской науки и обобщая опыт и достижения всех предшественников, учёный подтверждает, что снижение или повышение риска здоровью зависит от количественного и качественного сочетания различных факторов, дисциплинированности больного при лечении, а также широкого спектра социально-экономических условий [6].

Одним из направлений этого подразделения института, объединявшего не только узконаправленные вопросы риска возникновения различной патологии, но и вопросы влияния на человеческий организм экологических, биологических, физиологических и психологических факторов, были исследования по изучению риска возникновения болезней под влиянием окружающей среды, в том числе и производственной сферы. Впервые затрагивались проблемы системного подхода к решению данных вопросов.

В 2010 г. институтом были разработаны 9 глобальных научных программ на 2011–2021 гг., одна из которых звучит так: «Риск, политика и уязвимость». Программа позволяет лучше ориентироваться в вопросах понимания рисков для экономических, экологических и социальных систем, возникающих в результате разных глобальных изменений в мире, а также помочь адаптировать и трансформировать совместные действия по снижению этих рисков. Программа ориентирована на участие всего международного сообщества, делая упор на объединение и аналитику национальных профилей здоровья.

Так что же всё-таки мы вкладываем в понятие *«риск здоровью»,* или «*риск для здоровья»*? Все современные определения и попытки объяснения данного понятия условны. Но всё же это можно определить как вероятность развития неблагоприятного или негативного «эффекта у индивидуума или группы людей при воздействии определённой дозы или концентрации опасного агента в конкретных обстоятельствах».

Это определение, как и другие (оценка риска, приемлемый риск, анализ риска, факторы риска, управление риском, контроль воздействия, мониторинг риска, сравнительный анализ риска, идентификация опасности), подробно описаны в методических рекомендациях по обработке и анализу данных, необходимых для принятия решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения, утверждённых МЗ РФ № 11-3/61-09 от 27.02.2001 г. [3].

Список литературы

1. Алексеенко С.Н., Дробот Е.В. Профилактика заболеваний. – М.: Академия Естествознания. – 2015. – 245 с.

2. Арнольд из Вилланова. Салернский кодекс здоровья. – М.: Медицина, 1970. – 112 с.

3. Методические рекомендации по обработке и анализу данных, необходимых для принятия решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения / Утверждено МЗ РФ 27.02.2001 № 11-3/61-09 [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/1200062733 (дата обращения: 24.12.2015).

4. Найт Ф.Х. Риск, неопределённость и прибыль. – М.: Дело, 2003. – 360 с.

5. Фасмер М.Р. Этимологический словарь русского языка / перевод с немецкого: в 4 т. – М.: Прогресс, 1964.

6. Шиган Е.Н. Методы прогнозирования и моделирования в социально-гигиенических исследованиях. – М.: Медицина, 1986. – 208 с.

Особенности нарушений нейроэндокринной регуляции у детей, проживающих в условиях многосредовой экспозиции кадмия и мышьяка

И.Е. Штина, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, С.А. Вековшинина, Ю.А. Ивашова

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

Актуальность изучения последствий воздействия химических факторов окружающей среды на состояние здоровья населения не вызывает сомнений [4]. Пристальное внимание привлечено в настоящее время к районам размещения выведенных из эксплуатации крупных горно-добывающих и горно-обогатительных предприятий, имеющих большие запасы отработанного сырья и промышленных отходов, способных оказывать негативное воздействие на проживающее вблизи население [6].

Среди химических техногенных соединений, загрязняющих среду обитания на постиндустриальных территориях, серьезную опасность в связи с возможностью при многосредовом воздействии развития нарушений состояния здоровья, в том числе развития патологии нейроэндокринной системы, представляют кадмий и мышьяк [1, 5, 10].

Одним из путей поступления кадмия и мышьяка в среду обитания человека являются места размещения отходов бывшей хозяйственной деятельности горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, выведенных из эксплуатации. В районах хранения отвалов отработанной горной породы и хранилищ хвостов обогатительных фабрик наблюдаются процессы пыления, деградации и эрозии земли, перенос отходов в селитебные зоны и места массового отдыха населения [2, 3].

В результате хранения отходов горно-добывающих производств под воздействием атмосферной влаги образуются подвижные формы металлов, в том числе кадмия и мышьяка, которые продолжают поступать в почвы, воды, воздух, растительность и после прекращения производства [7].

При хронической пероральной экспозиции населения кадмием и мышьяком возникает серьезная опасность нарушения состояния здоровья, в том числе развития патологии нейроэндокринной системы. По данным литературы загрязнение питьевой воды мышьяком приводит к необратимым изменениям в работе организма, формированию нарушений жирового и углеводного обмена, развитию ожирения и преждевременному взрослению [8–11, 13]. При поступлении в организм мышьяк способствует образованию активных форм кислорода и азота, которые в свою очередь вызывают неспецифические повреждения, такие как окислительное повреждение ДНК. Кроме этого происходит активация перекисного окисления липидов, которое способствует нарушению работы эндокринной системы. Кадмий обладает способностью влиять на углеводный метаболизм и синтез гиппуровой кислоты в печени, снижая активность ряда ферментных систем, нарушая обмен

цинка, меди, железа и кальция. Связываясь с цитоплазматическим и ядерным материалом клеток, повреждает их, изменяя активность гормонов и ферментов [12, 14].

Вместе с тем патогенетические закономерности и клинические особенности формирования нарушений работы нейроэндокринной системы у детей, находящихся под многосредовым воздействием кадмия и мышьяка, остаются малоизученными.

Цель исследования – выявить патогенетические закономерности и клинико-лабораторные и инструментальные особенности состояния нейроэндокринной системы в условиях многосредового хронического воздействия кадмия и мышьяка.

Материалы и методы. В качестве территории исследования была выбрана территория проживания населения, расположенная в непосредственной близости от мест складирования отходов добычи и переработки горных пород, в состав которых входят кадмий и мышьяк. Питьевое водоснабжение населения осуществляется из подземных и из поверхностных водоисточников. Население территории использует в пищу как продукцию, выращенную на собственных дачных участках, так и привозную. Для гигиенической оценки качества атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и пищевой продукции, а также для оценки риска здоровью населения использованы данные социально-гигиенического мониторинга за период 2009–2015 гг.

Гигиеническая оценка выполнена с учетом требований действующих нормативно-методических документов: ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве», ГН 2.2.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения (ЦХПВ). Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения», ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», ГН 2.1.6.2309-07 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Оценка риска здоровью населения, находящегося под многосредовым воздействием мышьяка, выполнена в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04).

Группу наблюдения составили 137 человек в возрасте от 5 до 15 лет (8,1 ± 2,14 г., 72 мальчика и 65 девочек), потребляющих питьевую воду с содержанием мышьяка (С≤0,005 мг/л) и кадмия (С≤0,00031 мг/л), плодоовощную продукцию, содержащую мышьяк (С≤0,05 мг/кг) и кадмий (С≤0,029 мг/кг), проживающих в условиях ингаляционного воздействия мышьяка (С≤0,000048 мг/м^3) и кадмия (С≤0,000026 мг/м^3). В группу сравнения был включен 31 ребенок в возрасте от 5 до 15 лет (7,9 ± 2,03 г.), проживающий в условиях соответствия качества атмосферного воздуха, питьевой воды и плодоовощной продукции гигиеническим нормативам. Других химических веществ, превышающих гигиенические нормативы, среди определяемых соединений, способных оказывать негативное влияние на эндокринную систему и гормоногенез, на территориях исследования выявлено не было, группы были сопоставимы по полу и возрасту (p≥0,05). Территории исследования по йодному обеспечению не различа-

лись и могли быть отнесены к районам лёгкого йодного дефицита. При анализе медико-социальных анкет достоверных различий между группами по структуре, объёмам и калоражу питания, двигательной активности и социально-экономическим показателям не выявлено ($p \geq 0{,}05$).

В крови содержание химических элементов определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISP-MS) в соответствии с МУК 4.1.3161–14 «Методика измерений массовых концентраций свинца, кадмия, мышьяка в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой» и МУК 4.1.3230–14 «Методика измерений массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой». Содержание химических элементов определяли на масс-спектрометре «Agilent 7500_{cx}» («Agilent Technologies Inc.», США).

Углубленное клинико-лабораторное обследование включало: 1) анализ амбулаторных карт развития (форма № 112/у) и результатов углублённого осмотра врачами-специалистами (педиатр, эндокринолог), оценку физического развития, медико-социальное анкетирование; 2) исследование состояния углеводного и жирового обмена: уровня глюкозы, общего холестерина, триглицеридов, липопротеидов низкой (ЛПНП), очень низкой (ЛПОНП) и высокой плотности (ЛПВП), аполипопротеина А1, аполипопротеина В-100; 3) определение общей антиоксидантной активности сыворотки (ОАС), гидроперекисей липидов (ГПЛ), содержания малонового диальдегида (МДА) в плазме крови, функциональной активности глутатионпероксидазы (ГПО), содержание 8-гидрокси-2-деоксигуанозина в моче; 4) анализ состояния тиреоидного гомеостаза (ТТГ, антитела к ТПО, Т4 общий и свободный); 5) изучение уровня кортизола, серотонина, γ-аминомасляной кислоты (ГАМК). Лабораторную диагностику выполняли по стандартным методикам с помощью спектрофотометра ПЭ-5300в (Экохим, Россия), биохимического «Konelab 20» («ThermoFisher», Финляндия) и иммуноферментного «Infinite F50» («Tecan», Австрия) анализаторов.

Анализ полученной информации осуществляли статистическими методами с использованием программного пакета для статистического анализа «Statistica 6.0» и с помощью специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями «MS-Office». Сравнение групп по количественным признакам проводили с использованием двухвыборочного критерия Стьюдента; оценку зависимостей между признаками – методом корреляционно-регрессионного анализа для количественных переменных; проверку адекватности моделей осуществляли с использованием критерия Фишера. Математическое моделирование с расчетом приведенного индекса риска, позволяющее выполнять оценку эволюции накопления рисков действия факторов среды обитания на критические органы и системы организма, выполнено в соответствии с МР 2.1.10.0062-12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей». Приведенный индекс риска характеризует вероятность нарушений здоровья при воздействии факторов среды обитания с учетом нарастания общего риска здоровью по мере увеличения продолжительности экспозиции.

Результаты и их обсуждение. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха исследуемой территории показала, что все отобранные пробы соответствовали гигиеническим нормативам по содержанию кадмия (от 0,007 до 0,1 $ПДК_{сс}$) и мышьяка (до 0,16 $ПДК_{сс}$). Качество питьевой воды системы ЦХПВ, а также обще-

ственных и частных колодцев, автономной системы водоснабжения и нецентрализованных скважин исследуемой территории соответствовало гигиеническим нормативам содержания кадмия (менее 0,31 ПДК) и мышьяка (менее 0,5 ПДК). Результаты лабораторных исследований качества плодоовощной продукции (картофель, морковь, свекла), выращенной жителями исследуемой территорий на огородах, показали, что качество плодоовощной продукции соответствовало гигиеническим нормативам. Превышений предельно допустимых концентраций содержания кадмия (менее 0,96 ПДК) и мышьяка (менее 0,01 ПДК) не зафиксировано.

Оценка риска здоровью населения показала, что значения коэффициентов опасности кадмия и мышьяка для условий хронического ингаляционного воздействия не превышают допустимого уровня (*HQ* = 1,0). Однако при хроническом комплексном воздействии кадмия и мышьяка с атмосферным воздухом установлено превышение допустимого значения индекса опасности (*HI* = 1,0) в отношении гормональной системы до 1,21*HI* (вклад кадмия – до 54,87 %). При пероральном поступлении кадмия и мышьяка с питьевой водой у детей формируется неприемлемый неканцерогенный риск развития патологии эндокринной системы (*HI* = 1,29). Основной вклад при пероральном поступлении кадмия в неприемлемые уровни риска в отношении гормональной системы у детей вносит мышьяк (до 92,0 %, 1,07*HQ*). В отношении детского населения, потребляющего пищу, содержащую кадмий и мышьяк, выращенную на исследуемой территории, выявлены превышения допустимого значения показателей риска для гормональной системы до 1,28 *HI*. Основной вклад в неприемлемые уровни риска для гормональной системы связан с содержанием в пище кадмия (до 62,38 %, 0,94*HQ*).

Таким образом, при многосредовом поступлении кадмия и мышьяка для эндокринной системы детей, проживающих на территории исследования, могут формироваться неприемлемые уровни хронического неканцерогенного риска здоровью.

Для доказательства реализации этих рисков было выполнено клинико-лабораторное обследование детского населения исследуемой территории.

Содержание кадмия и мышьяка в крови (табл. 1) у детей группы наблюдения составляло 0,00034 ± 0,0001 мкг/см^3 и 0,0007 ± 0,0001 мкг/см^3, что в 1,4–2,0 раза выше, чем у детей группы сравнения (0,00017 ± 0,00013 и 0,0005 ± 0,0001 мкг/см^3 соответственно) (p = 0,02–0,05).

Таблица 1

Результаты химико-аналитического исследования крови детей групп исследования, мкг/см^3

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	p
Кадмий	0,00034 ± 0,0001	0,00017 ± 0,00013	0,02
Мышьяк	0,0007 ± 0,0001	0,0005 ± 0,0001	0,05

Патология эндокринной системы в общей структуре выявленных заболеваний в группе наблюдения занимала 3-е ранговое место и диагностировалась в 2,2 раза чаще, чем в группе сравнения (23,8 и 10,7 %, p = 0,11). В качестве основных нозологических форм в группе наблюдения преобладали: избыточное питание – 10,7 % и ожирение – 5,3 %, что в 2,4 раз чаще, чем в группе сравнения (4,3 и 2,2 % соответственно, p = 0,021–0,14), относительный риск развития нарушений углеводного

и жирового обмена в 2,7 раза превышал показатели группы сравнения (*OR* = 2,74; *DI* = 1,05–7,14; $p<0,05$).

Вышеописанные тенденции подтверждены инструментальной оценкой физического развития. В группе наблюдения выявлен опережающий тип развития, который проявлялся: высоким ростом у 17,7 % и избытком массы тела I–II ст. у 26,0 %, что в 1,7–2,6 раза чаще, чем в группе сравнения (10,0 и 0,0 %, p = 0,002–0,05).

У детей, проживающих в условиях хронического комбинированного воздействия кадмия и мышьяка, установлена достоверная причинно-следственная связь развития эндокринных нарушений и избытка массы тела с повышенным содержанием кадмия и мышьяка в крови (R^2 = 0,36–0,95; 71,07≤ F ≤2597,94; $p<0,001$) (табл. 2).

Таблица 2

Параметры моделей «зависимости вероятности формирования нейроэндокринной патологии с воздействием факторов среды обитания – содержание мышьяка в крови» у детей групп исследования

Показатель	Нозология	*b*0	*b*1	*F*	*R*2	*p*
Кадмий	Болезни эндокринной системы	–2,44	1032,38	71,07	0,36	0,01
Кадмий	Другие формы избыточности питания	–4,69	7117,40	263,35	0,71	0,01
Кадмий	Ожирение	–3,73	3275,67	180,68	0,63	0,01
Кадмий	Другие формы избыточности питания	–4,69	7117,40	263,35	0,71	0,01
Кадмий	Другие формы избыточности питания	–3,49	3189,30	2597,94	0,97	0,01
Мышьяк	Болезни эндокринной системы	–2,87	1263,19	116,95	0,51	0,01
Мышьяк	Другие формы избыточности питания	–3,68	1592,49	748,84	0,93	0,01
Мышьяк	Ожирение	–3,73	1918,85	1337,75	0,95	0,01

В качестве показателей, подтверждающих нарушения жирового и углеводного обмена у 41,1 % детей группы наблюдения, выявлено повышение в 1,2 раза относительно группы сравнения отношения АпоВ/АпоА1, являющегося предиктором развития атеросклеротических изменений (0,51 ± 0,03 и 0,43 ± 0,06 г/дм^3, p = 0,04), за счет снижения в 1,2 раза уровня АпоА1 (1,4 ± 0,07 г/дм^3) у 49,5 % обследованных. Значение данных показателей находилось в прямой зависимости от концентрации мышьяка (r = 0,4; p = 0,001) и кадмия (r = 0,17; p = 0,05) в крови. Содержание глюкозы (5,1 ± 0,57 и 5,0 ± 0,25 ммоль/дм^3), аполипопротеина В-100 (0,68 ± 0,027 и 0,64 ± 0,059 г/дм^3), триглицеридов (1,07 ± 0,1 и 1,021 ± 0,165 ммоль/дм^3), ЛПВП (1,3 ± 0,05 и 1,3 ± 0,15 ммоль/дм^3), ЛПНП (2,1 ± 0,11 и 1,95 ± 0,23 ммоль/дм^3), общего холестерина (3,9 ± 0,12 и 3,7 ± 0,31 ммоль/дм^3) не имело достоверных отличий от группы сравнения (p≥0,05).

Вместе с тем в ходе лабораторного исследования более чем у половины детей группы наблюдения выявлена дисфункция нейроэндокринной регуляции и сниженное тиреоидное обеспечение. Содержание ТТГ (1,49 ± 0,15 мкМЕ/см^3) у 38,2 % детей в 1,2 раза превышало значения группы сравнения (1,25 ± 0,2 мкМЕ/см^3, p = 0,02), при этом у 18,3 % выявлен сниженный в 1,16 раза уровень Т4 свободного (13,7 ± 0,3 пкмоль/л) относительно группы сравнения (14,2 ± 0,3, p = 0,05). Снижение Т4 свободного коррелирует с содержанием мышьяка в сыворотке крови (r = –0,2, p = 0,009). У 34,4–60,2 % детей установлено повышение уровня кортизола (263,6 ± 30,2 нм/см^3) и серотонина (212,3 ± 23,1 нг/мл), что в 1,2–1,7 раза

выше показателя группы сравнения (220,2 ± 43,2 нм/см^3 и 124,4 ± 25,4 соответственно, p = 0,001–0,05).

У детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием мышьяка, выявлена значимая активизация процессов свободнорадикального окисления с последующим накоплением продуктов пероксидации и усилением микросомального окисления. У 38,8 % детей группы наблюдения содержание ГПЛ в сыворотке крови (191,7 ± 21,3 мкмоль/дм^3) в 1,2 превышало уровень аналогичного показателя в группе сравнения (165,2 ± 30,8 мкмоль/дм^3, p = 0,03). У 51,7 % детей группы наблюдения выявлено повышенное в 1,7 раза содержание в моче 8-гидрокси-2-деоксигуанозина (191,1 ± 44,8 и 113,3 ± 27,3 нг/мл соответственно, p = 0,001), характеризующее нарастание оксидантного стресса. В ответ на активацию свободнорадикального окисления у детей группы наблюдения обнаружено истощение ресурсов антиоксидантной защиты, проявляющееся в снижении антиоксидантной активности сыворотки крови (34,2 ± 1,0 и 37,3 ± 2,3 %, p = 0,02), относительно группы сравнения. Частота зарегистрированных проб со сниженным уровнем интегрального показателя ОАС крови детей группы наблюдения составила 62,9 %, что в 1,3 раза выше, чем в группе сравнения (47,4 %). Конечный продукт перекисного окисления липидов – МДА в плазме крови детей группы наблюдения в среднем составлял 3,1 ± 0,133 мкмоль/см^3, что в 1,2 раза достоверно выше физиологического предела (2,5 мкмоль/см^3 p = 0,001). Выявлена прямая корелляция между МДА плазмы и концентрацией мышьяка в крови (r = 0,26; p = 0,004).

У 47,8 % детей группы наблюдения в сыворотке крови установлено снижение в 1,2 раза уровня тормозного нейромедиатора ГАМК (0,155 ± 0,022 мкмоль/дм^3), относительно группы сравнения (0,183 ± 0,046 мкмоль/дм^3), не имеющих отклонений от физиологических нормативов (p = 0,05).

При анализе ультразвуковых показателей (табл. 3) увеличение объёма щитовидной железы выявлено у 31,0 % детей группы наблюдения, что не имело достоверных отличий от группы сравнения (43,3 %, p = 0,76). Вместе с тем у 15,4 % обследованных детей диагностированы структурные нарушения, отсутствующие в группе сравнения: наличие мелкоочаговых изменений щитовидной железы (у 7,7 %) (p = 0,049), кистозно-расширенных фолликулов (у 5,1 %) (p = 0,25). Обращает внимание наличие достоверной обратной связи между объемом щитовидной железы и концентрацией мышьяка в крови (r = –0,2; p = 0,049).

Таблица 3

Данные ультразвукового исследования щитовидной железы у детей, %

Данные ультразвукового исследования	Группа наблюдения	Группа сравнения	p
Увеличение объема щитовидной железы	31,0	43,3	0,76
Изменение структуры железы	15,4	0,0	0,038
Мелкоочаговые изменения	7,7	0,0	0,049
Кистозно-расширенные фолликулы	5,1	0,0	0,25
Диффузные изменения	2,6	0,0	0,573

Выводы:

1. При многосредовом поступлении кадмия и мышьяка для эндокринной системы детей, проживающих на территории исследования, могут формироваться неприемлемые уровни (*HI* 1,21–1,29) хронического неканцерогенного риска здоровью.

2. У детей с повышенной концентрацией кадмия и мышьяка в крови заболевания эндокринной системы и отклонения физического развития (избыточное питание и ожирение) диагностировались в 1,7–2,2 раза чаще, относительный риск нарушения углеводного и жирового обмена был в 2,7 раза выше, чем в группе сравнения.

3. Выявлена достоверная причинно-следственная связь развития у детей заболеваний эндокринной системы с повышенной контаминацией биосред металлами (кадмием и мышьяком).

4. В качестве основных патогенетических закономерностей и клинико-лабораторных и инструментальных особенностей выявлены нарушения нейроэндокринной регуляции и тиреоидного обеспечения, снижение функциональной активности нейромедиаторного обмена и антиоксидантного баланса, изменения морфофункциональных (структурных) показателей щитовидной железы.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Турзин П.С., Ушаков И.Б. Общественное и профессиональное здоровье и промышленная экология // Медицина труда и пром. экология. – 1999. – № 1. – С. 1–9.

2. Бухарова Е.М. Влияние факторов городской среды на физическое развитие и состояние здоровья детей // Здравоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 5. – С. 18–24.

3. Голдовская, Л.Ф. Химия окружающей среды. – М.: Мир, 2007. – 294 с.

4. Лужецкий К.П., Устинова О.Ю., Землянова М.А. Тиреоидный профиль и антиоксидантный статус у детей в условиях природного дефицита эссенциальных микроэлементов и ингаляционного воздействия струмогенов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 5–2. – С. 723–727.

5. Мышьяк: информационный бюллетень ВОЗ № 372, декабрь 2012 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/ru/ (дата обращения: 24.03.2016).

6. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 5–9.

7. Смирнова О.К., Плюснин А.М. Джидинский рудный район (проблемы состояния окружающей среды) / отв. ред. Г.И. Татьков. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – 181 с.

8. Arsenic induces diabetic effects through beta - cell dysfunction and increased gluconeogenesis in mice / S. Liu, X. Guo, B. Wu, H. Yu, X. Zhang, M. Li // Scientific reports. – 2014. – №. 4: 6894. – doi: 10.1038/srep06894.

9. Atherosclerosis induced by arsenic in drinking water in rats through altering lipid metabolism / T.J. Cheng, J.J. Chuu, C.Y. Chang, W.C. Tsai, K.J. Chen, H.R. Guo // Toxicology and applied pharmacology. – 2011. – Vol. 256. – P. 146–153.

10. Effects of in Utero Exposure to Arsenic during the Second Half of Gestation on Reproductive End Points and Metabolic Parameters in Female CD-1 Mice / Karina F. Rodriguez, Erica K. Ungewitter, Yasmin Crespo-Mejias, Chang Liu, Barbara Nicol, Grace E. Kissling, Humphrey Hung-Chang Yao [Электронный ресурс]. – URL: http: //dx.doi.org/10.1289/ehp.1509703 (дата обращения: 28.02.2016).

11. Long term exposure to low level arsenic in drinking water and diabetes incidence: A prospective study of the diet, cancer and health cohort. Environmental health per-

spectives. Arsenic in rice and other foods / E.V. Brauner, R.B. Nordsborg, Z.J. Andersen, A. Tjonneland, S. Loft, O. Raaschou - Nielsen, G. Charnley // JAMA internal medicine. – 2014. – Vol. 122. – P. 174–298.

12. Neuropsychological correlates of hair arsenic, manganese, and cadmium levels in school-age children residing near a hazardous waste site / R.O. Wright, C. Amarasiriwardena, A.D. Woolf [et al.] // Neurotoxicology. – 2006. – Vol. 27. – P. 210–216.

13. Obesity and leptin resistance: Distinguishing cause from effect / M.G. Myers, Jr., R.L. Leibel, R.J. Seeley, M.W. Schwartz // Trends in endocrinology and metabolism: TEM. – 2010. – Vol. 21. – P. 643–651.

14. Takiguchi M., Yoshihara S. New aspects of cadmium as endocrine disruptor // Environ Sci. – 2006. – Vol. 13 (2). – P. 107–116.

Определение биологических признаков чувствительности к экспозиции факторов среды обитания в оценке риска, связанного с воздействием факторов среды обитания

П.З. Шур[1,2], О.В. Долгих[1], К.П. Лужецкий[1,2], Д.М. Шляпников[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия

Безопасность среды обитания и продукции обеспечивается соблюдением допустимых уровней риска для здоровья человека при воздействии вредных факторов среды обитания. При этом в базовых принципах оценки декларированы необходимость учета особенностей факторов и реципиентов риска, а также реалистичность сценариев экспозиции с одновременным учетом специфики групп населения с высокой чувствительностью и наиболее подверженных риску.

В практике контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека использование гигиенической оценки уровней риска здоровью человека в условиях воздействия вредных факторов среды обитания предусмотрено при проведении санитарно-эпидемиологических экспертиз, исследований, расследований, направленных на установление и предотвращение вредного воздействия факторов среды обитания и продукции на человека, и при формировании доказательственной базы вреда здоровью, причиненного негативными воздействиями факторов среды обитания.

Одна из причин – повышенная индивидуальная чувствительность к ядам, которая может быть состоянием функциональной активности физиологических систем организма и особенностями биохимических процессов [1]. Однако эти особенности в ряде случаев могут быть следствием негативного воздействия факторов риска. Важными причинами повышенной чувствительности человека к воздействию факторов среды обитания являются гендерный и возрастной статус реципиентов, а также биологическая, в частности генетическая, предрасположенность индивидуума к развитию нарушений здоровья, обусловленным этими факторами.

В этой связи исследование дополнительного уровня риска здоровью в зависимости от генетической предрасположенности к патологии, характерной для вероятных эффектов вследствие экспозиции факторов риска, представляет существенный интерес и требует разработки методических подходов к установлению наиболее чувствительных индивидуумов, идентификации показателей индивидуального риска и установлению критериев допустимого уровня экспозиции для наиболее чувствительных групп.

Предложенные методические подходы включают последовательное выполнение следующих действий:

– оценку риска здоровью для всей исследуемой популяции;

– идентификацию изменений состояния здоровья (заболеваний и донозологических изменений), соответствующих органам и системам, функции которых нарушаются при воздействии факторов риска;

– выявление биологических признаков, определяющих предрасположенность к развитию идентифицированных негативных изменений здоровья;

– оценку риска здоровью для субпопуляции с выявленными биологическими признаками;

– выделение дополнительного уровня риска, обусловленного индивидуальными особенностями, которые характеризуются установленными биологическими признаками.

Этот алгоритм был апробирован в условиях внешнесредовой и профессиональной экспозиции. Так, в условиях нарушения санитарного законодательства (концентрация в питьевой водой хлороформа – до 2,8 ПДК (0,15–0,17 мг/л) в 78–100 % проб для детского населения установлен риск, характеризующийся коэффициентом опасности (HI = 1,72), связанный с пероральном поступлении с питьевой водой. Средняя концентрация хлороформа в крови экспонированных детей составляла 0,69 ± 0,04 мкг/л при отсутствии этого вещества в норме. Одной из критических систем для действия хлороформа является эндокринная. На основании эпидемиологических исследований распространенности патологии эндокринной системы установлена достоверная причинно-следственная связь развития отдельных нозологических форм класса болезней эндокринной системы: избыточного питания ((МКБ: E67.8) R^2 = 0,84) и ожирения ((МКБ: E66.0) R^2 = 0,1) с содержанием хлороформа в крови.

При исследовании выборки детей (212 человек) из экспонированного населения в качестве показателя, характеризующего индивидуальную чувствительность, рассматривалась вариация (мутантный гетерозиготный вариант AG) гена серотонинового рецептора (HTR2A) как наиболее патогенентически значимого в формировании избытка массы тела и ожирения [4, 5].

Количественная оценка риска здоровью при расчете вероятности ответа как для всей субпопуляции, так и для наиболее чувствительных подгрупп выполнена в соответствии с МР 2.1.10.0062–12 [2] с учетом тяжести нарушений здоровья на уровне верхней границы для заболеваний легкой тяжести – 0,0004 [3]. При этом недопустимый уровень риска формирования избыточности питания у детей с нормальным гомозиготным вариантом AA гена HTR2A не установлен в пределах выявленных концентраций хлороформа в крови, а у детей с мутантным гетерозиготным вариантом AG регистрируется при содержании этого вещества в крови более 5,79 мкг/л. Результаты исследований позволили идентифицировать лиц с мутантным гетерозиготным вариантом AG гена HTR2A как контингента, которому в первую очередь может быть нанесен вред при употреблении воды с содержанием хлороформа выше ПДК, а наличие этого вещества в крови на уровне выше 5,79 мкг/дм^3 следует рассматривать как критерий для осуществления индивидуальных мероприятий по профилактике формирования избытка массы тела и ожирения.

Аналогичная тенденция выявлена и при исследовании генетически обусловленной повышенной чувствительности к воздействию ванадия при ингаляционном поступлении. В условиях концентрации этого вещества в атмосферном воздухе выше референтной (0,00011 ± 0,000012 мг/м^3) у исследуемой группы детей (106 человек) диапазон индивидуальных концентраций ванадия в моче (маркера экспозиции) составил от 0,00002 до 0,0015 мг/дм^3.

В качестве показателей индивидуальной чувствительности к экспозиции ванадия рассматривались вариации CT гена FAS и AG гена TLR4. Гетерозиготный вариант гена FAS, отвечающего за программированную гибель клеток, формирует тенденцию к снижению количества кодируемых им FAS-рецепторов на 10 %. Ожидаемое замедление клеточной гибели при таком сценарии характеризуется избыточной клеточной пролиферацией, что является патогномоничным признаком гипертрофии аденоидов. В свою очередь гетерозиготный вариант гена TLR4, отвечающего за адекватность и эффективность врожденного иммунитета (воспалительной реакции), ассоциирован с дефицитом (8 %) макрофагов крови (моноцитов), которыми он экспрессируется, также носящим характер тенденции. Торможение воспалительной реакции, ассоциированное с заменой в гене TLR4, ведет к переходу процесса в хроническую затяжную форму, что характеризует особенности течения гипертрофии аденоидов.

В результате моделирования по данным эпидемиологических исследований влияния ванадия на вероятность развития болезней органов дыхания установлена реперная величина маркера экспозиции (концентрации ванадия в моче) по критерию вероятности развития гипертрофии миндалин (код МКБ J35.2) на уровне 0,000018 мг/дм^3. При оценке риска здоровью при уровне маркера экспозиции ванадия в диапазоне от 0,00002 до 0,0015 мг/дм^3 установлено, что риск в целом по выборке характеризуется как допустимый (менее $1{,}0 \cdot 10^{-4}$). В то же время величина риска здоровью для лиц с вариацией CT гена FAS может достигать недопустимых уровней при концентрации ванадия в моче выше 0,00134, а с вариацией AG гена TLR4 – выше 0,00098 мг/дм^3. В этом случае вариацию CT гена FAS и вариацию AG гена TLR4 следует рассматривать как признаки контингента максимального риска, а приведенные уровни маркеров экспозиции как критерии для проведения мер по профилактике экологически ассоциированной гипертрофии аденоидов.

Учет индивидуальной чувствительности работника при оценке вероятности формирования профессионально обусловленных нарушений здоровья в настоящее время также является актуальным. При этом применение расчета эпидемиологических показателей (*RR*) позволяет оценить профессиональную обусловленность патологии. Так, для работников сильвинитовой обогатительной фабрики (СОФ) предприятия по добыче калийных солей в условиях воздействия производственного шума более 83 дБА установлена производственная обусловленность (*RR* = 7,18) гипертонической болезни (МКБ: I 11.9) и определены производственно-обусловленные нарушения регуляции сосудистого тонуса: повышение активности липопротеина(а) (*RR* = 2,22) и гомоцистеина (*RR* = 5,68) в сыворотке крови.

Результаты эпидемиологического анализа показали более высокий относительный риск повышения липопротеин(а) в крови (показатель нарушения регуляции сосудистого тонуса) для работников с мутантным гетерозиготным вариантом GG гена эндотелиальной NO-синтазы – eNOS (*RR* = 2,68) по сравнению с нормальным гомозиготным вариантом GT этого гена (*RR* = 2,59). При оценке вероятности изменения показателя нарушения регуляции сосудистого тонуса (повышение содержания гомоцистеина в крови) с учетом индивидуальной чувствительности установлено, что для работников с мутантным гетерозиготным вариантом гена MTHFR (CT) регистрируется дополнительная вероятность нарушения регуляции сосудистого тонуса – 0,03. Данные вариации генов можно определить в качестве показателей предрасположенности к формированию риска производственно-обусловленной патологии системы кровообращения под воздействием шума.

Применение методических подходов к оценке риска здоровью с учетом показателей индивидуальной чувствительности организма позволили уточнить уровни экспозиции внешнесредовых факторов, обеспечивающие допустимый риск, которые ниже, чем для исследуемых субпопуляций в целом. Результаты реализации предложенных подходов к оценке риска в наиболее чувствительных группах позволили установить биологические признаки, определяющие повышенную чувствительность индивидуума в экспозиции внешнесредовых (хлороформа в воде, ванадия в воздухе) и профессиональных (уровня шума) факторов и предложить критерии для выбора лиц, у которых с наибольшей вероятностью может реализоваться вред здоровью. Эти наиболее чувствительные группы целесообразно рассматривать в качестве первоочередных контингентов для проведения медико-профилактических мероприятий по снижению риска здоровью.

Список литературы

1. Артамонова В.Г., Шаталов Н.Н. Профессиональные болезни: учебник. – М., 1988. – 416 с.

2. МР 2.1.10.0062–12. Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей: методические рекомендации [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/1200095225 (дата обращения: 24.03.2016).

3. Способ определения интегрального допустимого риска отдельных классов и видов продукции для здоровья человека: патент на изобретение RUS № 2368322 от 09.01.2008 г. / Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, П.В. Трусов, М.П. Шевырева, Н.Н. Гончарук. – М., 2008.

4. Brown R.E., Stevens D.R., Haas H.L. The physiology of brain histamine // Prog. Neurobiol. – 2001. – Vol. 63. – P. 637–672.

5. Nguyen T., Shapiro DA., George SR. [et al.] // Mol. Pharmacol. – 2001. – Vol. 59, № 3. – P. 427–433.

Redox regulation of cellular stress response in aging and neurodegenerative disorders: role of vitagenes and hormesis

Vittorio Calabrese

Chairman School of Clinical pathology and Clinical Biochemistry, School of Medicine, University of Catania, Italy

Modulation of endogenous cellular defense mechanisms via the stress response signaling represents an innovative approach to therapeutic intervention in diseases causing chronic tissue damage, such as neurodegeneration and cancer [15]. Under optimal conditions long-term health protection is accomplished by protein homeostasis, a highly complex network of molecular interactions that by balancing protein biosynthesis, folding, translocation, assembly/disassembly, and clearance [2, 3], efficiently optimize maintenance and repair processes involved in survival and stress resistance. This is accomplished by a complex network of the so-called longevity assurance processes, which are composed of several genes termed vitagenes [4–8]. The term vitagenes refers to a group of genes which are strictly involved in preserving cellular homeostasis during stressful conditions. The vitagene family is actually composed of the heat shock proteins (Hsp) Hsp32, Hsp70, the thioredoxin system and the sirtuin system [1]. Dietary antioxidants, such as polyphenols and L-carnitine/acetyl-L-carnitine, have recently been demonstrated in vitro to be neuroprotective through the activation of hormetic pathways, including vitagenes [9, 16]. Over the past decade there has been a remarkable increase of interest in hormesis as a result of more significance being given to low dose effects and the use of more powerful study designs which have enabled to identify rational approaches to detect hormetic biphasic dose responses in the low dose zone. The hormetic dose-response, challenging long-standing beliefs about the nature of the dose-response in a lowdose zone, has the potential to affect significantly the design of pre-clinical studies and clinical trials as well as strategies for optimal patient dosing in the treatment of numerous diseases, including oxidant disorders. Given the broad cytoprotective properties of the heat shock response there is now strong interest in discovering and developing pharmacological agents capable of inducing stress responses. We have recently focused our research on the role of acetylcarnitine in the defense mechanisms against cellular stress and neurodegeneration. In addition, with a redox proteomics approach, we identified mitochondrial oxidatively modified proteins as a function of brain aging, specifically in those brain regions, such as cortex and hippocampus, that are commonly affected by

the aging process. In all brain regions examined, many of the identified proteins were energy-related, such as pyruvate kinase, ATP synthase, aldolase, creatine kinase, and a-enolase. These alterations were associated with increased expression of Hsps, as well as carnosinase and thioredoxin reductase and with significant changes in both cytosolic and mitochondrial redox status in all brain regions analyzed. This findings are relevant to potential pharmacological interventions in healthy medicine strategy, pointing to maximize cellular stress resistance of the brain thus providing neuroprotection [1, 9, 16], and will be extended to other systemic oxidant disorders such as diabeties and cancer [10].

References

1. Calabrese E.J. // Biogerontology. – 2012. – Vol. 13. – P. 215.
2. Calabrese V. // Nature Neurosci. – 2007. – Vol. 8. – P. 766.
3. Calabrese V. // Mol Aspects of Med. 32: 279. – 2011. –Vol. 32. – P. 274.
4. Calabrese V. // Chem Biol. – 2011. – Vol. 18. – P. 1355.
5. Calabrese V. // Mol Aspects of Med. – 2011. – Vol. 32. – P. 258.
6. Calabrese V. // BBA. – 2012. – Vol. 1822. – P. 75388.
7. Calabrese V. // Antiox Redox Signal. – 2010. – Vol. 13. – P. 1763.
8. Calabrese V. // Neurochem Res. – 2010. – Vol. 35. – P. 1880.
9. Calabrese V. // BBA. – 2012. – Vol. 1822. – P. 729.
10. Calabrese V. // ARS. – 2013. – Vol. 19. – P. 836.
11. Calabrese V. // JCCS. – 2014. – Vol. 8. – P. 369.
12. Calabrese V. // JCCS. – 2014. – Vol. 8. – P. 385.
13. Calabrese V. // Biogerontology. – 2014. – Vol. 15. – P. 444.
14. Calabrese V. // J. Neurosci Res. – 2015. – Vol. 93. – P. 149.
15. Halliwell B. // Arch. Bioch. Biophys. – 2008. – Vol. 476. – P. 107.
16. Mattson M.P. // Neuron. – 2010. – Vol. 67. – P. 900.

Практика оценки и управления рисками здоровью

Влияние приоритетных факторов окружающей среды на здоровье населения Волгоградской области по данным социально-гигиенического мониторинга

Н.В. Аброськина, Д.К. Князев

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Волгоградской области, г. Волгоград, Россия

Организация и ведение социально-гигиенического мониторинга (СГМ) на протяжении последних лет остается одним из ведущих направлений деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Важнейшей задачей СГМ является выявление приоритетных факторов риска, оценка и прогноз состояния здоровья населения в связи с вредным воздействием факторов окружающей и социальной среды.

Значительная часть населения Волгоградской области подвергается воздействию комплекса антропотехногенных факторов окружающей среды, способных оказывать сложное и разнонаправленное влияние на состояние здоровья населения.

Важнейшей проблемой для крупного промышленного города области – Волгограда – является загрязнение атмосферного воздуха**.** В загрязнение атмосферного воздуха города значительный вклад вносят предприятия черной и цветной металлургии, химической и нефтеперерабатывающей промышленности: валовые выбросы в атмосферу в 2014 г. составили 38,5 тыс. тонн (25,2 % от выбросов в атмосферу региона) [3]. В последние годы многие крупные промышленные предприятия преобразовались, изменили технологию производства, методы очистки выбросов, что привело к изменению объемов и качества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух города. В связи с этим актуальным является систематическое проведение работы по уточнению приоритетных источников загрязнения городской среды и составлению «списка приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха», при подготовке которого используются данные об объемах поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух Волгограда от крупнейших предприятий города (форма 2тп-воздух). В рамках составления списка приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха используются такие критерии, как принадлежность химических веществ к перечням приоритетных опасных или особо регулируемых химических соединений в РФ; фиксирование превышающих или близких к ПДК концентраций химических соединений в атмосферном воздухе; высокое соотношение между условной экспозицией вещества (т/год) и его референтной концентрацией (для неканцерогенов) (на основе расчета индекса сравнительной неканцерогенной опасности HRI); высокое соотношение между условной экспозицией вещества (т/год) и его канцерогенной опасностью (для канцерогенов) (на основе расчета индекса срав-

нительной канцерогенной опасности *HRIc*) [1, 2, 4]. В результате были определены источники загрязнения и приоритетные загрязнители для каждого промышленного района Волгограда. В целом для регионального центра приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха являются: оксид углерода, взвешенные вещества, оксиды азота, хлор, диоксид серы, хлорид водорода, аммиак, формальдегид, фенол, фторид водорода, винилхлорид.

На территории Волгограда проведен анализ качества атмосферного воздуха и расчеты неканцерогенных рисков здоровью населения. Для определения популяции, подвергающейся воздействию, были выделены условные ареалы (с численностью населения 50–100 тыс. жителей), которые характеризуют замеры концентраций химических веществ на постах ГУ «Волгоградский ЦГМС».

На территории Волгограда максимальный риск развития неблагоприятных эффектов отмечается в Центральном (*HI* = 17,8) и Краснооктябрьском (*HI* = 14,2) районах. Для жителей Краснооктябрьского района основной риск здоровью населения определяют следующие вещества: формальдегид (40 %), взвешенные вещества (25 %), оксид углерода (8 %); Кировского района – хлорид водорода (48 %), взвешенные вещества (29 %), сероводород (9 %); Центрального района – формальдегид (60 %), взвешенные вещества (20 %), сероводород (7 %); Красноармейского района – хлорид водорода (47 %), взвешенные вещества (22 %), сероводород (8 %); Советского района – озон (52 %), диоксид азота (32 %), оксид азота (7 %); Дзержинского района – озон (70 %), диоксид азота (18 %), диоксид серы (5 %). Преобладающий вклад тех или иных загрязняющих веществ в общий неканцерогенный риск районов города определяют приоритетные системы организма человека, в большей степени подверженные риску поражения. Риск развития у населения болезней органов дыхания вносит наибольший вклад в общий неканцерогенный риск и составляет от 34,2 до 70,6 %.

Состояние питьевого водоснабжения продолжает оставаться одной из актуальных задач по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Волгоградской области. В качестве приоритетных загрязнителей в питьевой воде следует отметить железо, хлориды, алюминий, хлороформ. Проблема повышенных концентраций железа в питьевой воде актуальна для большинства территорий области. Часть населения Волгоградской области использует воду с повышенной общей жесткостью (более 10 мг/экв/л.). Важной гигиенической проблемой остается образование хлорорганических соединений (хлороформа) при обеззараживании воды. Превышение концентраций хлороформа за последние три года характерно для г. Волгограда, Волжского и отдельных территорий области.

Загрязнение питьевой воды обусловливает рост заболеваемости населения, этиологически связанной с неудовлетворительным качеством воды. Содержащиеся в воде высокие концентрации железа ухудшают органолептические свойства воды, цветность, способствуют снижению содержания фтора за счет образования нерастворимых соединений с железом и солями жесткости. Известно, что употребление питьевой воды с содержанием хлоридов, превышающих нормативные значения, оказывает неблагоприятное действие на здоровье населения: возрастает заболеваемость органов кровообращения, пищеварительной, мочеполовой систем. Длительное использование жесткой воды способствует увеличению частоты воз-

никновения у населения случаев мочекаменной болезни, нарушений секреторной функции желудочно-кишечного тракта.

В рамках работы по выявлению причинно-следственных связей состояния здоровья населения и факторов окружающей среды были проведены расчеты неканцерогенных рисков для населения Волгоградской области от химических веществ, содержащихся в питьевой воде. Из результатов расчетов следует, что риск развития неблагоприятных эффектов от действия железа, нитратов, нитритов, содержащихся в питьевой воде, существует в Палласовском районе Волгоградской области для детского населения (HI = 1,443). При этом наибольший вклад в величину риска определяют нитриты (84 %). Проведенный соответствующий корреляционный анализ данных заболеваемости населения за период 2008–2014 гг. выявил статистически достоверные связи средней и слабой силы между концентрацией железа в питьевой воде и болезнями кожи и подкожной клетчатки среди взрослого (r = 0,38; p = 0,05), детского (r = 0,36; p = 0,05), подросткового (r = 0,46; p = 0,05) населения; болезнями эндокринной системы среди детского (r = 0,12; p = 0,05), подросткового (r = 0,43; p = 0,05) населения.

Полученные в результате проведения СГМ данные об основных источниках загрязнения окружающей среды, приоритетных загрязнителях, оказывающих негативное влияние на здоровье населения, необходимы для разработки профилактических мероприятий, направленных на улучшение состояния окружающей среды, улучшение качества жизни населения и снижение риска для здоровья населения.

Список литературы

1. Информационное письмо о списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения РФ. Департамент Госсанэпиднадзора № и/109-111 от 07.08.97 г. – URL: http: //www.bestpravo.ru/rossijskoje/hu-pravila/f6a.htm (дата обращения: 22.01.2016).

2. Об организации лабораторного контроля при проведении социально-гигиенического мониторинга: письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 0100/10460-06-32 от 2 октября 2006 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/902005811 (дата обращения: 22.01.2016).

3. О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2014 году: доклад / ред. колл. П.В. Вергун [и др.] // Комитет природных ресурсов и экологии Волгоградской области. – Волгоград: Смотри, 2015. – 300 с.

4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Влияние показателей искусственной освещенности на заболеваемость миопией среди школьников Республики Алтай

Г.С. Архипов[1], А.Н. Зяблицкая[1], Ю.Н. Иваницкая[2]

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай», г. Горно-Алтайск, Россия
[2]Управление Роспотребнадзора по Республике Алтай, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, Россия

Здоровье подрастающего поколения – один из важнейших показателей, определяющих экономический, интеллектуальный и культурный потенциал страны, обеспечивающий ее национальную безопасность.

Большинство неблагоприятных последствий для здоровья ребенка-подростка из-за воздействия факторов социально-экономической, гигиенической, экологической природы носят длительный латентный период, характеризуются системностью проявлений и вовлечением в патологический процесс не столько отдельных органов и систем, а организма в целом. Время обучения в образовательном учреждении совпадает с периодом интенсивного роста и развития ребенка, когда организм наиболее уязвим и чувствителен к воздействию неблагоприятных условий окружающей среды. Фактор внутришкольной среды определяет 12,5 % заболеваемости в начальных классах, а к окончанию школы – 20,7 %, т.е. его значение возрастает почти в 2 раза [1–3].

Физиологическая устойчивость школьника к воздействию факторов окружающей среды, в том числе школьной, снижается, а интенсивность их воздействия растет.

К неблагоприятным факторам отнесены следующие составляющие санитарно-эпидемиологического благополучия – это интенсивные учебные и внешкольные нагрузки, меньшая значимость режима дня в выработке динамических стереотипов поведения школьника, более высокая статическая нагрузка, влияние электромагнитных полей и шумового воздействия, неадекватное физиологическим требованиям питание.

Цель исследования – изучение распространенности нарушений здоровья у детей школьного возраста на территории Республики Алтай и оценка влияния на развитие данных патологий образовательной среды.

Материалы и методы. В исследовании использовались данные о результатах профилактических осмотров школьников за 2010–2015 гг. по форме федерального государственного статистического наблюдения № 31 «Сведения о медицинской помощи детям и подросткам-школьникам» по районам Республики Алтай, данные форм отраслевого статистического наблюдения № 9–06, 9–13, 9–14 «Сведения о санитарно-эпидемиологическом состоянии учреждений для детей и подростков», № 18 «Сведения о санитарно-эпидемиологическом состоянии субъекта Российской Федерации». В работе использовались методы корреляционного и регрессионного анализа.

Результаты и их обсуждение. Согласно данным лабораторного контроля, за весь период исследования приоритетными неблагополучными факторами среды в образовательных учреждениях Республики Алтай являются несоответствия мебели росто-возрастным особенностям. Всего за 2010–2015 гг. проведено 12,7 тысяч замеров мебели в образовательных учреждениях республики. Удельный вес замеров, не отвечающих санитарным требованиям, в 2010–2012 гг. варьировался от 12,3 до 23,2 %. С 2013 по 2015 г. зарегистрировано снижение доли замеров мебели, не соответствующих росто-возрастным особенностям, с 14,6 % до 4,4 % (табл. 1).

Таблица 1

Основные параметры образовательной среды в учреждениях Республики Алтай

Показатель	2010 г.			2015 г.		
	Всего замеров, абс.	Из них не соответствующих гигиеническим нормативам		Всего замеров, абс.	Из них не соответствующих гигиеническим нормативам	
		абс.	%		абс.	%
Замеры мебели	1476	182	12,3	1100	48	4,4
Параметры микроклимата	923	47	5,1	1536	14	0,9
Уровень освещенности	2398	147	6,1	1750	48	2,7
Замеры ЭМП	726	32	4,4	638	19	3,0

За исследуемый период в образовательных учреждениях республики проведено 10,6 тыс. замеров уровней освещенности. Удельный вес замеров, не соответствующих гигиеническим требованиям, максимального значения достигал в 2013 г. – 15,6 %. Последующие 2 года удельный вес замеров освещенности, не соответствующих гигиеническим нормативам, в общеобразовательных учреждениях Республики Алтай снизился до 2,7 %.

Снижение за период исследования доли замеров, не отвечающих гигиеническим нормативам, по уровню ЭМП составило 0,6 %, параметрам микроклимата – 2,8 %.

С 2010 года доля учащихся общеобразовательных учреждений в Республике Алтай, получающих горячее питание, увеличилась с 94 до 98 % в 2015 г. Рост охвата горячим питанием школьников республики обусловлен увеличением доли школьников 5–11-х классов, получающих горячее питание, с 90 % в 2010 г. до 97,2 % в 2015 г. В начальной школе 99 % учащихся охвачены горячим питанием. Увеличился удельный вес детей, получающих двухразовое горячее питание, в общеобразовательных учреждениях с 10,6 до 13,0 %. В 2015 г. 67,6 % от общего количества школьников младших классов получали горячий завтрак, 19,4 % – горячий обед и 13,0 % – горячий завтрак и обед.

Улучшение качества питания учащихся отмечается по данным лабораторного контроля в общеобразовательных учреждениях. Снизился удельный вес проб готовых блюд, не отвечающих санитарным требованиям, по санитарно-химическим показателям с 4,4 % в 2010 г. до 3,3 % в 2015 г., содержанию С-витамина – с 11,0 до 4,4 %, недостаточной калорийности – с 1,9 до 1,4 %. С 2010 г. произошло увеличение удельного веса проб готовых блюд, не соответствующих гигиеническим нормам по микробиологическим показателям, с 1,6 до 2,3 %.

Мониторинг состояния здоровья детей свидетельствует, что более половины учащихся образовательных учреждений имеют отклонения в состоянии здоровья. По данным профилактических медицинских осмотров в 2015 г. среди школьников Республики Алтай I группу здоровья имели 19,4 %, II – 64,7 %, III – 13,1 %, IV – 1,3 %, V – 1,5 %. В сравнении с 2010 г. численность школьников с I группой здоровья увеличилась на 9,1 %, II группой – 2,9 %, уменьшилась численность школьников с III группой здоровья на 12,1 %, IV группой – 1,5 %, V группой – 0,5 %.

Основными патологиями у детей школьного возраста являются понижение остроты зрения и нарушения осанки. В структуре распространенности патологических состояний доля снижения остроты зрения и нарушения осанки составила 38 % и 40 % соответственно.

По данным периодических осмотров, в 2015 г. наибольший уровень выявления по отслеживаемым патологическим состояниям в следующих возрастных группах детей:

– с понижением остроты зрения – 101,6–103,6 ‰ – соответственно перед окончанием школы и при переходе к предметному обучению;

– со сколиозом – 42,9 ‰ – среди детей 16–17 летнего возраста (перед окончанием школы);

– с нарушением осанки – 120,5–121,2‰ – соответственно перед поступлением в 10-й класс в возрасте 15 лет и перед окончанием школы (табл. 2).

Таблица 2

Частота выявления нарушений здоровья детей Республики Алтай по результатам профилактических медицинских осмотров в 2010–2015 гг.

Контингенты	2010 г.			2015 г.		
	Нарушение остроты зрения, ‰	Сколиоз, ‰	Нарушение осанки, ‰	Нарушение остроты зрения, ‰	Сколиоз, ‰	Нарушение осанки, ‰
За год до поступления в школу	24	2,1	17,2	79,4	4,3	21,4
Перед поступлением в школу	38,6	5,1	29,6	73,5	5,9	24,6
В конце 1-го года обучения	35,5	7,3	42,2	55,3	8,2	44
При переходе к предметному обучению (4–5-е классы)	70,2	15,2	58,8	50,5	15,5	59,3
В возрасте 15 лет включительно	100,5	32,4	63,3	103,6	41,8	120,5
Перед окончанием школы (16–17 лет включительно)	80,9	35,2	82,1	101,6	42,9	121,2

Исследование распространенности понижения остроты зрения среди учащихся образовательных учреждений Республики Алтай за последние 6 лет выявило увеличение частоты данной патологии от поступления в школу до ее окончания. Перед поступлением в образовательное учреждение нарушения осанки выявлены у 2,5 % детей, перед окончанием школы – у 12 %. Таким образом, рост уровня данной патологии за период обучения составляет 4,8 раза с максимальным увеличением уровня в возрасте 15 лет.

У 5 % осмотренных детей 16–17 лет (10–11-й классы) выявлен сколиоз, что в 7,3 раза выше, чем в группе детей перед поступлением в школу и 2,7 раза выше, чем в группе детей 4–5-х классов (при переходе к предметному образованию).

В 2015 г. наибольший рост нарушений остроты зрения отмечается перед поступлением в 10-й класс в возрасте 15 лет – в 1,9 раза по сравнению с категорией – в конце 1-го года обучения. По окончании школы 10 % школьников (101,6 ‰) имеют нарушения остроты зрения.

В 2015 г. по сравнению с 2010 г. отмечается рост уровня патологии с понижением остроты зрения среди детей в конце 1-го года обучения в 1,6 раза, среди выпускников – в 1,3 раза. Частота выявления сколиоза среди детей перед поступлением в школу значительно не изменилась, но увеличилась в 1,2 раза у подростков 16–17 лет перед окончанием школы.

В 2015 г. наблюдается снижение показателя удельного веса детей, имеющих нарушения осанки, перед поступлением в школу; в возрасте 15 лет включительно и перед окончанием школы (16–17 лет) уровень распространенности нарушений осанки соответственно в 1,9 и 1,5 раза выше, чем в 2010 г.

При проведении корреляционного анализа установлена статистически значимая связь между патологией остроты зрения у учащихся образовательных учреждений Республики Алтай и удельным весом замеров освещенности в детских и подростковых учреждениях, не соответствующих гигиеническим требованиям (r = 0,6), выявлена статистически значимая связь между распространенностью нарушений осанки и несоответствием школьной мебели росто-возрастным особенностям (r = 0,7)

Выводы. Таким образом, социально-гигиенические условия обучения в образовательных учреждениях Республики Алтай по многим показателям не соответствуют гигиеническим требованиям санитарного законодательства. Учащиеся в процессе образовательного процесса подвергаются влиянию средовых воздействий, основными негативными факторами которых являются недостаточные уровни освещенности, несоответствие мебели росто-возрастным особенностям школьников.

По данным профилактических медицинских осмотров детей и подростков-школьников, основными патологиями в школьном возрасте являются нарушение остроты зрения, сколиоз, нарушение осанки. Проведенные исследования показали, что условия образовательной среды вносят существенный вклад в формирование здоровья учащихся.

Список литературы

1. Азыдова Г.В. Роль условий обучения в образовательных учреждениях в формировании здоровья школьников // Образование и воспитание детей и подростков: гигиенические проблемы: матер. всерос. конф. с междунар. участием. – М., 2002. – С. 27–29.

2. Здоровье, обучение и воспитание детей: история и современность (1904–1959–2004) / под ред. А.А. Баранова [и др.]. – М., 2006. – С. 303–308.

3. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков: учебник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 480 с.

Результаты радиационного мониторинга в рамках осуществления социально-гигиенического мониторинга на территории Калужской области

А.Г. Ашитко, Д.В. Золочевский, С.А. Рожкова

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Калужской области, г. Калуга, Россия

На протяжении последнего десятилетия радиационная обстановка на территории Калужской области оставалась в целом удовлетворительной, за исключением районов Калужской области, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС. По-прежнему в структуре коллективных доз облучения населения области ведущим фактором являются природные 3466,27 чел/Зв (86,1 %) и медицинские 532,36 чел/Зв (13,2 %) источники ионизирующего излучения. На долю всех остальных источников, в том числе и за счет аварии на Чернобыльской АЭС, приходится 0,6 %.

В связи с вышеуказанными обстоятельствами в системе социально-гигиенического мониторинга (СГМ) Калужской области раздел «Показатели радиационной безопасности объектов окружающей среды и среды обитания людей» является одним из приоритетных направлений. Инструментально-лабораторный контроль среды обитания осуществляется в 93 мониторинговых точках, по которым ежегодно контролируется более 8 параметров радиационной безопасности (рис. 1).

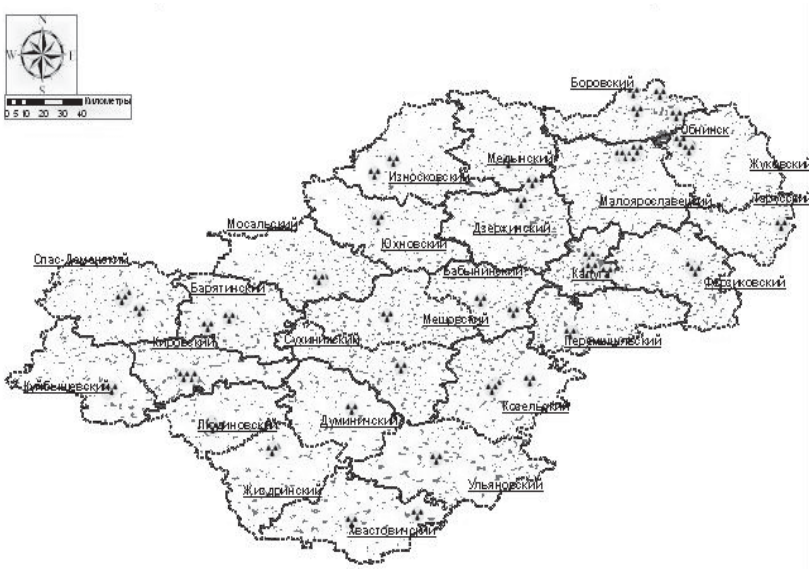


Рис. 1. Карта дислокации мониторинговых точек наблюдения за радиационной обстановкой системы СГМ в Калужской области

В целом содержание радионуклидов в почве на территории области обусловлено глобальными выпадениями продуктов ядерных взрывов прошлых лет, а также аварией на Чернобыльской АЭС, и находится в пределах колебаний, характерных для Калужской области.

Плотность загрязнения почвы территории Калужской области радионуклидами цезия-137 по данным ГУ НПО «Тайфун» составляет: среднее значение – 35,15 кБк/м^2, максимальное – 132,4 кБк/м^2.

В воде открытых водоемов удельные активности радионуклидов по суммарной альфа-, бета-активности не превышают значений многолетних наблюдений и находятся ниже уровней вмешательства для населения.

Ведущим фактором облучения населения Калужской области являются природные источники, их вклад в среднем составляет 86,1 % (81,9 % – 2012 г.) от коллективной дозы облучения. Более 60 % этой дозы формируют радон и его короткоживущие дочерние продукты, содержащиеся в воздухе помещений.

Медицинское облучение населения Калужской области занимает второе место после облучения природными источниками. Средняя коллективная доза за счет медицинского облучения составила 13,2 %, что соответствует 0,52 мЗв/г. в расчете на одного жителя области. Средняя индивидуальная доза за одну процедуру соответствует 0,29 мЗв. Наибольший вклад в коллективную дозу облучения ежегодно вносят рентгенографические исследования (42,8 %) и компьютерная томография (30,2 %). Исследования флюорографические, радионуклидные и прочие составляют в среднем соответственно 5,65, 1,47, 3,99 %. Отмечается увеличение числа компьютерной томографии, следовательно, возрастает средняя доза за процедуру (3,6 мЗв), которая превышает показатель по РФ (3,4 мЗв). Компьютерная томография является более информативным методом рентгеновской диагностики, позволяющим правильно поставить диагноз, но облучает пациента высокими дозами. В настоящее время внедрение в практику медицинских организаций Калужской области современного рентгенодиагностического оборудования, оснащенного средствами измерения индивидуальных доз облучения граждан, использования расчетного метода при оценке доз облучения населения составляет более 60 %.

Значительное влияние на радиационную обстановку территории Калужской области оказывает деятельность объектов 1-й категории потенциальной опасности, расположенных в г. Обнинске – ФГУП ГНЦ РФ «Физико-энергетический институт им. А.И. Лейпунского» и ФГУП «Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова». Данные радиологического мониторинга показывают, что средние индивидуальные дозы персонала не превышают основные пределы доз, регламентированные НРБ-99/2009 и Федеральным законом РФ «О радиационной безопасности населения»; случаев превышения годовой индивидуальной дозы 20 мЗв для персонала и случаев облучения населения, полученных в результате радиационных аварий, не зарегистрировано.

На территории Калужской области расположена зона техногенного радиоактивного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. В результате аварии на Чернобыльской АЭС в период с 26 по 30 апреля 1986 г. в 9 административных территориях Калужской области – Думиничском, Жиздринском, Куйбышевском, Кировском, Козельском, Людиновском, Мещовском, Ульяновском, Хвастовичском районах выпали радиоактивные осадки. Общая площадь загрязнения почвы цезием-137 составила более 16 % всей территории области. Наиболее силь-

ному радиационному воздействию подверглись южные районы: Жиздринский, Ульяновский и Хвастовичский с плотностью загрязнения почвы цезием-137 от 1 до 15 Ки/км^2 [4]. Спустя 30 лет после аварии в зону радиоактивного загрязнения входят 300 населенных пунктов (НП), из которых 14 НП с плотностью загрязнения почвы цезием-137 от 5 до 15 Ки/км^2 и 286 НП – от 1 до 5 Ки/км^2, в которых проживают около 80 тыс. человек (постановление Правительства РФ от 08.10.2015 г. № 1074). В целом по 9 районам, расположенным в зонах радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС, мощность эквивалентной дозы (МЭД) внешнего гамма-излучения находится на уровне естественного фона. В ряде населенных пунктов Жиздринского и Хвастовичского районов регистрируются значения гамма-фона, составляющие 0,2 мкЗв/ч (рис. 2).

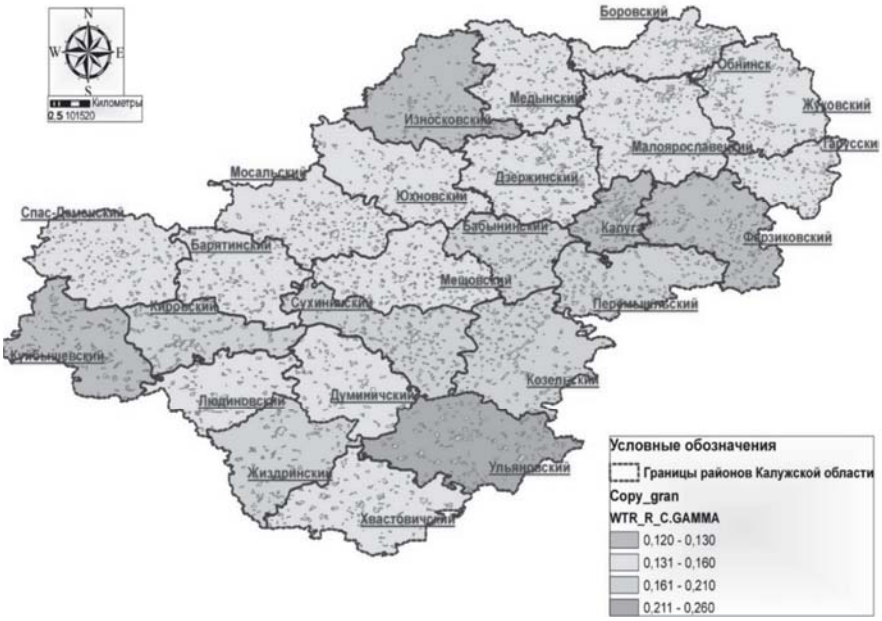


Рис. 2. Средние уровни мощности гамма-излучения
на открытой местности

В результате проведения комплекса защитных и реабилитационных мероприятий, а также естественных процессов распада радиоактивных веществ, на территории Калужской области произошло значительное снижение содержания цезия-137 в сельскохозяйственной продукции местного производства. Анализ исследованных проб в трех наиболее загрязненных районах (Жиздринский, Ульяновский, Хвастовичский) показал, что начиная с 2005 г. пробы мяса, а с 2007 г. – пробы молока местного производства выше нормативных значений уже не регистрировались. До настоящего времени неблагоприятная радиационная обстановка складывается с использованием дикорастущих грибов, ягод и мяса диких животных. По оценкам специалистов, до 50 % годовой дозы внутреннего облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях, формируется за счет употребления в пищу собранных в лесу грибов и ягод и мяса диких животных (ка-

бана). Сложившаяся современная нестабильная социально-экономическая ситуация в стране обусловливает высокую долю даров леса в рационе питания населения.

По данным министерства здравоохранения Калужской области, демографическая ситуация в трех южных районах, наиболее пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, является неблагоприятной. Оценка по показателям рождаемости, смертности и естественного прироста характеризует данные районы как отстающие: из 26 муниципальных образований Калужской области Жиздринский район находится на 20, Ульяновский на 25, Хвастовичский на 15 ранговых местах. По данным министерства сельского хозяйства области, сложившаяся в последние годы экономическая ситуация привела к сокращению поголовья дойных коров, особенно в личных подсобных хозяйствах, и, как следствие, к снижению потребления молока в этих районах. Это связано, прежде всего, с демографической ситуацией – население стареет и ему не под силу содержать сельскохозяйственных животных, работоспособная молодежь уезжает из деревни в город. Анализ доз населения, проживающего в трех южных районах, показал, что средние годовые эффективные дозы (СГЭД) населения, обусловленные чернобыльскими выпадениями, ни в одном населенном пункте не превышают 1 мЗв/год. Максимальное расчетное значение СГЭД (по данным информационных материалов СГЭД за 2014 г.) для взрослого населения, равное 0,91 мЗв (миллизиверт), установлено в населенных пунктах Ульяновского района, д. Мартынки и Хвастовичского района, д. Ловатянка. В этих населенных пунктах, по данным ОАО «Калугастат», жителей нет. В остальных населенных пунктах суммарные дозы облучения населения находятся значительно ниже 0,91 мЗв, что соответствует требованиям Федерального закона № 3-ФЗ от 09.01.1996 г. «О радиационной безопасности населения».

В целом не велики и дозы, накопленные за весь послеаварийный период. Специалистами Санкт-Петербургского НИИ радиационной гигиены были проведены расчеты прогнозируемых накопленных доз (ПНД) за период 2011–2056 гг. Согласно расчетам, численное значение ПНД варьируется от 0,23 до 21 мЗв. Максимальные расчетные значения, равные 21 мЗв, установлены в Хвастовичском районе (д. Ловатянка) и Ульяновском районе (д. Мартынки). В указанных населенных пунктах жители не проживают. За период 1986–2005 гг. эффективные дозы облучения не превышали 29 мЗв. Следовательно, за 70 лет после аварии на Чернобыльской АЭС нормативное значение, равное 70 мЗв, не будет превышено ни в одном населенном пункте Калужской области.

Материалы и методы. На основании полученных исследований нами проведена оценка вклада радионуклидов, содержащихся в продуктах питания, в формирование доз внутреннего облучения. Анализ результатов, полученных в Жиздринском, Ульяновском и Хвастовичском районах, позволяет оценить особенности вклада загрязненных продуктов питания в формирование дополнительной дозы на население указанных районов в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС. Для оценки вклада радионуклидов использовались статистические данные Калугастат о потреблении продуктов питания в домохозяйствах сельским населением Калужской области. Процентный вклад в дозу отдельных продуктов питания оценивался на основе данных по удельной активности цезия-137 в сельскохозяйственной продукции и грибах, собранных в лесах 3 южных районов. Полученные результаты показали, что в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС (30 лет) основная доля внутреннего облучения населения обуслов-

лена потреблением дикорастущих грибов и ягод. Употребление молока в последние годы уже не играет такой значительной роли в формировании дозы внутреннего облучения, так как население практически не держит дойных коров, а использует молоко полученных в коллективных фермерских хозяйствах и привозное с молочных заводов. Другие продукты питания местного производства (мясо, картофель) существенно не влияют на дозы внутреннего облучения. Это говорит о том, что даже по истечении 30 лет после аварии на Чернобыльской АЭС вклад в формирование дозы цезия-137, поступающего из дикорастущих продуктов (грибы, ягоды), приводит к необходимости учета этого пути облучения как основного в формировании дополнительной дозовой нагрузки на население (рис. 3).

Рис. 3. Динамика средней удельной активности содержания Cs-137 в дикорастущих продуктах (грибы, ягоды)

Многолетние результаты радиологического мониторинга как части системы социально-гигиенического мониторинга были использованы для составления паспортов безопасности жизнедеятельности населения, проживающего в населенном пункте, подвергшемся радиоактивному загрязнению вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, при формировании предложений от Калужской области для корректировки в 2015 г. перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 1582 от 18 декабря 1997 г.

Выводы. В заключение можно сказать, что за 30 лет с момента аварии на Чернобыльской АЭС радиационная обстановка и состояние природной среды на загрязненных радионуклидами территориях Калужской области значительно улучшились. Однако проблемы остаются. Важнейшей задачей преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС является комплексная радиационная и социально-экономическая реабилитация загрязненных территорий; принятие конкретных мер по реальному экономическому возрождению и устойчивому развитию загрязненных территорий с привлечением инвестиций Российских и иностранных компаний. Также необходимо продолжить работу по снижению социально-психологической напряженности населения, улучшению информированности населения о накопленных дозах, полученных с момента аварии на ЧАЭС, влиянию их на здоровье и оказанию современной доступной медицинской помощи.

Список литературы

1. Калужская область в цифрах 2003–2009 гг.: статистический сборник. – Калуга: Калугастат, 2010. – С. 407–411.

2. Оценка доз облучения в Российской Федерации вследствие аварии на Чернобыльской АЭС: сборник методических документов / М.И. Балонов, Г.Я. Брук, В.Ю. Голиков, В.Н. Шутов, М.Н. Савкин, В.А. Питкевич, В.Ф. Степаненко, С.М. Валуковский / под ред. академика РАМН Г.Г. Онищенко. – СПб., 2006. – С. 8–55.

3. Панов А.В., Иванова Е.Г. Обоснование адресной реабилитации населенных пунктов Калужской области, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2010. – Т. 55, № 4. – С. 6–12.

4. Радиационно-гигиенический паспорт территорий Калужской области, относящихся к зоне радиоактивного загрязнения / Администрация Калужской области. – Калуга, 2009.

5. Средние годовые эффективные дозы облучения в 2014 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации № 1582 от 18 декабря 1997 года «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»: информационные материалы / ФБУН научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора Рамзаева. – М., 2014.

Оценка риска здоровью школьников в системе санитарно-гигиенического благополучия общеобразовательных организаций

Т.В. Бадеева[1], Е.С. Богомолова[1], А.Н. Писарева[1], Н.В. Котова[1], Е.А. Олюшина[1], М.В. Ашина[1], С.Н. Ковальчук[1], Е.О. Максименко[1], Е.К. Лузина[2]

[1]ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Нижний Новгород, Россия
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области», г. Нижний Новгород, Россия

Детское население является наиболее чувствительной возрастной группой, отражающей влияние факторов окружающей среды. Под окружающей средой понимают комплекс социальных, экономических, биологических и гигиенических факторов, которые чрезвычайно сложно переплетаются между собой, воздействуя на организм [1]. Здоровье учащихся в значительной степени определяется уровнем санитарно-гигиенического обеспечения (СГО) общеобразовательных организаций (ОО) [7]. Существующее противоречие между возросшими требованиями школы и ухудшением состояния здоровья детей делает актуальным создание в современ-

ных школах профилактической образовательной среды, необходимость постоянного медицинского наблюдения за здоровьем учащихся для своевременного выявления школьно-обусловленных функциональных нарушений и заболеваний, обоснование профилактических и оздоровительных мероприятий в условиях ОО [2].

Цель работы – выявление тенденций в состоянии здоровья современных городских школьников и оценка рисков приоритетных факторов внутришкольной среды, эколого-гигиенических и медико-социальных факторов для разработки системы эффективной здоровьесберегающей деятельности, обеспечивающей гармоничное развитие учащихся.

Материалы и методы. Динамические наблюдения за здоровьем детского населения проводятся в Нижнем Новгороде с 80-х гг. прошлого столетия. Оценена динамика состояния здоровья школьников в возрасте 7–17 лет по данным углубленных медицинских осмотров, которые проводились бригадой квалифицированных специалистов ГБОУ ВПО НижГМА МЗ РФ в 1980 г. (3042 чел.), 1992 г. (4041 чел.), 2002 г. (5978 чел.) и в 2012 г. (3034 чел.) [3, 5]. Показатели заболеваемости представлены в соответствии с МКБ-10.

Проведена оценка уровня санитарно-гигиенического благополучия (СГБ) ОО г. Н. Новгорода по алгоритму, разработанному группой экспертов, утвержденному МЗ и СР РФ в 2004 г. и модифицированному в 2010 г. [4]. При вычислении уровня СГО ОО применены интегральные оценки по каждому блоку параметров. Медико-социальные факторы изучили методом анкетирования родителей школьников. Эколого-гигиеническая ситуация в районах размещения школ оценивалась по данным о качестве атмосферного воздуха за 1980, 1991–1992, 1999–2002 и 2008–2010 гг. (базы данных регионального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга Нижегородской области, данные лабораторий филиалов ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области», Нижегородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Комитета охраны природы и управления природопользованием Нижегородской области) с применением методологии оценки риска здоровью [6].

Формирование базы данных осуществлялось в СУБД «FoxProv.6.0». Статистическая обработка и анализ данных были проведены с использованием пакета прикладных программ: «Statgraphics 5.1», «Statistica v.6.0». Применили методы вариационной статистики, методы оценки достоверности различий.

Результаты и их обсуждение. За тридцатилетний период наблюдения произошли существенные изменения показателей состояния здоровья школьников. Уровень патологической пораженности (ПП) неуклонно нарастал и к 2012 г. достиг 7167,4 ‰ против 2191,2 ‰ в 1980 г.

Рост ПП зарегистрирован по всем классам болезней. Максимальный рост ПП выявлен по следующим классам: врожденные аномалии – в 38,7 раза ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$), болезни системы кровообращения – в 35,5 раза ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$), болезни мочеполовой системы – в 27,7 раза ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$), болезни органов пищеварения – в 12,0 раза ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$), болезни кожи и подкожной клетчатки – в 7,6 раза ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$), некоторые инфекционные и паразитарные болезни – в 3,4 раза ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$). Уровень ПП в классе болезней органов дыхания остался практически неизменным (в 1980 г. – 479,2 ‰, в 2012 г. – 483,2 ‰).

Существенно выросла ПП по тем классам болезней, которые рассматривают в значительной степени как школьно-обусловленные: болезни костно-мышечной

системы и соединительной ткани – в 3,9 раза ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$), болезни нервной системы – в 2,52 раза ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$), психические расстройства и расстройства поведения – в 1,62 раза ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$), болезни глаза и его придаточного аппарата – в 1,2 раза ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$).

Структура заболеваемости, по данным углубленных медицинских осмотров, претерпела значительные изменения. В 1980 г. первое место в структуре заболеваемости, по данным углубленного медицинского осмотра, с долей 21,87 % занимали болезни органов дыхания, второе с долей 21,37 % – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, третье с долей 14,21 % – болезни эндокринной системы и четвертое (доля 13,68 %) – болезни глаза. К 2012 г. на первое место в структуре заболеваемости переместились болезни костно-мышечной системы с долей 25,6 % ($t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$), на второе место – болезни органов пищеварения (21,5 %, $t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$), на третье – эндокринные заболевания (8,5 %, $t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$) и на четвертое – болезни органов дыхания (6,7 %, $t \geq 1{,}96$, $p < 0{,}05$). Это явилось результатом высоких темпов роста заболеваемости по классам болезней, имеющих в результате первые три ранговых места в структуре заболеваемости современных школьников.

За период наблюдений практически исчезло представительство группы здоровых детей (I группа здоровья), снизившись с 10,09 до 0,09 %. Значительно уменьшилась доля школьников со II группой здоровья – в 1980 г. 57,5 % школьников были признаны практически здоровыми, в 2012 г. их доля составила лишь 10,24 %.

Мониторинг состояния здоровья городских школьников г. Н. Новгорода за период с 1980 по 2012 г. подтвердил общую тенденцию снижения потенциала здоровья подрастающего поколения.

Здоровье ребенка, его нормальный рост и развитие, социально-психологическая адаптация во многом определяются средой, в которой он живет. При оценке влияния среды обитания ребенка можно условно выделить экологическую, образовательную, социальную составляющие.

На первом этапе изучения причинно-следственных связей в системе «здоровье – среда обитания» была дана эколого-гигиеническая характеристика микротерриторий обучения и проживания школьников.

При оценке риска развития неканцерогенных эффектов для критических органов и систем организма установлено, что в период 2008–2010 гг. ни одна школа не имела допустимого уровня загрязнения атмосферного воздуха. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха в настоящее время является автотранспорт, что приводит к относительно равномерному распределению загрязняющих веществ по районам города.

Наибольший риск определяется от воздействия химических веществ на органы дыхания (таблица). При этом только для одной школы уровень риска оценивался как средний, для остальных территорий уровень риска при воздействии химических веществ на органы дыхания является высоким. Высокий уровень риска комбинированного влияния загрязняющих веществ на органы дыхания формируется за счет содержания в атмосферном воздухе взвешенных веществ, азота диоксида, бензола, формальдегида, меди, никеля.

На втором месте – риск развития неканцерогенных эффектов при воздействии химических веществ на иммунную систему с наибольшим вкладом бенз(а)пирена, никеля, хрома. На третьем месте находятся суммарные индексы опасности для фор-

мирования нарушений процессов развития, наибольший вклад дают бенз(а)пирен, бензол, свинец. Далее следуют риски развития неканцерогенных эффектов при воздействии химических веществ на кровь, ЦНС, системное воздействие, которые оцениваются как средние. Суммарные индексы опасности *HI* при действии на нервную систему, почки, желудочно-кишечный тракт, печень, сердечно-сосудистую систему, репродуктивное здоровье, гормональную систему, глаза оцениваются как низкие.

Значения индексов опасности развития заболеваний комбинированного действия загрязняющих веществ на органы и системы (2008–2010 гг.)

Районы расположения ОО	Индексы опасности (*HI*)				
	Органы дыхания	Иммунная система	Развитие организма	Кровь	ЦНС
1	6,00	4,26	3,30	1,80	1,85
2	8,38	4,35	1,97	1,88	1,81
3	2,80	1,40	1,62	0,95	0,89
4	7,09	4,41	3,54	3,94	2,72
5	5,96	2,25	2,54	3,22	2,57
6	6,66	5,39	2,17	1,99	1,50
7	6,89	3,37	2,20	2,16	1,84

Наибольшие риски за весь период исследования – это риски воздействия химических веществ на органы дыхания. Более чем в 2 раза с 1980 г. увеличился риск воздействия химических веществ атмосферного воздуха на иммунную систему. Риски влияния на ЦНС, репродуктивную и сердечно-сосудистую системы за 30-летний период также увеличились (до полутора раз), что согласуется с данными о состоянии здоровья школьников.

Образовательная среда очень часто является мощным фактором риска для здоровья школьника, так как с пребыванием в ОО связана значительная часть его деятельности. Для определения уровня СГО школ в анализ было включено 40 качественных и 9 количественных параметров. Все они сгруппированы в 11 блоков, характеризующих тот или иной фрагмент школьной микросреды.

Выявлен «мозаичный» характер качества СГО в ОО с оценками от удовлетворительных до близких к оптимальной. Такое состояние параметров внутришкольной среды, при котором низкое качество одних компенсируется другими, обусловило картину распределения учреждений в целом по уровню СГО: нет ни одной школы, где условия обучения оценили как оптимальные или неудовлетворительные, в 8 школах условия признаны удовлетворительными, в 2 – хорошими (2002 г.). Неудовлетворительный уровень СГО ОО повышает относительный риск развития отклонений в морфофункциональном развитии и заболеваний в 1,12–3,22 раза. При формировании отклонений в физическом развитии значимыми являются как отдельные факторы риска, так и итоговая оценка уровня СГО, отражающая воздействие совокупности факторов.

При сравнительном анализе условий обучения в школах в десятилетней динамике (2002–2012 гг.) выявили, что в результате проведенных мероприятий по коррекции внутришкольной среды и снижения наполняемости в некоторых учреждениях большинство показателей улучшили свое значение, однако мозаичность оценок сохраняется.

При определении риска формирования отклонений в здоровье и заболеваний в зависимости от медико-социальных причин оценили три группы факторов – медико-биологические, факторы раннего детства и факторы образа жизни (рисунок). Большая часть школьников отнесена в группу настороженности (доля представительства составила 56,9 % по медико-биологическим факторам, 85,9 % – по факторам раннего детства и 69,5 % – по факторам образа жизни), остальные учащиеся составили группу повышенного риска.

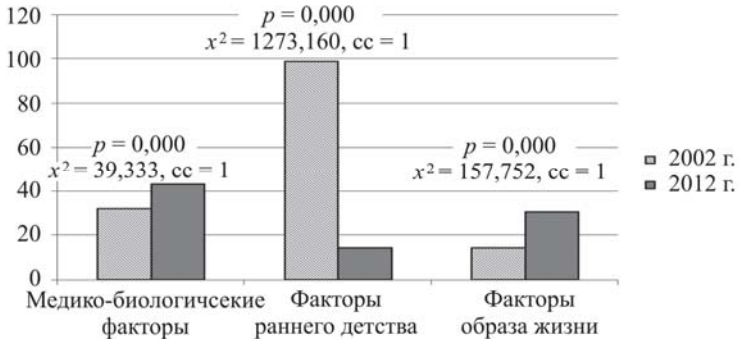


Рис. Динамика распределения учащихся, относящихся к группе повышенного риска, по медико-социальным факторам

За последнее десятилетие отмечено ухудшение ситуации по медико-социальным факторам среди школьников, проявившееся отсутствием учащихся с наименьшим риском развития отклонений. Несмотря на улучшение материальных условий, современные дети и подростки почти в 2 раза чаще имеют повышенный риск формирования отклонений в здоровье за счет факторов, характеризующих условия жизни. В связи с повышением уровня осведомленности родителей о культуре здорового образа жизни доля детей и подростков, имеющих повышенный риск формирования отклонений по факторам раннего детства, за последнее время снизилась с 98,63 до 14,1 % (p = 0,0000).

Выводы. На основании системного анализа совокупности показателей, характеризующих факторы риска роста и развития школьников, разработана методология выявления причинно-следственных связей в системе «среда обитания – здоровье детей», определены индикаторы для оценки факторов среды обитания и физического развития и здоровья учащихся ОО. Методология оценки риска для здоровья при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, показала свою значимость и эффективность при оценке уровня СГБ. Разработанная система унифицированных оценок факторов среды обитания, дополненная показателями здоровья учащихся, позволяет установить причинно-следственные связи и прогнозировать тенденции здоровья и развития детей при реализации системы социально-гигиенического мониторинга. Показана возможность количественного выражения взаимосвязи показателей здоровья и факторов риска у современных школьников. Данные методические подходы предлагаются для реализации региональных моделей социально-гигиенического мониторинга детского населения. На основе полученных данных предложен алгоритм организационно-содержательного обеспечения мониторинга здоровья и развития школьников.

Список литературы

1. Баранов А.А., Кучма Л.М. Состояние здоровья современных детей и роль медико-социальных факторов в его формировании // Вестник РАМН. – 2009. – № 5. – С. 6–10.

2. Внедрение здоровьесберегающей технологии в современной школе: метод. рекомендации / М.А. Позднякова, Е.С. Богомолова, О.А. Курсеева [и др.]. – Н. Новгород, 2007. – 44 с.

3. Гигиена детей и подростков: сборник нормативно-методических документов / под ред. Л.М. Кучмы. – М.: Изд-во науч. центра здоровья детей РАМН, 2013. – С. 139–157.

4. Оценка критериев санитарно-гигиенического благополучия общеобразовательных учреждений: метод. указания / А.В. Леонов, Ю.Г. Кузмичев, Е.С. Богомолова [и др.]. – Н. Новгород: Изд-во НижГМА, 2010. – 32 с.

5. Оценка физического развития детей и подростков г. Н. Новгород: метод. указания / Е.С. Богомолова. – Н. Новгород: Изд-во НижГМА, 2011. – 80 с.

6. 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.

7. Санитарно-эпидемиологическое благополучие и риски здоровью детей и подростков при обучении в образовательных учреждениях / В.Р. Кучма, Е.И. Шубочкина, С.Г. Сафонкина [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 65–73.

Гигиеническая оценка дозовых нагрузок населения Алтайского края от природных радионуклидов и проблема оценки риска

Б.А. Баландович[1,2], Т.И. Губарева[1], Н.Ю. Поцелуев[2], Л.А. Мишагина[1], Л.А. Скрипкина[1]

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае», г. Барнаул, Россия
[2]ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет», г. Барнаул, Россия

История изучения и оценки радонового фактора как основного дозообразующего компонента естественного радиационного фона в Алтайском крае насчитывает уже более 25 лет с того момента, когда впервые комплексной научной группой ученых Санкт-Петербургского НИИ радиационной гигиены и кафедры гигиены Алтайского государственного медицинского университета был сделан вывод о потенциальной радоноопасности населенных пунктов южных нагорных районов Алтайского края, расположенных в пределах Белокурихинского гранитоидного массива [2].

Проведенные тогда исследования, выполненные с помощью интегральных методов оценки эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона, показали, что в Алтайском районе ЭРОА радона варьировалась от 45,1 Бк/м^3 в с. Сараса до 362,4 Бк/м^3 в с. Россоши, в среднем по району составляя 161,4 Бк/м^3. В соседнем Смоленском районе значения ЭРОА были достоверно выше (p<0,05) и колебались от 168,6 Бк/м^3 в пос. Кировский до 577,5 Бк/м^3 в с. Сычевка, составляя в среднем по району 313,6 Бк/м^3 [2].

Следует отметить, что исследования радона в воздухе помещений, проведенные в контрольном Солтонском районе, расположенном на востоке Алтайского края и входящем в зону Салаирского кряжа, характеризовались значениями ЭРОА от 24,8 до 39,7 Бк/м^3, при среднем значении 32,5 Бк/м^3.

В соответствии с терминологическими аспектами изучаемой проблемы под *радоноопасностью* понимается заключенная в объекте возможность нанесения ущерба здоровью человека вследствие избыточного воздействия радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) на организм. На радоноопасность населённых пунктов большое влияние оказывают особенности геологического строения местности, где они расположены, поэтому появляется необходимость выделения модельных территорий с целью оценки канцерогенного риска от воздействия радонового фактора.

Расположение Алтайского края на юго-востоке Западной Сибири, на стыке крупнейшей в мире Западно-Сибирской равнины и Алтайских гор обусловливает разнообразие рельефа и типов местности административно-территориальных субъектов региона. Поверхность делится на горные, предгорные и степные районы, из большая часть территории является равниной. В процессе исследовательских работ на современном этапе изучался основной радоновый компонент природного радиационного фактора, определяющий среднюю годовую эффективную индивидуальную дозу облучения населения модельных территорий региона.

Цель исследования – проведение гигиенической оценки радиационного риска и ожидаемого снижения продолжительности жизни (ОСПЖ) населения модельных территорий Алтайского края от воздействия радона в воздухе жилых и общественных зданий. Для расчета коэффициента дополнительного риска было использовано несколько моделей экстраполяции радиационного риска: модель постоянного риска, модель GSF (модель Якоби), модель Любина (TSE/AGE/WL) и модель BEIR VI для курящего и некурящего населения, а также комбинированная модель [1, 4]. Согласно НРБ-99/2009, радиационным риском называется вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения. Математическая обработка данных выполнена при помощи программы «PTC Mathcad Express».

Материалы и методы. Пересчёт измеренных значений среднегодовой экспозиции P (Бк·ч/м^3) в величину экспозиции в WLM проводился по формуле

$$P_{WLM} = P_{ЭРОА}/170 \cdot 3700, \quad (1),$$

где P_{WLM} – экспозиция, выраженная в WLM, $P_{ЭРОА}$ – экспозиция по дочерним продуктам радона, выраженная в Бк·ч/м^3.

С учетом того, что в ряде административных и общественных зданий Алтайского края ежегодно регистрировались стабильно высокие результаты измерений

радонового фактора, превышающие гигиенический норматив в 1,5–2,5 раза, были рассчитаны показатели радиационного риска для населения модельных территорий Алтайского края (табл. 1).

Таблица 1

Значения пожизненного радиационного риска и ОСПЖ, обусловленные повышенным облучением ДПР радона в административно-общественных зданиях модельных территорий Алтайского края

Населенный пункт	Максимальная ЭРОА радона, Бк/м^3	Р WLM/год	Радиационный риск		Ожидаемое снижение продолжительности жизни, сут	
			мужчины	женщины	мужчины	женщины
с. Петропавловское (Петропавловский район)	274 ± 23,5	3,10	0,1002	0,0261	390,5	120,8
с. Смазнево (Заринский район)	532 ± 47,3	6,02	0,2000	0,0502	779,5	240,1
с. Алтайское (Алтайский район)	204 ± 18,7	2,31	0,0759	0,0195	291,0	90,0
с. Усть-Калманка (Усть-Калманский район)	207 ± 17,4	2,32	0,0760	0,0197	292,0	91,0

Из данных табл. 1 можно сделать вывод о необходимости проведения дополнительных мониторинговых исследований содержания радона в воздухе как административно-общественных, так и жилых зданий вышеуказанных районов Алтайского края.

В дальнейшем при мониторинге радонового фактора особое внимание уделялось административным зданиям социальной направленности – школам, детским садам, лечебно-профилактическим учреждениям с длительным сроком эксплуатации при отсутствии капитального ремонта. В ходе планирования выездных мероприятий учитывались данные социально-гигиенического мониторинга показателей радиационной безопасности ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае», форма государственного статистического наблюдения № 4-ДОЗ за период 2008–2015 гг., где уже фиксировались превышения, а также определялись собственные точки измерений на основании вышеобозначенных факторов. По итогам многолетних наблюдений было выявлено 29 зданий с превышениями эффективной равновесной объемной активности радона и его дочерних продуктов распада. Из них 11 – общеобразовательные учреждения для детей школьного возраста, 2 – образовательные учреждения для детей дошкольного возраста, 2 – профессиональные училища, 5 – администрации сельских советов, 2 – центральные районные больницы, 1 – Управление Пенсионного фонда Российской Федерации, 1 – Управление социальной защиты, 1 – детский дом, 1 – детская библиотека, 1 – дорожное ремонтно-строительное управление, 2 – жилые дома. Максимальное среднегодовое значение ЭРОА радона и его ДПР фиксировалось в администрации сельского совета ст. Смазнево Заринского района – 480 Бк/м^3, минимальное значение – 214,7 Бк/м^3 – в административном здании ГУП «Петропавловское ДРСУ» Петропавловского района. Все выявленные объекты были взяты на контроль радиологической лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае», и в течение 2014 г. для уточнения среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона были выполнены долговременные измерения эквива-

лентной равновесной объемной активности радона в воздухе с применением как квазиинтегральных, так интегральных методов [3].

Кроме того, были даны рекомендации по проведению следующих радонозащитных мероприятий в обследованных зданиях:

1) герметизация щелей, швов, стыков пола помещений исследованных зданий;

2) ремонт фундаментов;

3) дополнительная герметизация всех строительных перемычек, включая места их стыка с перекрытиями;

4) восстановление коробов защиты труб и отопительных батарей во всех помещениях;

5) ремонт систем вентиляции зданий и соблюдение режима проветривания.

Следует отметить, что проведение данных радонозащитных мероприятий оказалось достаточно эффективным, о чем свидетельствуют представленные в табл. 2 данные, характеризующие динамику ЭРОА радона исследованных помещений в 2013–2014 гг.

Таблица 2

Динамика изменения ЭРОА радона и его ДПР в эксплуатируемых общественных зданиях Алтайского края после выполнения радонозащитных мероприятий (2013–2014 гг.)

№ п/п	Населенный пункт, адрес	Организация	Среднегодовая ЭРОА Rn и его ДПР, Бк/м^3 2013 г.	Среднегодовая ЭРОА Rn и его ДПР, Бк/м^3 2014 г.
1	Заринский район, ст. Смазнево, ул. Гагарина, 13	МОУ «Смазневская СОШ»	389,0 ± 23,3	164,0 ± 14,3
2	Алтайский район, с. Россоши, ул. Ленина, 19	Администрация сельского совета	480,0 ± 12,4	161,2 ± 10,3
3	Чарышский район, с. Чарышское, ул. Парковая, 1а	КГБУЗ «Чарышская ЦРБ»	221,3 ± 3,5	89,2 ± 4,7
4	Усть-Калманский район, с. Усть-Калманка, ул. Партизанская, 30	КГУ НПО «Профессиональное училище № 56»	273,2 ± 7,5	101,0 ± 7,9
5	Курьинский район, с. Курья, ул.Советская, 52	Управление социальной защиты	381,3 ± 8,9	188,2 ± 5,8
6	Поспелихинский район, с. Поспелиха, ул. Советская, 103	Детская библиотека	285,4 ± 6,3	129,4 ± 4,7
7	Петропавловский район, с. Петропавловское, ул. Калинина, 2	ГУП «Петропавловское ДРСУ»	214,7 ± 5,2	119,0 ± 7,9

Выводы. Таким образом, проведение радонозащитных мероприятий в административно-общественных зданиях Алтайского края показало, что данный комплекс противорадоновой защиты представляется достаточно эффективным с целью дальнейшего снижения уровней радиационного риска населения при своевременном реагировании надзорных и управленческих структур.

Список литературы

1. Жуковский М.В. Расчёт радиационных рисков при облучении дочерними продуктами распада радона // АНРИ. – 2001. – № 1. – С. 4–12.
2. Радиационно-гигиенические исследования состояния здоровья населения Алтайского края / В.Н. Александров, Б.А. Баландович, А.В. Марченко [и др.] // Гигиена и санитария. – 1996. – № 5. – С. 27–30.
3. Салдан И.П., Баландович Б.А., Поцелуев Н.Ю. Гигиеническая оценка радиационного риска эманаций радона на территории Алтайского края // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 44–48.
4. Health Effects of Exposure to Radon Committee on Health Risks of Exposure to Radon (BEIR 6) // National. Academy. Press. – Washington, 1999. – 516 p.

Оценка риска здоровью населения при обосновании санитарно–защитной зоны санкционированной свалки твердых бытовых отходов

М.О. Басов[1,2], О.М. Басова[3]

[1]ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей» Министерства здравоохранения Чувашской Республики, г. Чебоксары, Россия
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Чувашской Республике – Чувашии», г. Чебоксары, Россия
[3]Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Чувашской Республике – Чувашии» в Цивильском районе, г. Цивильск, Россия

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего на территориях, прилегающих к полигонам захоронения твердых бытовых отходов, а также на территориях перспективной жилой застройки является одной из крупных нерешенных санитарно-гигиенических и социальных проблем.

Перед гигиенистами стоит задача проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов обоснования санитарно-защитных зон (СЗЗ) промышленных объектов и производств на основе оценки риска для здоровья населения, позволяющая аргументированно обосновать необходимость проведения мероприятий по организации СЗЗ, а также информировать население о степени гигиенической безопасности и/или опасности проживания в непосредственной близости от промышленных объектов и производств и возможном ущербе для здоровья[1].

[1] Применение оценки риска для здоровья населения при обосновании санитарно-защитной зоны ООО «Карбодин» в Орехово-Зуеве Московской области / М.В. Фокин, А.И. Верещагин, М.В.Калиновская, Т.И. Заиченко, Н.А. Пацюк // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 34–35.

Санкционированная свалка твердых бытовых отходов размещается на одной промышленной площадке (санкционированная свалка ТБО) площадью 30,0278 га и эксплуатируется с 1964 года. С ноября 2015 г. Постановление администрации г. Чебоксары Чувашской Республики от 29 октября 2015 г. № 3331 «О прекращении эксплуатации Чебоксарской городской санкционированной свалки твердых бытовых отходов» прекратило в полном объеме эксплуатацию Чебоксарской городской санкционированной свалки твердых бытовых отходов, расположенной по адресу: Чувашская Республика, г. Чебоксары, земельный участок с кадастровым номером 21:01:030307:0004.

Основным видом деятельности санкционированной свалки ТБО является прием и захоронение ТБО и промышленных отходов IV–V классов опасности городов Чебоксары, Новочебоксарск и частично Чебоксарского района.

Границы земельного участка приняты как граница территории промышленной площадки санкционированной свалки ТБО.

Земельный участок санкционированной свалки ТБО ограничен: с юго-запада – очистными сооружениями ООО «Промтрактор-Промлит», с юга – территорией мусоросжигательной установки НП «Экология», с северо-запада – высоковольтной подстанцией «Чебоксары», далее – территорией строящегося автосалона «Nissan», с запада – на расстоянии 100 м проезжей частью пр. Тракторостроителей, с севера – на расстоянии 405 м проезжей частью Марпосадского шоссе, с остальных сторон расположены пустыри.

Ближайшая селитебная зона (д. Пихтулино) расположена на расстоянии 325 м с восточной стороны, садово-огородные участки товарищества огородников «Виктория» – на расстоянии 730 м с северо-западной стороны, д. Янашкасы – на расстоянии 1155 м с юго-восточной стороны, планируемый к строительству микрорайон г. Чебоксары «Новый город» – на расстоянии 500 м с северной стороны за Марпосадским шоссе от границы санкционированной свалки ТБО.

Определено население, потенциально подверженное выбросам санкционированной свалки ТБО (д. Пихтулино с населением 337 человек, д. Янашкасы – 409 человек, Новый город – 38 000 человек).

Данный объект не соответствует ни одному из пунктов классификации новой редакции СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (новая редакция) (с изменениями № 1–4) (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 (с изменениями № 1–4)) по следующим причинам: в соответствии с пояснениями Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (письмо № 09/6851-11-40 от 20.09.2010 г.) усовершенствованными свалками ТБО являются санкционированные свалки, которые в процессе эксплуатации оборудуются в соответствии с требованиями, предъявляемыми к полигонам ТБО. Санкционированная свалка г. Чебоксары специально не дооборудовалась, то есть к усовершенствованным свалкам и к п. 1, класс I раздела 7.1.12 не относится.

В соответствии с СанПиН 2.1/2.1.1.1200-03 (с изменениями № 1–4) п. 2, класс II раздела 7.1.12 «Участки компостирования твердых бытовых отходов» и п. 4, класс III раздела 7.1.12 «Компостирование отходов без навоза и фекалий» можно бы было отнести данный объект к последнему, так как навоз и фекалии на свалку не принимаются (и, кроме того, интегральный код данной свалки – III С 1в, то есть складируются смешанные по характеру отходы), но сам процесс захороне-

ния отходов на свалке компостированием назвать нельзя, поскольку не производится обязательное для этого процесса аэрирование отходов. Таким образом, процессы разложения происходят в условиях недостатка кислорода (анаэробный процесс), о чем свидетельствуют и замеры компонентов биогаза свалки, в котором присутствуют аммиак, сероводород, метилбензол, этилбензол, фенол и др. (при воздушно-аэробном процессе компостирования происходит выделение углекислого газа и метана, неприятные запахи при этом отсутствуют).

Из вышесказанного следует, что в соответствии с п. 4.8 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 размер ориентировочной СЗЗ для данной свалки должен определяться на основании расчетов ожидаемого загрязнения атмосферного воздуха и физического воздействия на атмосферный воздух.

Согласно проведенным разработчиками проекта СЗЗ (ООО Экологическая проектная компания «ЭкоМиР», г. Чебоксары, пр.Мира, 90/1, оф. 406) расчетам, выполненным с использованием натурных испытаний компонентов выделяющегося биогаза, расчетная граница СЗЗ свалки по фактору загрязнения атмосферного воздуха определена: в северном направлении – 265 м, в восточном направлении – 132 м, в южном направлении – 69 м, в западном направлении – 121 м от границы территории санкционированной свалки ТБО, расчетная граница СЗЗ по шумовому воздействию автотранспорта не выходит за пределы промплощадки санкционированной свалки ТБО во всех направлениях, то есть свалку можно отнести к III классу в соответствии с санитарной классификацией промышленных объектов и производств. Таким образом, «Проектом обоснования санитарно-защитной зоны санкционированной свалки ТБО» предлагается установить границы расчетной СЗЗ на расстоянии 300 м во всех направлениях от границы промышленной площадки.

На территории санкционированной свалки ТБО на существующее положение имеется 3 источника загрязнения атмосферы (свалка ТБО, автотраспорт, бульдозер), от которых выбрасывается 15 наименований загрязняющих веществ с валовым выбросом – 18996,5874248 т/г. В составе выбросов на существующее положение вещества I класса опасности отсутствуют, ко II классу опасности (особо опасные) относятся 3 вещества (вклад в валовый объем выбросов 0,02 %), к III классу опасности (умеренно опасные) относятся 7 веществ (0,21 %), к IV классу опасности относятся 3 вещества (0,17 %). Для 2 веществ (керосин, метан) классы опасности не определены, они нормируются по ОБУВ (их вклад 99,6 %, из них 99,9 % приходится на метан).

В перспективе, после проведения рекультивации, количество выбрасываемых веществ снижается с 15 до 11 (отсутствуют выбросы сажи, азота диоксида, бензина нефтяного, керосина). Таким образом, от 1 источника будет выбрасываться 11 наименований загрязняющих веществ с валовым выбросом – 710,4562757 т/г. В составе выбросов на перспективу вещества I класса опасности отсутствуют, ко II классу опасности (особо опасные) относятся 3 вещества (вклад в валовый объем выбросов 0,13 %), к III классу опасности (умеренно опасные) относятся 5 веществ (5,73 %), к IV классу опасности относятся 2 вещества (3,6 %). Для 1 вещества (метан) класс опасности не определен, наибольший вклад в общий объем выбросов составит – 90,5 %.

Для моделирования рассеивания выбросов в данной работе использованы модели УПРЗА ЭКОЛОГ, версия 3.00, вариант «Стандарт» с блоком учета влияния застройки и блоком «Средние» для расчета величины осредненных за длительный период концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе фирмы «Интеграл».

При выполнении работы по оценке риска проанализированы сведения о составе и величине выбросов, результаты лабораторных исследований качества атмосферного воздуха в зоне влияния, данные о метеопараметрах района расположения санкционированной свалки ТБО.

Расчёт проводился на основе данных о параметрах выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, представленных в «Проекте обоснования санитарно-защитной зоны санкционированной свалки ТБО ОАО “Спецавтохозяйство”», разработанном ООО ЭПК «ЭкоМиР» в 2013 г. Для учёта климатических условий при расчете среднегодовых концентраций использовался метеофайл с метеорологическими и климатическими характеристиками исследуемого района (использован полученный в ГГО им. А.И. Воейкова файл климатологических характеристик изучаемой территории (№ 545/25, 04.04.2014 г. ФБУЗ ЦГиЭ в РТ. Данные по г. Чебоксары, 17346 – 07.04.2014 г.). В связи с тем, что на исследуемой территории отсутствуют стационарные посты Чувашского ЦГМС – филиала ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС» и не представлены данные об ИЗА других ближайших предприятий, расчет рисков проводился без учета фона. Преобладающее направление ветров – юго-западное (23 %).

Учитывая, что полигоны захоронения ТБО крупных городов и малых населенных пунктов находятся на различных этапах жизненного цикла (эксплуатационный, культивационный, пострекультивационный активный, пострекультивационный пассивный и пострекультивационный стабилизационный), расчеты проведены с учетом существующего положения и на перспективу (рекультивация).

Проведенные расчеты рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе показали, что уровни создаваемого загрязнения за пределами промышленной площадки превышают 0,1ПДК, таким образом, санкционированная свалка ТБО является источником воздействия на среду обитания и здоровье человека.

Анализ экспозиции проводился в 30 точках: 8 точках, расположенных на границе расчетной СЗЗ санкционированной свалки ТБО, 22 точках в жилой зоне и садоводческом товариществе (д. Пихтулино, д. Янашкасы, Новый город, п. Восточный, СТ «Виктория»).

На этапе идентификации опасности оценки риска здоровью населения определен список приоритетных химических веществ из 15, присутствующих в выбросах на существующее положение, в состав приоритетных вошли 11 загрязнителей (метан, сероводород, ксилол, фенол, формальдегид, азота диоксид, серы диоксид, этилбензол, углерода оксид, азота оксид, сажа), в том числе 3 канцерогена – сажа, формальдегид, этилбензол. Из 11 веществ, присутствующих в выбросах на перспективу, в состав приоритетных вошли 9 загрязнителей – ксилол, формальдегид, метан, азота диоксид, серы диоксид, фенол, этилбензол, углерода оксид, сероводород, в том числе 2 канцерогена – формальдегид, этилбензол – с целью дальнейшей оценки их воздействия на здоровье населения.

Расчет канцерогенных рисков проведен от воздействия 3 канцерогенов, присутствующих в выбросах санкционированной свалки ТБО (сажа, этилбензол, формальдегид).

На существующее положение наибольшие значения канцерогенных рисков на границе расчетной СЗЗ ТБО формируются от воздействия формальдегида – от $4{,}98 \cdot 10^{-7}$ (на юго-западной границе расчетной СЗЗ) до $1{,}64 \cdot 10^{-6}$ (на северо-восточной границе расчетной СЗЗ), т.е. соответствуют предельно допустимому риску,

т.е. верхней границе приемлемого риска (второй диапазон). Данные уровни подлежат постоянному контролю.

Наибольшие значения канцерогенных рисков от этилбензола составили $7{,}31 \cdot 10^{-7}$ (на северо-восточной границе СЗЗ), от сажи – $9{,}79 \cdot 10^{-9}$ (на северо-восточной границе СЗЗ), т.е. соответствуют первому уровню – уровень *De minimis*. Данные значения характеризуют такие уровни риска, которые воспринимаются всеми людьми как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков. Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению, и их уровни подлежат только периодическому контролю.

Суммарный канцерогенный риск на границе расчетной СЗЗ санкционированной свалки ТБО составил до $2{,}38 \cdot 10^{-6}$ (на северо-восточной границе расчетной СЗЗ), т.е. соответствует второму диапазону.

После проведения рекультивации свалки выбросы этилбензола и формальдегида не изменятся, следовательно, не изменятся уровни канцерогенных рисков, а выбросы сажи перестанут поступать в атмосферный воздух.

На перспективу на границе расчетной СЗЗ санкционированной свалки ТБО суммарный канцерогенный риск составил до $2{,}37 \cdot 10^{-6}$ (на северо-восточной границе расчетной СЗЗ), т.е. соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска (второй диапазон). Данные уровни подлежат постоянному контролю.

Результаты и их обсуждение. Результаты оценки неканцерогенного риска хронического ингаляционного воздействия показывают, что наибольшие значения коэффициентов опасности отмечаются от воздействия сероводорода (HQ = 0,04–0,13) на существующее положение, от воздействия формальдегида (HQ = 0,013–0,043) на перспективу на северо-восточной границе расчетной СЗЗ, то есть соответствуют допустимому уровню.

Расчет индексов опасности (HI) показал, что максимальные значения индексов опасности наблюдаются со стороны органов дыхания – от 0,07 на юго-западной границе расчетной СЗЗ до 0,24 на северо-восточной границе расчетной СЗЗ на существующее положение. В то же время на перспективу наибольшие значения индексов опасности со стороны органов дыхания составили от 0,03 на юго-западной границе расчетной СЗЗ до 0,1 на северо-восточной границе расчетной СЗЗ.

Таким образом, коэффициенты опасности и индексы опасности на границе расчетной СЗЗ, обусловленные выбросами санкционированной свалки ТБО на существующее положение и перспективу, находятся на допустимом уровне во всех направлениях.

Результаты расчётов канцерогенного риска в связи с ингаляционным путем экспозиции в жилой зоне (садовом товариществе) на существующее положение и перспективу представлены в таблице.

По данным оценки риска, проведенным на перспективу в связи с ингаляционным путем экспозиции сажи, этилбензола, формальдегида (в концентрациях, не превышающих гигиенические нормативы), у населения, проживающего в зоне воздействия выбросов санкционированной свалки ТБО (см. таблицу), в течение предстоящей жизни прогнозируется 0,000368 дополнительных случая злокачественных новообразований к фоновому значению в д. Пихтулино, 0,000123 дополнительных случая в д. Янашкасы, 0,00216 дополнительных случая в Новом городе.

На существующее положение индивидуальный канцерогенный риск в большинстве муниципальных образованиях в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04), относится к первому диапазону. Так, индивидуальный канцерогенный риск по формальдегиду в д. Пихтулино относится ко второму диапазону, соответствующему предельно допустимому риску. Данные уровни подлежат постоянному контролю. В Новом городе, п. Восточный, д. Янашкасы, СТ «Виктория» индивидуальный канцерогенный риск соответствует первому диапазону – уровень *De minimis*. Данные значения характеризуют такие уровни риска, которые воспринимаются всеми людьми как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков. Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению, и их уровни подлежат только периодическому контролю.

Жилая зона	Индивидуальный риск CR_{ai}			ΣCR_{ai}
	формальдегид	этилбензол	сажа	
На существующее положение				
д. Пихтулино	$1{,}15 \cdot 10^{-6}$	$5{,}12 \cdot 10^{-7}$	$6{,}86 \cdot 10^{-9}$	$1{,}67 \cdot 10^{-6}$
Новый город	$4{,}87 \cdot 10^{-7}$	$2{,}18 \cdot 10^{-7}$	$2{,}92 \cdot 10^{-9}$	$7{,}08 \cdot 10^{-7}$
п. Восточный	$2{,}03 \cdot 10^{-7}$	$9{,}07 \cdot 10^{-8}$	$1{,}21 \cdot 10^{-9}$	$2{,}95 \cdot 10^{-7}$
д. Янашкасы	$2{,}33 \cdot 10^{-7}$	$1{,}04 \cdot 10^{-7}$	$1{,}39 \cdot 10^{-9}$	$3{,}38 \cdot 10^{-7}$
СТ «Виктория»	$4{,}87 \cdot 10^{-7}$	$2{,}18 \cdot 10^{-7}$	$2{,}91 \cdot 10^{-9}$	$7{,}07 \cdot 10^{-7}$
На перспективу				
Жилая зона	Популяционный риск (*PCR*)			ΣCR_{ai}
д. Пихтулино	0,000368			$1{,}66 \cdot 10^{-6}$
Новый город	0,00216			$7{,}05 \cdot 10^{-7}$
п. Восточный	–			$2{,}94 \cdot 10^{-7}$
д. Янашкасы	0,000123			$3{,}36 \cdot 10^{-7}$
СТ «Виктория»	–			$7{,}04 \cdot 10^{-7}$

На существующее положение и на перспективу суммарный канцерогенный риск в д. Пихтулино соответствуют предельно допустимому риску (второй диапазон). Данные уровни подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях при таких уровнях риска могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению. В Новом городе, поселке Восточный, д. Янашкасы, СТ «Виктория» суммарный канцерогенный риск соответствует первому диапазону – уровень *De minimis*. Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению, и их уровни подлежат только периодическому контролю.

В результате проведения процедуры оценки риска было установлено, что коэффициенты опасности от выбросов санкционированной свалки ТБО на существующее положение составили для сероводорода от 0,001 до 0,09, на перспективу для формальдегида – от 0,001 до 0,03 в жилой зоне (д. Пихтулино, Новый город, п. Восточный, д. Янашкасы).

Индексы опасности (*HI*) комбинированного действия загрязняющих веществ на критические органы и системы (органы дыхания, центральная нервная, сердечно-сосудистая, иммунная системы, кровь, печень, почки, глаза, процессы развития) на существующее положение и перспективу находятся на допустимом уровне ($HI \leq 1$).

Что касается оценки уровня опасности острого ингаляционного действия от выбросов исследуемой санкционированной свалки ТБО, то наиболее уязвимыми оказались органы дыхания, где получен повышенный индекс опасности (*HI*), который составил в жилой зоне на существующее положение от 0,02 до 0,17, на перспективу от 0,011 до 0,07.

Выводы. Таким образом, анализ риска для здоровья на границе расчетной санитарно-защитной зоны исследуемой санкционируемой свалки ТБО, жилой зоны (садового товарищества) на существующее положение и на перспективу показал, что индивидуальный канцерогенный риск не превысил целевой уровень, коэффициенты (*HQ*) и индексы (*HI*) опасности во всех исследуемых точках соответствуют допустимым значениям.

Результаты оценки риска здоровью населения следует учитывать при организации мониторинговых исследований атмосферного воздуха, а именно рекомендуется включить в программу производственного контроля загрязнения атмосферного воздуха на северо-восточной границе расчетной СЗЗ формальдегид и метан (приоритетное вещество по валовому выбросу).

Полученные результаты оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, подтверждают достаточность принятых в проекте размеров расчетной санитарно-защитной зоны для санкционируемой свалки ТБО и могут быть рекомендованы для принятия управленческих решений.

Связь генетического полиморфизма генов семейства PPARs, гена ESR1 и невынашивания беременности у женщин, экспонированных фенолом

О.А. Бубнова[1,2], О.В. Долгих[1,2], А.В. Кривцов[1], Н.В. Безрученко[1,2], А.А. Мазунина[2]

[1] ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

Невынашивание беременности (НБ) – мультифакторное патологическое состояние, которое считается одной из главных причин естественного снижения прироста населения. По данным ВОЗ, частота этого осложнения составляет 15–20 % от всех беременностей [4]. Состояние репродуктивного здоровья женщин детородного возраста является одним из наиболее социально значимых показателей, характеризующих здоровье общества, и во многом зависит от неблагоприятного воздействия

факторов среды [3]. Генетический фактор является одним из приоритетных, способным оказать негативное влияние на ход беременности, в том числе может способствовать её потере. Так как число «неуточненных» репродуктивных потерь в России за последние двадцать лет имеет тенденцию к увеличению, крайне необходимо оценить вклад в их возникновение одиночных аллельных замен, приводящих к нарушению регуляции синтеза патогенетически значимых белков. Актуальным является выделение маркерных показателей генетического и иммунного статуса, которые могут быть использованы в качестве критериев состояния репродуктивной функции и характеризовать особенности невынашивания у женщин фертильного возраста в измененных условиях среды обитания [1, 2].

Цель работы – оценить связь генетического полиморфизма генов семейства PPARs, гена ESR1 и невынашивания беременности у женщин, экспонированных фенолом.

Материалы и методы. В группу наблюдения были включены женщины в возрасте 32,27±0,23 г. с диагнозом НБ, проживающие в крупном индустриальном районе г. Перми. В районе располагается ряд промышленных предприятий, формирующих качество среды обитания населения, в пылегазовых выбросах которых содержатся как общераспространенные, так и специфические загрязняющие вещества, такие как фенол и его производные. Группу сравнения составили женщины в возрасте 30,76±0,24 г. с тем же диагнозом, неэкспонированные фенолами. Группы сопоставимы по полу и этническому составу.

Исследование крови на содержание фенола, о-крезола, п-крезола было выполнено методом газовой хроматографии на приборе «Кристалл-5000».

Произведено изучение полиморфизма генов семейства пероксисом PPARs (PPARA rs4253778, PPARG rs1801282, PPARD rs2016520, PPARGC1A rs8192678), и гена эстрогенового рецептора (ESR1 rs2228480). Для определения генотипов использовали вариант ПЦР в режиме реального времени и метод аллельной дискриминации. Обработка данных генотипирования производилась в программе Калькулятор «ГенЭксперт».

Результаты и их обсуждение. Было установлено, что среднее содержание о-крезола и п-крезола в крови многократно превышало нормы (p<0,05) (норма о-крезола 0,00 мкг/ см^3, норма п-крезола 0–0,034 мкг/см^3) в обеих группах, при этом содержание фенола в группе наблюдения (0,030667 ± 0,016911) превышало норму (0–0,016 мкг/см^3) в 1,9 раза и уровень в группе сравнения (0,060778 ± 0,030957) в 1,5 раза. По содержанию фенола в крови 42 % проб группы наблюдения и 25 % проб группы сравнения имели значения выше нормы. Содержание о-крезола в группе наблюдения (0,105857 ± 0,028328) было больше, чем в группе сравнения (0,082458 ± 0,022061) в 1,3 раза. При этом 95 % проб обеих групп имели значение выше нормы (p<0,05). Содержание п-крезола в группе наблюдения (0,59781 ± 0,19195) было больше относительно группы сравнения (0,283556 ± 0,124608) в 2,1 раза (p<0,05). При этом 100 % проб группы наблюдения и 95 % проб группы сравнения имели значение выше нормы (p<0,05) (табл. 1).

При сравнении распространенности генетических полиморфизмов установлено, что частота G/C гетерозиготного полиморфизма гена PPARA в группе наблюдения (40 %) превышала аналогичный показатель группы сравнения (25 %) в 1,6 раза, частота A/G гетерозиготного полиморфизма гена PPARD в группе наблюдения (44 %) превышала аналогичный показатель группы сравнения (17 %) в 2,6 раза.

Также отмечается распространенность A/A мутантного генотипа гена PPARGC1A в группе наблюдения (28 %), которая была больше аналогичного показателя группы сравнения (12 %) в 2,3 раза. Распространенность мутантных аллелей по генам ESR1, PPARA, PPARGC1A, PPARD в группе наблюдения превышала распространенность мутантных аллелей в группе сравнения в 1,2 (22 против 19 %); 2,2 (28 против 13 %); 1,4 (48 против 35 %); 3,3 (26 против 8 %) раза соответственно. При помощи калькулятора «ГенЭксперт» в режиме online был произведен расчет частот аллелей и генетических моделей риска наследования НБ у женщин, экспонированных фенолом. При расчете риска НБ для генов PPARGC1A, PPARA и PPARD был применен тест Харди – Вайнберга, который подтвердил отсутствие отклонений от нормального распределения в исследуемых группах, что позволило в дальнейшем использовать мультипликативную модель (p<0,05), согласно которой носительство аллеля A гена PPARGC1 (*OR* = 1,71, 95 % *CI*: 1,15–2,56), носительство аллеля C гена PPARA (*OR* = 2,72, 95 % *CI*: 1,62–4,58) и носительство аллеля G гена PPARD (*OR* = 3,78, 95 % *CI*: 2,10–6,82) может быть отнесено к факторам относительного риска для НБ у женщин, экспонированных фенолами (табл. 2).

Таблица 1

Результаты химического анализа крови на содержание фенола и его производных у женщин с НБ

Показатель	Наблюдение	Сравнение	Норма
О-крезол (мкг/см^3)	0,105857 ± 0,028328 (95 % проб выше нормы)	0,082458 ± 0,0220 (95 % проб выше нормы)	0,00
П-крезол (мкг/см^3)	0,59781 ± 0,19195 (100 % проб выше нормы)	0,283556 ± 0,124608 (95 % проб выше нормы)	0–0,034
Фенол (мкг/см^3)	0,030667 ± 0,016911 (42 % проб выше нормы)	0,020125 ± 0,005966 (25 % проб выше нормы)	0–0,016

Таблица 2

Мультипликативная модель наследования для генов PPARA, PPARG, PPARGC1A, PPARD

Ген	Аллель	Случай	Контроль	x^2	p	*OR*	
		n = 25	n = 24			знач.	95 % *CI*
PPARA	Аллель G	0,720	0,875	3,62	0,06	0,37	0,13–1,05
	Аллель C	0,280	0,125			2,72	0,95–7,82
PPARG	Аллель C	0,900	0,896	0,00	0,95	1,05	0,28–3,87
	Аллель G	0,100	0,104			0,96	0,26–3,54
PPARGC1A	Аллель G	0,520	0,646	1,59	0,21	0,59	0,26–1,34
	Аллель A	0,480	0,354			1,68	0,75–3,79
PPARD	Аллель A	0,740	0,917	5,33	0,02	0,26	0,08–0,86
	Аллель G	0,260	0,083			3,86	1,16–12,87

Согласно аддитивной модели наследования (тест Кохрана – Армитажа для линейных трендов), статистические различия между сравниваемыми генотипами генов PPARGC1A (p<0,01, носители A/A генотипа, *OR* = 2,85, 95 % *CI:* 1,35–6,00), PPARA (p<0,00, носители C/C генотипа, *OR* = 18,47, 95 % *CI*: 1,05–324,51, носители G/C генотипа, *OR* = 2,00, 95 % *CI*: 1,09–3,66) и PPARD (p<0,00, носители A/G

генотипа, *OR* = 3,84, 95 % *CI*: 1,99–7,38) могут свидетельствовать о наличии тенденции к высокой степени ассоциации данных генотипов с НБ у женщин, экспонированных фенолами (табл. 3). По генам PPARG и ESR1 статистически значимых различий не обнаружено. Достоверными считались различия при уровне ошибки $p \leq 0{,}05/4 = 0{,}0125$, то есть 1,6 % допущенная вероятность случайной связи между переменными данной выборки.

Таблица 3

Аддитивная модель наследования для генов PPARA, PPARG, PPARGC1A, PPARD

Ген	Генотип	Случай	Контроль	x^2	p	*OR*	
		$n = 25$	$n = 24$			знач.	95 % *CI*
PPARA	G/G	0,520	0,750	3,64	0,05	0,36	0,11–1,21
	G/C	0,400	0,250			2,00	0,59–6,79
	C/C	0,080	0,000			5,21	0,24–114,41
PPARG	C/C	0,840	0,792	0,00	0,95	1,38	0,32–5,91
	C/G	0,120	0,208			0,52	0,11–2,46
	G/G	0,040	0,000			3,00	0,12–77,32
PPARGC1A	G/G	0,320	0,417	1,42	0,23	0,66	0,20–2,12
	G/A	0,400	0,458			0,79	0,25–2,45
	A/A	0,280	0,125			2,72	0,61–12,10
PPARD	A/A	0,520	0,833	5,72	0,02	0,22	0,06–0,82
	A/G	0,440	0,167			3,93	1,04–14,89
	G/G	0,040	0,000			3,00	0,12–77,32

Выводы. Проведенное исследование генетического полиморфизма у женщин с диагнозом «невынашивание беременности», проживающих в условиях экспозиции фенолами, позволило определить статистически значимые отклонения генотипов и аллелей генов PPARA, PPARD, вариантные состояния которых являются факторами относительного риска для развития данного патологического состояния. Рекомендуется использовать выявленные генотипы и аллели в качестве кандидатных, способствующих развитию невынашивания беременности у женщин, подверженных экспозиции фенолами.

Список литературы

1. Долгих О.В., Зайцева Н.В., Дианова Д.Г. Анализ апоптотической активности лимфоцитов у женщин фертильного возраста в условиях воздействия репротоксикантов // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 1 (1). – С. 58–59.

2. Иммуногенетические особенности у женщин с угрозой невынашивания в условиях экспозиции никелем / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, В.Б. Алексеев [и др.] // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 1 (1). – С. 55–57.

3. Сидельникова В.М. Невынашивание беременности – современный взгляд на проблему // Акуш. и гинек. – 2007. – № 5. – С. 24–27.

4. Сидельникова В.М., Сухих Г.Т. Иммунные аспекты привычной потери беременности // Мать и дитя: материалы 5-го Рос. форума. – М., 2003. – С. 202–203.

Особенности нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром)

А.Ю. Вандышева, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, Ю.А. Ивашова

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

Неуклонный рост промышленного производства в Российской Федерации ведет к увеличению техногенной нагрузки на окружающую среду, особенно в регионах сосредоточения развитой многоотраслевой промышленности [1]. В условиях воздействия химических техногенных факторов дети, в силу анатомо-физиологических особенностей, являются наиболее уязвимой группой по развитию экообусловленных заболеваний [2, 3, 8]. Актуальность проблемы подтверждают сохраняющиеся негативные тенденции в изменении показателей здоровья детского населения в РФ [4]. В течение последних десятилетий продолжается рост первичной заболеваемости детей, в 2013 г. она достигла 189 135,1 на 100 тысяч детского населения (в 2008 г. – 183 890,9) [4].

В отчетных документах ВОЗ нарушения физического развития, ассоциированные с патологией эндокринной системы у детей и взрослого населения (низкорослость, дефицит массы тела), тесно коррелируют с состоянием санитарно-гигиенического и экономического благополучия (от 4,0 до 7,9 раза выше в странах с низким уровнем дохода в стране). По данным литературы и рекомендациям ВОЗ, показатели физического развития детей могут быть отнесены к индикаторным в отношении качества среды обитания показателям состояния здоровья населения [3, 5, 6, 9–11].

В Концепции развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 г. указано на необходимость мер по снижению рисков для здоровья населения на основе предупреждения и устранения вредного воздействия на человеческий организм факторов среды его обитания [4].

Цель исследования – изучить особенности нарушений физического развития, ассоциированных с химическими техногенными факторами, тропными к эндокринной системе у детей, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром).

Материалы и методы. Исследовано физическое развитие у 183 детей (97 мальчиков и 86 девочек) в возрасте 4–12 лет (7,3 ± 3,2 г., группа наблюдения), проживающих в условиях ненадлежащего качества атмосферного воздуха и питьевой воды по санитарно-химическим показателям (свинец, марганец, никель, хром). В группу сравнения вошли 46 детей (24 мальчика и 22 девочки, 7,6 ± 3,3 г.), проживающих на территории, где качество атмосферного воздуха и питьевой воды соответствует санитарно-гигиеническим требованиям. Группы исследования были сопоставимы по возрасту, полу, этническому составу, сопутствующей патологии, социально-

экономическому уровню семьи, качеству и рациону питания. Из исследования были исключены дети, родители которых страдали наркоманией или алкоголизмом, дети из асоциальных семей, дети с наследственными заболеваниями (в том числе эндокринными), дети с органической патологией нервной системы (в том числе перинатальной), а также имеющие IV–V группы здоровья по соматической патологии.

Оценка качества атмосферного воздуха и питьевой воды проводилась по данным собственных, мониторинговых и натурных наблюдений ГУ «Пермский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» и Роспотребнадзора по Пермскому краю за период 2008–2014 гг. Информация обобщена в соответствии с ГН 2.1.6.1338-03, ГН 2.1.5.1315-03, СанПиН 2.1.4.1074-01, СанПиН 2.1.6.1032-01.

Измерение содержания марганца, никеля, свинца, хрома в пробах крови выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре «Agilent 7500_{cx}» («Agilent Technologies Inc.», США) в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.3161–14 и СТО М 12–2013.

Углубленное клинико-лабораторное и функциональное обследование включало: 1) анализ амбулаторных карт развития (форма № 112/у), результатов углублённого осмотра врачами-специалистами (педиатр, эндокринолог), оценку физического развития [8], медико-социальное анкетирование; 2) определение содержания малонового диальдегида (МДА) в плазме крови; 4) анализ состояния тиреоидного гомеостаза (ТТГ, Т4 свободный); 5) изучение уровня кортизола, серотонина, норадреналина, инсулинового фактора роста (ИФР-1); 6) ультразвуковое сканирование щитовидной железы и надпочечников по стандартной методике на аппарате «Toshiba Aplio XG» (Япония) с использованием линейного мультичастотного датчика; 7) рентгенологическое исследование кистей с целью определения костного возраста – проведено на рентгеновском аппарате TMXR+ (Франция) по стандартной методике (снимок в прямой проекции обеих кистей и лучезапястных суставов) с оценкой степени зрелости по таблице «Сроки окостенения скелета кисти и дистального отдела предплечья у детей и подростков» (М.А. Жуковский, А.И. Бухман, 1995).

Лабораторная диагностика выполнялась по стандартным методикам с помощью спектрофотометра ПЭ-5300в («Экохим», Россия), биохимического «Konelab 20» («ThermoFisher», Финляндия) и иммуноферментного «Infinite F50» («Tecan», Австрия) анализаторов.

Медико-биологические исследования проводились с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1975 г. с доп. 1983 г.) и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP).

Анализ полученной информации осуществлялся статистическими методами («Statistica 6.0») и с помощью специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями «MS-Office». Сравнение групп по количественным признакам проводили с использованием двухвыборочного критерия Стьюдента; оценку зависимостей между признаками – методом корреляционно-регрессионного анализа для количественных переменных.

Результаты и их обсуждение. По данным наблюдений ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», на территории исследования в атмосферном воздухе был обнаружен марганец (0,00014 ± 0,00002 мг/м³), никель (0,000035 ± 0,000005 мг/м³), свинец (0,000030 ± 0,000004 мг/м^3), хром (0,000054 ± 0,000008 мг/м^3), концентра-

ции которых в 1,3–7,5 раза превышали значения на территории сравнения ($p \leq 0{,}05$). Содержание свинца в питьевой воде было до 7,5 раза (0,0015 ± 0,0001 мг/л), никеля – до 3,2 раза (0,0064 ± 0,001 мг/л) и марганца – до 17,5 раза (0,1 ± 0,014 мг/л) выше, чем в питьевой воде на территории сравнения (менее 0,0002 ± 0,00007; 0,002 ± 0,001 и 0,0057 ± 0,001 мг/л соответственно) ($p \leq 0{,}05$).

В результате проведенных химико-аналитических исследований было установлено, что у детей группы наблюдения среднее содержание свинца (0,037 ± ± 0,012 мг/дм^3), марганца (0,013 ± 0,001 мг/дм^3), никеля (0,0073 ± 0,0013 мг/дм^3) и хрома (0,0048 ± 0,0009 мг/дм^3) в 1,3–2,2 раза превышало показатели группы сравнения; по марганцу в 1,5 раза, по никелю – в 9,4 раза, по хрому – в 4,0 раза выше референтного уровня ($p < 0{,}05$) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты химико-аналитических исследований в крови детей, мг/дм^3

Вещество	Референтный уровень	Группа наблюдения	Группа сравнения	p
Свинец, мг/дм^3	0,004–0,047	0,037 ± 0,012	0,017 ± 0,012	0,041
Марганец, мг/дм^3	0,003–0,0084	0,013 ± 0,001	0,01 ± 0,002	0,0083
Никель, мг/дм^3	0,0003–0,00077	0,0073 ± 0,0013	0,0037 ± 0,0015	0,0004
Хром, мг/дм^3	0,0004–0,0012	0,0048 ± 0,0009	0,0035 ± 0,0012	0,0001

Примечание: p – достоверность различий с группой сравнения, Reference data (Метод анализа ICP-MS, 1999–2001 гг., ALS Skandinavia, AB©2014, www.alsglobal.se).

У детей, проживающих в условиях неудовлетворительного качества атмосферного воздуха и питьевой воды по санитарно-химическим показателям, установлена достоверная причинно-следственная связь развития недостаточности питания, низкорослости, болезней щитовидной железы с повышенным содержанием в крови марганца, свинца, никеля, хрома (недостаточности питания – OR = 13,4–24,3 и низкорослости – OR = 4,1–4,9).

На основании проведенной оценки риска для здоровья детского населения на территории исследования установлено, что при многосредовом поступлении химических веществ с доказанным воздействием на гормоногенез формируются неприемлемые неканцерогенные риски развития патологии эндокринной системы (HI = 1,45), связанные с поступлением химических веществ с атмосферным воздухом и питьевой водой. Наибольший вклад в индекс опасности развития эндокринных нарушений при ингаляционном пути поступления вносит свинец и его соединения (до 94,4 %).

В ходе оценки роста с учетом возрастно-половой принадлежности ребенка установлено, что 12,2 % детей группы наблюдения имели высокий рост (10,5 % в группе сравнения, p = 0,57), 8,5 % – низкий рост (5,2 % в группе сравнения, p = 0,5). Выявлено, что низкий рост регистрировался в 1,5 раза чаще у детей, проживающих на территории с неудовлетворительным качеством среды обитания (табл. 2).

При оценке массы тела у 16,5 % детей группы наблюдения выявлен дефицит массы тела, что в 2,2 раза чаще, чем в группе сравнения – 7,2 % (p = 0,05), ростовесовой коэффициент у 19,8 % детей не соответствовал нормативным показателям (p = 0,05). У мальчиков в 1,3 раза реже встречалось оптимальное соотношение росто-весовых показателей (63,7 против 86,2 % группы сравнения, p = 0,01), в 5,5 раза чаще диагностирован дефицит массы тела I–II степени (16,6 % в группе наблюде-

ния и 3,0 % в группе сравнения, p = 0,036–0,33) (см. табл. 2). Индекс массы тела у девочек группы наблюдения (ИМТ 14,6 ± 0,34) был достоверно ниже группы сравнения – 15,1 ± 0,54 (p = 0,05). Относительный риск развития нарушения питания у детей группы наблюдения в 1,7 раза выше, чем в группе сравнения (OR = 1,7; DI = 0,7–4,16; p<0,05).

Таблица 2

Структура нарушений физического развития детей групп исследования (%)

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	p
Дефицит веса	**16,5**	7,5	**0,05**
Низкорослость	8,5	5,2	0,48
Избыток веса	8,8	7,5	0,8
Высокорослость	12,2	10,5	0,57
Росто-весовой коэффициент ниже нормы (дефицит веса по росту)	**19,8**	10,5	**0,05**
Росто-весовой коэффициент выше нормы (избыток веса по росту)	5,5	10,0	0,21

Примечание: p – достоверность различий показателей у детей сравниваемых групп.

Таблица 3

Структура градации массы тела детей (%)

Изменения массы тела	Мальчики			Девочки			Все дети		
	группа наблюдения	группа сравнения	p	группа наблюдения	группа сравнения	p	группа наблюдения	группа сравнения	p
Дефицит массы II ст.	5,9	3,0	0,35	5,1	2,1	0,29	5,5	2,5	0,29
Дефицит массы I ст	10,7	–	0,02	11,5	5,0	0,15	11,0	5,0	0,15
Эйтрофия	63,7	86,2	0,01	74,3	83,6	0,15	67,8	83,7	0,02
Избыток массы I ст.	7,2	–	0,05	3,0	5,4	0,56	5,6	3,9	0,62
Избыток массы II ст	12,5	10,8	0,86	6,1	3,8	0,62	10,1	4,9	0,32

Примечание: p – достоверность различий показателей у детей сравниваемых групп.

Отмечено, что количество детей группы наблюдения, у которых окружность грудной клетки соответствовала физиологической возрастной норме, было в 1,3 раза меньше, чем в группе сравнения (p = 0,09). При этом относительный риск задержки физического развития у детей группы наблюдения в 4,7 раза выше, чем в группе сравнения (OR = 4,71; DI = 1,8–12,27; p<0,05).

При исследовании окружности головы в группе наблюдения у 46,4 % мальчиков и 42,4 % девочек отмечалось снижение величины показателя окружности головы относительно физиологической возрастной нормы, что было в 1,5 раза чаще по отношению к сравниваемой группе (31,6 и 30,8 % соответственно, p = 0,26–0,36). Относительный риск отставания величины окружности головы от возрастной нормы у детей группы наблюдения в 1,9 раза выше, чем в группе сравнения (OR = 1,87; DI = 0,88–3,97; p<0,05).

Совокупная оценка гармоничности физического развития выявила, что 89,9 % детей группы наблюдения и 66,7 % группы сравнения имели нарушения гармонично-

го физического развития (p = 0,001), при этом в группе наблюдения преобладало резко дисгармоничное физическое развитие, которое встречалось в 2,8 раза достоверно чаще группы сравнения (p = 0,00). Аналогичные тенденции отмечены в группах среди мальчиков и девочек (табл. 4). Относительный риск нарушения гармоничности развития у детей группы наблюдения в 4,8 раза выше, чем в группе сравнения (OR = 4,86; DI = 1,94–12,16; p<0,05).

Таблица 4

Структура гармоничности физического развития детей (%)

Показатель	Мальчики			Девочки			Все дети		
	группа наблюдения	группа сравнения	p	группа наблюдения	группа сравнения	p	группа наблюдения	группа сравнения	p
Гармоничное	8,9	36,8	0,004	12,1	30,8	0,06	10,1	33,3	0,001
Дисгармоничное	23,2	31,6	0,47	3,0	46,1	0,001	15,7	40,0	0,002
Резко дисгармоничное	67,9	31,6	0,005	84,9	23,1	0,001	74,2	26,7	0,001

Примечание: p – достоверность различий показателей у детей сравниваемых групп.

В ходе проведения ультразвуковой денситометрии выявлено снижение минеральной плотности костной ткани, в основном в виде остеопении, у 71,4 % детей группы наблюдения и 46,15 % детей группы сравнения (p = 0,05), что обусловлено нарушением обмена веществ и усиленным разрушением костной структуры.

Определение костного возраста при рентгенологическом исследовании установило достоверное отставание костного возраста от паспортного (44,5 % в группе наблюдения и 17,8 % в группе сравнения, p = 0,03), снижение темпов окостенения (44,5 % в группе наблюдения, 27,8 % в группе сравнения, p = 0,05).

При ультразвуковом исследовании у половины детей группы наблюдения имеет место изменение эхоструктуры щитовидной железы, наличие кистозно-расширенных фолликулов, мелкоочаговых образований, на фоне уменьшенного объема железы; относительный риск развития данных нарушений был в 7,42–2,39 раза выше, чем в группе сравнения, а также выявлено уменьшение линейных размеров надпочечников в 1,3 раза относительно группы сравнения, что косвенно могло свидетельствовать о снижении функциональной активности железы.

В ходе лабораторного исследования у 63–60 % детей выявлено повышение относительно группы сравнения уровня норадреналина (394,2 ± 41,9 пг/см^3) и серотонина (279,4 ± 34,9 нг/мл), что в 1,4–1,5 раза превышало показатель группы сравнения (p = 0,00–0,042). Понижение относительно группы сравнения уровня кортизола выявлено у 81,0 % детей (251,8 ± 27,4 нмоль/см^3), что в 1,7 раза было ниже показателя группы сравнения (439,1 ± 48,9 мкмоль/дм^3) (p = 0,01). На дисфункцию нейроэндокринной регуляции указывает и отклонение таких показателей, как ФСГ (2,34 ± 0,3 МЕ д/л), ДГЭА-С (0,11 ± 0,02 мкг/мл), 17-ОН-прогестерон (0,51 ± 0,1 нг/см^3), которые были у 58,0–69,4–79,0 % детей в 1,6–1,5 раза ниже значений группы сравнения, тестостерон у 17,7 % детей в 1,4 раза был выше показателей в группе сравнения (p = 0,09–0,1).

У детей, проживающих в условиях экспозиции металлами, фиксируется пониженное тиреоидное обеспечение в виде сниженного уровня Т4 общего (130,28 ± 25,6 нмоль/л) – у 47,7 %, у 18,5 % – Т4 свободного (13,5 ± 5,4 пкмоль/л), у 20,7 % – Т3 (2,5 ± 0,1 нг/см^3) относительно группы сравнения (p = 0,00–0,11).

Содержание ИФР-1 (107,6 ± 22,4 нг/мл) в крови детей находилось в пределах нормативных значений, вместе с тем у 64,3 % обследованных ИФР-1 был снижен 1,2 раза относительно группы сравнения (129,8 ± 11,8 нг/мл (p = 0,029).

При исследовании показателей процессов свободнорадикального окисления установлена их активизация, с последующим накоплением продуктов пероксидации. Уровень гидроперекиси липидов в сыворотке крови повышен у 28,8 % обследованных детей (325,43 ± 23,72 мкмоль/дм^3), что в 1,7 раза выше, чем у детей группы сравнения (194,14 ± 56,1 мкмоль/дм^3) (p = 0,001), показатель малонового диальдегида в плазме крови обследованных детей в среднем составил 3,54 ± 0,117 мкмоль/см^3, что достоверно в 1,12 раза выше аналогичного показателя в группе сравнения (p = 0,001). Частота регистрации повышенного уровня МДА в плазме крови относительно верхней границы физиологической нормы составила 52,2 %, что 5 раз выше аналогичного показателя в группе сравнения.

На дисрегуляцию нейромедиаторного обмена указывает тот факт, что в 35,5 % проб детей группы наблюдения увеличено содержание в сыворотке крови возбуждающей аминокислоты – глутамата (126,32 ± 7,01 мкмоль/дм^3), при отсутствии таковых у детей группы сравнения (p = 0,048). Частота встречаемости пониженного уровня тормозного нейромедиатора – γ-аминомасляной кислоты – в сыворотке крови детей группы наблюдения составила 20 % при отсутствии аналогичных изменений у детей группы сравнения (p = 0,011).

У детей группы исследования установлена достоверная причинно-следственная связь: вероятности отклонения показателей, характеризующих дисфункцию нейроэндокринной регуляции с уровнем металлов в крови (табл. 5).

Таблица 5

Параметры моделей зависимости «химическое вещество в крови – вероятность отклонения лабораторного показателя» у детей групп исследования

Направление изменения	Параметры моделей		*b0*	*b1*	R^2	*F*	*P*
Выше	Марганец	ТТГ	–3,2	40,8	0,25	117,4	0,001
Ниже	Никель	Т4 общий	–3,8	119,9	0,47	253,9	0,001
Ниже	Марганец	Т4 общий	–4,3	59,6	0,18	63,8	0,001
Выше	Свинец	Серотонин	–2,4	26,1	0,93	4973,3	0,001
Выше	Никель	Серотонин	–2,1	31,9	0,15	64,2	0,001
Выше	Марганец	Серотонин	–2,3	28,9	0,16	70,3	0,001
Ниже	Хром	Кортизол	–2,5	–71	0,11	32,8	0,001
Ниже	Никель	Кортизол	–3,1	53	0,22	103,1	0,001
Ниже	Марганец	Кортизол	–1,1	–172,2	0,82	1565,1	0,001
Ниже	Свинец	ИФР–1	–4,0	–12,1	0,42	237,8	0,001
Ниже	Хром	ИФР–1	–3,0	–54,3	0,36	186,7	0,001
Ниже	Марганец	ИФР–1	–2,5	–82,9	0,48	115,6	0,001
Выше	Свинец	ФСГ	–1,2	–24,7	0,56	451,2	0,001
Выше	Никель	ФСГ	–2,2	93,1	0,27	128,4	0,001
Выше	Марганец	ФСГ	–2,5	68,1	0,32	159	0,001

Примечание: p – показатель достоверности различий ≤ 0,05.

Вероятность повышения уровня ТТГ (R^2 = 0,16–0,34; 38,7≤F≤183,8, p = 0,001) и снижения Т4 св. (R^2 = 0,18–0,79; 63,8≤F≤450,1, p = 0,000) возрастает при повышенном содержании марганца и никеля в крови; вероятность повышения

серотонина в сыворотке (R^2 = 0,15–0,93; 64,2≤F≤4973,3, p = 0,001) возрастает при повышении в крови концентрации свинца, никеля, марганца; вероятность снижения кортизола (R^2 = 0,22–0,82; 103,1≤F≤1565,1, p = 0,001) возрастает при повышении в крови концентрации марганца, никеля; вероятность повышения ИФР-1 в сыворотке (R^2 = 0,42–0,483; 115,6≤F≤237,8, p = 0,001) снижается при повышении в крови концентрации свинца и марганца; вероятность повышения ФСГ (R^2 = 0,27–0,64; 159≤F≤451,2, p = 0,001) снижается при повышении в крови концентрации свинца, марганца, никеля.

Выводы. Таким образом, в ходе проведенного клинико-лабораторного обследования у детей, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром), выявлены особенности нарушения физического развития:

– при многосредовом поступлении химических веществ с доказанным воздействием на гормоногенез формируются неприемлемые неканцерогенные риски развития патологии эндокринной системы (HI = 1,45), связанные с поступлением химических веществ с атмосферным воздухом и питьевой водой;

– в условиях санитарно-гигиенического неблагополучия среды обитания, обусловленного высоким содержанием металлов в атмосферном воздухе и воде, отмечено увеличение в 1,2–1,6 раза количества детей с различными отклонениями в физическом развитии, характеризующееся высоким процентом дисгармоничности, которое у мальчиков проявлялось преимущественно дефицитом массы тела, несоответствием физиологической норме окружностей грудной клетки и головы, у девочек – макросомией и низкими показателями окружности грудной клетки и окружности головы;

– относительный риск развития нарушения питания и задержки физического развития у детей в 1,7–4,7 раза превышал показатели группы сравнения;

– повышенное содержание металлов в биосредах детей оказывает негативное влияние на центральную и периферическую нервную систему, что проявляется дисрегуляцией нейромедиаторного обмена, нарушает белково-синтетические процессы, в том числе белков из семейства инсулиноподобных факторов роста, отвечающих за эндокринную, аутокринную и паракринную регуляцию процессов роста, развития и дифференцировки клеток и тканей организма, формирует ранние сдвиги гипоталамо-гипофизарной регуляции с нарушением показателей физического развития.

Список литературы

1. Баранов А.А., Ильин А.Г. Основные тенденции динамики состояния здоровья детей в Российской Федерации. Пути решения проблем // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2011. – № 6. – С. 12–18.

2. Бухарова Е.М. Влияние факторов городской среды на физическое развитие и состояние здоровья детей // Здравоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 5. – С. 18–22.

3. Влияние марганца на костный метаболизм у детей, проживающих в условиях воздействия химических факторов среды обитания / О.Ю. Устинова, Н.В. Зайцева, И.А. Пермяков, А.Ю. Вандышева, Б.В. Верихов // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 9 – С. 314–317.

4. Концепция развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 г. // Министерство здравоохранения и социального развития. – М., 2008. – 80 с.

5. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 220 с.

6. Лопатина О.В. Тенденции физического и полового развития детей старшего школьного возраста, проживающих в крупном промышленном городе: тез. докл. Первой Всерос. науч.-практ. конф. – Челябинск, 2000. – С. 55–56.

7. Методы исследования физического развития детей и подростков в популяционном мониторинге: руководство для врачей / под ред. А.А. Баранова, В.Р. Кучмы. – М., 1999. – С. 86–89.

8. Особенности клинико-лабораторного статуса у детей с йоддефицитными заболеваниями, проживающих в условиях комбинированного воздействия природно-техногенных факторов / К.П. Лужецкий, И.П. Корюкина, О.Ю. Уститнова, Л.В. Бурдина, И.Е. Штина // Фундаментальные исследования. – 2010. – № 2. – С. 65–67.

9. Руденко Н.Н., Мельникова И.Ю. Актуальность оценки физического развития детей // Практическая медицина. – 2009. – № 7 (49). – С. 31–34.

10. Скоблина Н.А. Научно-методическое обоснование оценки физического развития детей в системе медицинской профилактики: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – М., 2008. – 49 с.

11. Физиология роста и развития детей и подростков (теория и клинические вопросы): практическое руководство / под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 432 с.

12. Физическое развитие детей и подростков на рубеже десятилетий / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина. – М., 2008. – 216 с.

Планирование лабораторных исследований при осуществлении надзорных мероприятий на объектах централизованного питьевого водоснабжения

С.А. Вековшинина[1], Э.В. Седусова[1]
А.А. Никулин[2], В.С. Евдошенко[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, г. Пермь, Россия

Снабжение населения качественной питьевой водой[1] относится к числу определяющих факторов охраны здоровья населения и рассматривается как приоритетная проблема во всем мире[2]. К болезням, связанным с водой, относятся болезни, вызванные химическими соединениями, паразитами и микробными агентами, со-

[1] Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ от 7 декабря 2011 г.
[2] http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/ru.

держащимися в питьевой воде. Только на диарею приходится приблизительно 4,1 % общего глобального бремени DALY, и от этой болезни ежегодно умирают 1,8 млн человек (ВОЗ, 2004 г.). Согласно оценкам экспертов ВОЗ, 88 % этого бремени вызвано небезопасным водоснабжением, нарушением санитарных и гигиенических требований. Напряженная ситуация с водообеспечением населения вызвана недостаточным развитием систем водопроводно-канализационного хозяйства, старением его основных производственных фондов, низким качеством вод поверхностных водных объектов, слабым внедрением в практику передовых научно-технических достижений, отсутствием средств на модернизацию систем водоснабжения и водоотведения, экономически неэффективной работой муниципальных предприятий (которых более 90 %), эксплуатирующих централизованные системы водоснабжения и водоотведения. Многие водоочистные сооружения не справляются с очисткой природной воды, так как существующие технологии в условиях продолжающегося ухудшения качества воды в водоисточниках не могут обеспечить очистку, соответствующую установленным в России нормативам.

По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, питьевой водой, отвечающей требованиям санитарного законодательства, было обеспечено в 2015 г. 90,31 % населения РФ, в том числе городского – 95,02 %, сельского – 77,1 %.

Надзор за качеством питьевой воды является одной из важнейших функций Роспотребнадзора. Однако анализ литературных данных, результатов научных исследований и нормотворческой деятельности, судебной практики, изучение опыта работы учреждений госсанэпиднадзора свидетельствуют об отсутствии стандартизированных методов и критериев формирования минимально достаточных программ гигиенических лабораторных исследований, которые проводятся в рамках государственного задания по осуществлению надзора за ЦХПВ, что и определило актуальность работы.

Объектами исследования являлись объекты, подлежащие федеральному санитарно-гигиеническому надзору, – системы централизованного водоснабжения и обеспечения населения питьевой водой, а также среда обитания – питьевая вода систем ЦХПВ.

Предметом исследования являлись программы гигиенических лабораторных исследований качества питьевой воды, которые проводятся в рамках государственного задания по осуществлению надзора за ЦХПВ, в том числе вид и объем лабораторно-инструментальных методов контроля (проб, замеров) питьевой воды.

Цель работы – разработка методических подходов к планированию гигиенических лабораторных исследований воды централизованных систем питьевого водоснабжения при проведении мероприятий по надзору.

В ходе работы использовали методы анализа и синтеза, оценки риска здоровью населения и др.

Результаты и их обсуждение. Анализ более 60 нормативно-методических документов, государственных докладов о санэпидблагополучии РФ и регионов России, а также работ по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, содержащихся в питьевой воде, выполненных в 42 городах и областях России в течение 1998–2015 гг., показал, что в Российской Федерации за последние 15 лет приоритетными веществами, формирующими канцерогенный риск при воздействии питьевой воды ЦХПВ в регионах РФ, являются: мышьяк, хром (6+), хлороформ

и никель. Наиболее высокие уровни хронического неканцерогенного риска создают: мышьяк (до 153,3 *HQ*), фториды (до 12 *HQ*), молибден (до 6 *HQ*), свинец (до 5,7 *HQ*), нитраты (до 4,7 *HQ*) и трихлорэтилен (до 2,6 *HQ*) [1–6].

Вклад мышьяка в суммарный канцерогенный риск, превышающий 50 %, выявлен на 16 территориях Российской Федерации из 30 исследованных. Вклад мышьяка в хронический неканцерогенный риск при воздействии химических веществ, содержащихся в питьевой воде, также значителен.

В ходе работы выполнена оценка хронического перорального риска населения Пермского края, в том числе города Перми, от воздействия питьевой воды ЦХПВ.

Обработан массив данных, содержащий 5810 единиц информации 47 территорий Пермского края за 2011–2014 гг. Установлено, что на 40 территориях ПК питьевая вода содержит вещества, формирующие неприемлемый уровень канцерогенного риска: мышьяк (от $1{,}05 \cdot 10^{-5}$ до $9{,}37 \cdot 10^{-5}$), кадмий (от $5{,}05 \cdot 10^{-4}$ до $9{,}15 \cdot 10^{-5}$), тетрахлорметан ($CR = 4{,}39 \cdot 10^{-4}$), хлороформ (от $1{,}12 \cdot 10^{-5}$ до $1{,}4 \cdot 10^{-5}$).

Выявлено, что на 22 муниципальных территориях ПК питьевая вода содержит вещества, формирующие хронический неканцерогенный риск выше 1*HQ* (табл. 1): нитраты (от 1,03 до 2,47 *HQ*), фториды (от 1,03 до 1,26 *HQ*), хлор остаточный связанный (от 1,25 до 1,35 *HQ*), хлороформ (1,25 *HQ*), мышьяк (от 1,07 до 1,72 *HQ*).

Таблица

Приоритетные территории Пермского края по уровню хронического неканцерогенного риска (доли *HQ*) при воздействии химических веществ, содержащихся в питьевой воде, 2011–2014 гг.

№ п/п	Территория	Коэффициенты опасности в отношении химических веществ, поступающих пероральным путем с питьевой водой системы хозяйственно-питьевого водоснабжения, доли *HQ*				
		мышьяк	нитраты	фториды	хлор остаточный связанный	хлороформ
1	Большесосновский район	**1,07**	0,63	–	–	–
2	Верещагинский район	**1,07**	0,50	–	–	–
3	Добрянский район	0,29	**1,05**	0,23	0,51	0,45
4	Еловский район	0,66	**1,03**	0,49	–	–
5	Ильинский район	0,13	0,39	**1,25**	–	–
6	Карагайский район	**1,07**	0,68	–	–	–
7	Косинский район		**1,02**	–	–	–
8	Краснокамский район	**1,07**	0,10	0,15	0,54	–
9	Куединский район	0,54	0,41	0,50	**1,32**	0,06
10	Кунгур	0,54	0,20	**1,03**	0,27	0,36
11	Кунгурский район	0,53	0,68	**1,55**	–	–
12	Нытвенский район	**1,07**	0,17	–	0,71	**1,25**
13	Октябрьский район	0,53	**1,18**	–	–	–
14	Ординский район	0,53	0,63	**1,26**	–	–
15	Осинский район	**1,72**	0,20	0,18	0,10	0,17
16	Оханский район	**1,07**	**2,47**	–	–	–
17	Очерский район	**1,07**	0,62	–	–	–
18	Пермь	0,53	0,19	–	**1,35**	0,62
19	Сивинский район	**1,07**	0,40	–	–	–
20	Соликамский район	0,53	**1,29**	–	–	–
21	Чайковский район	0,56	0,10	0,04	**1,25**	0,44
22	Частинский район	**1,13**	0,45	–	–	–

Анализ полученных данных показал, что одним из приоритетных химических веществ, определяющих качество питьевой воды с позиций методологии оценки риска здоровью населения, является мышьяк.

Отчасти полученные высокие уровни риска при воздействии мышьяка обусловлены низкой чувствительностью метода, который рекомендован ГОСТ 4152-89[1] для определения массовой концентрации мышьяка в воде. Согласно этому документу предел обнаружения мышьяка с доверительной вероятностью $p = 0{,}95$ составляет 0,005 мг/дм^3 при объеме пробы 100 см^3 (диапазон измеряемых концентраций 0,01–0,1 мг/дм^3).

Предельно допустимая концентрация (ПДК) мышьяка составляет не более 0,05 мг/л[2]. Чувствительность метода, рекомендованного ГОСТ 4152-89, обеспечивает определение концентрации мышьяка на уровне 0,1 ПДК. Однако референтная доза при хроническом пероральном поступлении мышьяка (0,0003 мг/кг) создается при концентрации мышьяка в воде на уровне 0,0047 мг/л (0,094 ПДК) для детей и 0,011 мг/л (0,22 ПДК) для взрослых.

При измерении по ГОСТ 4152-89 предел обнаружения мышьяка в воде (0,005 мг/дм^3) сопоставим с референтной концентрацией для детей (0,0047 мг/л). Если при оценке экспозиции мышьяка используется концентрация, которая составляет 1/2 предела обнаружения (0,0025 мг/дм^3), то канцерогенный риск составляет для детей $2{,}05 \cdot 10^{-5}$, для взрослых – $4{,}4 \cdot 10^{-5}$, что уже соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска.

Таким образом, необходимо использование более чувствительных, чем указаны в ГОСТ 4152-89, методов определения массовой концентрации мышьяка в питьевой воде с пределом обнаружения 0,0005 мг/дм^3 и менее (вместо 0,005 мг/дм^3) для обеспечения определения на уровне 0,1 от референтной дозы.

Несмотря на выявленные ограничения, методологию оценки риска здоровью населения необходимо использовать для выбора контролируемых в ходе надзорных мероприятий на ЦХПВ химических веществ. Так, например, принимая во внимание результаты оценки риска от воздействия питьевой воды на территории Пермского края, в перечень веществ, подлежащих контролю при проведении выездной проверки водоснабжающих организаций края, предлагается включать (с учетом технологии водоподготовки) мышьяк, кадмий, нитраты, фториды, дихлорбромметан, тетрахлорметан, хлор остаточный связанный, хлороформ.

Не менее важной проблемой при планировании гигиенических лабораторных исследований воды ЦХПВ при проведении мероприятий по надзору является определение количества проб воды, которые необходимо отобрать при проверке.

Для определения количества проб можно использовать методические подходы, изложенные в национальном стандарте Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 24510-2009 «Деятельность, связанная с услугами питьевого водоснабжения и удаления сточных вод. Руководящие указания по оценке и улучшению услуги, оказываемой потребителям». Объем исследований, который необходимо провести при выездной проверке, будет зависеть от величины показателя качества питьевой воды, поставляемой водоснабжающей организацией.

---

[1] ГОСТ 4152-89. Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации мышьяка.

[2] 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.

Показатель качества поставляемой воды рассчитывается на основании результатов оценки годового производственного контроля питьевой воды, поставляемой объектом санитарно-эпидемиологического надзора, по формулам (1) и (2):

$$W = (D_{\text{соответствующих стандарту}} / D_{\text{всего}})\ 100\ \%, \quad (1)$$

где W – показатель качества поставляемой воды, %; $D_{\text{всего}}$ – количество проверенных по качеству проб питьевой воды, ед.;

$$D_{\text{соответствующих стандарту}} = D_{\text{микробиол.}} + D_{\text{паразит.}} + D_{\text{органолепт.}} + D_{\text{обобщ.}} + D_{\text{хим.}} + D_{\text{радиол.}}, \quad (2)$$

где $D_{\text{микробиол.}}$ – количество проб, соответствующих микробиологическим показателям; $D_{\text{паразит.}}$ – количество проб, соответствующих паразитологическим показателям; $D_{\text{органолепт.}}$ – количество проб, соответствующих органолептическим показателям; $D_{\text{обобщ.}}$ – количество проб, соответствующих обобщенным показателям; $D_{\text{хим.}}$ – количество проб, соответствующих химическим показателям (неорганические и органические вещества); $D_{\text{радиол.}}$ – количество проб, соответствующих радиологическим показателям.

При показателе качества питьевой воды от 95 до 100 % отбор проб питьевой воды при выездной проверке можно не проводить (табл. 2).

Таблица 2

Количество проб питьевой воды, рекомендованное для отбора при проведении выездной проверки водоснабжающей организации

Показатель качества поставляемой питьевой воды, %	Виды показателей	Необходимое количество проб, ед.				
		для подземных источников			для поверхностных источников	
		численность населения, обеспечиваемого водой из данной системы водоснабжения, тыс. чел.				
		до 20	20–100	свыше 100	до 100	свыше 100
От 95 до 100 %	Микробиологические	–	–	–	–	–
	Паразитологические	–	–	–	–	–
	Органолептические	–	–	–	–	–
	Обобщенные показатели	–	–	–	–	–
	Неорганические вещества	–	–	–	–	–
	Показатели, связанные с технологией водоподготовки	–	–	–	–	–
От 80 до 95 %	Микробиологические	1	2	4	4	4
	Паразитологические	–	–	–	1	1
	Органолептические	1	2	4	4	4
	Обобщенные показатели	–	–	1	1	1
	Неорганические вещества	1	1	1	1	1
	Показатели, связанные с технологией водоподготовки	4	4	4	4	4
От 0 до 80 %	Микробиологические	3	8	18	18	18
	Паразитологические	–	–	–	1	1
	Органолептические	3	8	18	18	18
	Обобщенные показатели	1	1	1	1	1
	Неорганические вещества	1	1	1	1	1
	Показатели, связанные с технологией водоподготовки	18	18	18	18	18

При показателе качества от 80 до 95 % рекомендуется разово отобрать 1 % от количества проб, указанных в табл. 7 СанПиН 2.1.4.1074-01 (но не менее 1 пробы).

Если показатель качества питьевой воды составляет от 0 до 80 %, то для проверки рекомендуется отобрать 5 % от количества проб, указанного в табл. 7 СанПиН 2.1.4.1074-01 (но не менее 1 пробы).

Выводы:

1. Анализ литературных данных, результатов научных исследований и нормотворческой деятельности, изучение опыта работы учреждений госсанэпидслужбы свидетельствуют об отсутствии стандартизированных методов и критериев формирования минимально достаточных программ гигиенических лабораторных исследований, которые проводятся в рамках государственного задания по осуществлению надзора.

2. Оценка риска здоровью населения от воздействия питьевой воды сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в Пермском крае позволила предложить в качестве контролируемых в ходе надзорных мероприятий (с учетом технологии водоподготовки) такие химические вещества, как мышьяк, кадмий, нитраты, фториды, дихлорбромметан, тетрахлорметан, хлор остаточный связанный, хлороформ.

3. Анализ отечественной и зарубежной судебной практики по возмещению вреда здоровью, обусловленного качеством питьевой воды, показал, что чаще всего нарушаются требования СанПиН 2.1.4.1074-01 по следующим показателям: железо, цветность, мутность, запах, марганец.

4. Для оценки качества питьевой воды и степени достоверности результатов производственного контроля систем коммунального водоснабжения можно руководствоваться национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 24510-2009 «Деятельность, связанная с услугами питьевого водоснабжения и удаления сточных вод. Руководящие указания по оценке и улучшению услуги, оказываемой потребителям».

5. При показателе качества питьевой воды от 95 до 100 % отбор проб питьевой воды при выездной проверке можно не проводить. При показателе качества от 80 до 95 % – рекомендуется разово отобрать 1 % от количества проб, указанных в табл. 7 СанПиН 2.1.4.1074-01 (но не менее 1 пробы). Если показатель качества питьевой воды составляет от 0 до 80 %, то для проверки рекомендуется отобрать 5 % от количества проб, указанного в табл. 7 СанПиН 2.1.4.1074-01 (но не менее 1 пробы).

Список литературы

1. Игнатьева Л.П., Погорелова И.Г., Потапова М.О. Гигиеническая оценка канцерогенного и неканцерогенного риска опасности перорального воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде // Гигиена и санитария. – 2006. – № 4. – С. 30–32.

2. Комплексные вопросы управления рисков здоровью в решении задач обеспечения санитарно-эпидемического благополучия на муниципальном уровне / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, И.В. Май, А.С. Сбоев, О.П. Волк-Леонович, Т.В. Нурисламова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 16–18.

3. Кузнецова И.А., Фигурина Т.Я., Шадрина С.Ю. Пути обеспечения населения Вологодской области безопасной питьевой водой с использованием методологии оценки риска // Гигиена и санитария. – 2011. – № 1. – С. 48–51.

4. Оценка риска воздействия на население химических контаминантов в пищевых продуктах и питьевой воде / В.Ю. Ананьев, Н.А. Кайсарова, П.Ф. Кику, О.А. Измайлова, И.Е. Трунова // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 8. – С. 30–34.

5. Турбинский В.В., Маслюк А.И. Риск для здоровья населения химического состава питьевой воды // Гигиена и санитария. – 2011. – № 2. – С. 23–27.

6. Унгуряну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 1. – С. 19–24.

О внедрении в Управление Роспотребнадзора по Оренбургской области риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности

Н.Е. Вяльцина, Е.Ю. Панчихина, В.И. Тюгаев

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Оренбургской области, г. Оренбург, Россия

Повышение уровня санитарно-эпидемиологического благополучия населения при одновременном устранении избыточных административных барьеров для бизнеса является важным направлением совершенствования государственной политики Российской Федерации.

Выполнение достигается внедрением риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, которая позволяет дифференцировать подход к проведению контрольных мероприятий, усилив надзор на объектах, представляющих угрозу для здоровья граждан, при этом снижая административные барьеры для социально-ответственного бизнеса.

Одной из значимых проблем при внедрении риск-ориентированного подхода к осуществлению контрольно-надзорной деятельности является выбор варианта модели: статической, которая учитывает только характеристики объекта, или динамической, которая дополнительно учитывает историю проверок, тяжесть нарушений и другие признаки, или использование смешанной модели [1, 2].

При риск-ориентированных моделях контроля (надзора) учитываются следующие четыре свойства риска, а именно: вероятность, сила воздействия, управляемость, взаимосвязанность (цепочки причинно-следственных связей) [1].

С практической точки зрения наиболее эффективной является использование динамической или смешанной модели [1].

Практика показала, что на начальном этапе классификации объектов надзора на основе оценки риска стартовой моделью для Управления Роспотребнадзора по Оренбургской области (далее по тексту Управление) являлась статическая модель.

Отнесение объекта к той или иной категории (классу) проводилось на основе данных о факторах опасности, характерных для объекта надзора, наличия нарушений законодательства, аварийных ситуаций (инфекционных вспышек, массовых неинфекционных заболеваний и профессиональных заболеваний).

На сегодняшний день выбор сделан в пользу применения смешанной рисковой модели как наиболее адекватной, позволяющей оценить устойчивость санитарно-эпидемиологической ситуации во времени.

При внедрении риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности имели место проблемные вопросы:

– применяемые критерии оценки не всегда понятны, прозрачны, измеряемы и применяемы ко всем объектам надзора;

– необходимость и проблематичность сбора и анализа дополнительных сведений, ранее не учитываемых при надзоре, таких как «численность потребителей услуг», «численность потребителей продовольственных и непродовольственных товаров», «количество мест, на которых выполняется услуга», «численность населения, находящегося под воздействием», «объемов выпускаемой продукции», и т.д.

Управление имеет опыт работы применения отдельных элементов риск-ориентированной модели надзора. Так, с 2013 г. применяется практика планирования надзора с учетом гигиенической значимости объекта, группы санитарно-эпидемиологического благополучия, количества выявленных ранее правонарушений, исполнения предписаний.

Применение указанных элементов позволило снизить количество плановых проверок за последние 3 года на 37 %, а субъектов, охваченных надзором, на 5 %. Как следствие, повысилось качество проведения надзора, выросли показатели эффективности и результативности: по результатам 98 % плановых проверок выявлены правонарушения, а количество правонарушений, выявленных в ходе одной плановой проверки, увеличилось с 2,3 до 3,1.

Формирование и актуализация достоверной базы данных по подконтрольным субъектам, оценка рисков – это ключевые аспекты внедрения риск-ориентированной модели проведения проверок.

Совместно с предпринимательским и экспертным сообществом Управлением сформирован и регулярно обновляется региональный реестр юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, подлежащих надзору. Он содержит сведения, позволяющие относить объект к определённому классу причинения вреда по таким критериям, как вероятность нарушения законодательства, тяжесть последствий таких нарушений и численность населения, подверженного воздействию.

Оценка потенциальной опасности объектов надзора с учетом риска причинения вреда здоровью населения при нарушении санитарного законодательства и их классификация позволит дифференцировать подход к проведению контрольных мероприятий и повысить экономическую эффективность при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия.

Существует потребность в продолжении работы по совершенствованию методологии установления критериев риска, внесению изменений в Кодекс об административных правонарушениях для дифференциации применения различных уровней ответственности в зависимости от степени общественной опасности, рисков и степени нарушений предусмотреть возможность присвоения более высокого класса опасности объекту в зависимости от вида осуществляемой деятельности, что особенно актуально для объектов высокой гигиенической значимости.

Список литературы

1. Использование системы управления рисками для совершенствования санитарно-эпидемиологического контроля и надзора / А.О. Карелин, Н.А. Мозжухина, Г.Б. Еремин, И.В. Май, А.Ю. Ломтев, А.В. Киселев // Ученые Записки Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова. – 2015. – Т. XXII, № 1. – С. 81–83.

2. Риск-ориентированный подход к осуществлению контрольно-надзорной деятельности территориальными органами Роспотребнадзора: метод. рекомендации / утв. приказом ФС Роспотребнадзора № 1302 от 26.12.2014 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=2854 (дата обращения: 18.03.2016).

Телевизионная реклама как фактор риска формирования установки на потребление алкоголя у подростков

С.С. Гордеева

ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

Изучение процесса формирования социальной установки на потребление алкоголя у подростков продиктовано неблагоприятными тенденциями в изменении состояния их здоровья, значимым вкладом потребления алкоголя в заболеваемость и смертность в данной возрастной группе, а также разнообразием социальных рисков, связанных с потреблением алкоголя. К числу последних относится девиантное поведение (в том числе правонарушения), трудности в получении образования и реализации репродуктивного потенциала, безответственное сексуальное поведение молодых людей.

В процессе формирования социальной установки на употребление алкоголя у подростков важная роль принадлежит средствам массовой информации. Оценить влияние СМИ на процесс формирования социальной установки можно, опираясь на теорию социального научения А. Бандуры, утверждающего возможность научения посредством наблюдения. Поведение взрослых в отношении алкоголя, транслируемое в СМИ, как опосредованный социальный опыт осмысливается молодыми людьми в ходе «когнитивного проигрывания». Представленные образы и паттерны алкогольного поведения актуализируются в случае собственных алкогольных практик. Так или иначе демонстрация неодобряемого, но реализуемого взрослыми поведения в отношении алкоголя оценивается подростками как привлекательное. А. Бандура пишет: «Когда другие люди предаются приятным занятиям, которые обычно сдерживаются социальными запретами, то наблюдение за таким безнаказанным поведением усиливает аналогичное поведение до такой степени, как

и в случае, если модели вознаграждаются» [1]. Другими словами, подросток, который наблюдает за запретным для него употреблением алкоголя в материалах СМИ, оценивает это как поведение, которое поощряется взрослыми. Следовательно, можно говорить о возможности формирования положительной установки на употребление алкоголя у подростков под влиянием транслируемых материалов СМИ проалкогольной направленности при условии реализации молодыми людьми собственных алкогольных практик.

Иллюстрацией влияния материалов СМИ на формирование социальной установки у подростков может служить телевизионная реклама пива. Напомним, что в 2012 г. с выходом Федерального закона № 119-ФЗ от 20 июля 2012 г. на территории РФ действовал запрет на трансляцию рекламы пива на телевидении, радио и мероприятиях, побуждающей к его покупке. Однако в связи с проведением чемпионата мира по футболу и обеспечением рекламой продукции коммерческих партнеров FIFA был принят закон № 235-ФЗ от 21 июля 2014 г., разрешающий рекламу пива и напитков, изготовляемых на его основе в ряде случаев (размещение рекламы пива в газетах и журналах, во время трансляции спортивных соревнований, в период проведения официальных спортивных мероприятий). Более того, трансляция телевизионных рекламных роликов безалкогольного пива выступает примером скрытой рекламы алкогольной продукции. Исследования влияния скрытой рекламы на поведение в отношении алкоголя у подростков свидетельствуют о знании молодыми людьми слоганов торговых марок пива и формировании неосознаваемого положительного мнения о приобретении и употреблении пива [2, с. 58].

С **целью** выявления влияния материалов СМИ на формирование социальной установки на потребление алкоголя у подростков в 2015 г. было проведено социологическое исследование российской телевизионной рекламы безалкогольного пива.

Материалы и методы. На первом этапе исследования с использованием поисковой системы Google по ключевому словосочетанию «реклама пива» были отобраны все видеоролики на русском языке. На втором этапе осуществлялся просмотр рекламных видеороликов с письменной фиксацией (расшифровкой) содержащихся в них аудиальных и текстовых сообщений. На третьем этапе с помощью качественного анализа были выделены и интерпретированы ключевые смысловые категории видеоматериалов.

Результаты и их обсуждение. По итогам социологического исследования были выделены следующие особенности отечественной телевизионной рекламы пива:

1. Использование в телевизионных материалах, рекламирующих безалкогольное пиво, текста, основанного на позициях национальной идентичности (например, в рекламе пива «Сибирская корона»: «Если бы я родился в России, мне было бы, чем гордиться»; в рекламе пива «Балтика»: «Мир прекрасен этот, посмотри. Вот что в России ценим мы. Балтика – там, где Россия»).

2. Преимущественное использование в рекламе пива мужских образов, которые отождествляются с поведением и обликом «настоящего мужчины» и для которых характерны:

а) приятное общение в группе друзей. Употребление пива представлено как совместное занятие, сплачивающее компанию друзей (например, слоганом рекламы пива «Амстел» является фраза: «Я помню день, когда я понял, что эти парни и есть мои настоящие друзья»; главный герой рекламного ролика пива «Сибирская корона» едет с друзьями на машине по пересеченной местности, совместно с ними исполняя популярную песню);

б) взаимодействие мужчины с женщиной. Употребление спиртных напитков дополняется присутствием в кадре красивых улыбающихся женщин (например, в рекламе пива «Амстел» присутствует романтический образ мужчины, который произносит, что «помнит день, когда он понял, что с девушкой его связывает не просто дружба»; в рекламе пива «Кружка свежего» воин Трои, глядя на красивую женщину, утверждает, что «домой вернется не один»);

в) наличие притягательной мужской профессии. Использование образов мужчин, профессиональная деятельность которых в подростковой среде является популярной, притягательной (например, эксплуатация сразу нескольких мужских профессий (известного спортсмена, популярного музыканта, отважного полярника, космонавта) в рекламе пива «Сибирская корона», главную роль в которой исполняет известный американский актер Д. Духовны).

Из этого следует, что телевизионная реклама безалкогольного пива может быть оценена как скрытая реклама алкоголя, а использование в видеоряде и рекламных сообщениях национальной тематики и мужских образов выступает факторами, детерминирующими формирование позитивной установки на употребление алкоголя у подростков, преимущественно мужского пола, которые стремятся соответствовать образу взрослого мужчины.

Выводы. Таким образом, материалы СМИ, отличающиеся широким распространением информации, транслирующей употребление алкоголя взрослыми, провоцируют восприятие подростковой аудиторией алкоголя как притягательного продукта. Несмотря на запрет телевизионной и иной рекламы алкогольной продукции, в материалах СМИ ведется скрытая реклама пива. Следовательно, представляется целесообразным снижение воздействия телевизионной рекламы безалкогольного пива на молодых людей, осуществленное органами государственной власти посредством усиления контроля над деятельностью СМИ, и реализация мер ограничительного характера по снижению активности алкогольных кампаний. Кроме того, значимым представляется повышение эффективности действий социальных институтов, формирующих устойчивую отрицательную установку на потребление алкогольных напитков у подростков, а именно: а) обучение методикам профилактики, повышение компетентности педагогов, транслирующих информацию о здоровье и вреде потребления алкоголя в школах; разработка и внедрение новых методов профилактики, адекватных современным реалиям; организация оценки эффективности проводимых профилактических мероприятий; б) пропаганда здорового образа жизни в СМИ, снижение материалов, содержащих информацию/сцены, транслирующие потребление алкогольной продукции; в) организация качественного досуга, предоставление условий физического самосовершенствования и творческого развития подростков на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, позволяющих реализовать возрастные потребности подростков способами, исключающими потребление спиртных напитков.

Список литературы

1. Бандура А. Теория социального научения. – СПб.: Евразия, 2000. – 320 с.

2. Гребенкин Ю.Ю. Пресупозиции как конструктивный элемент скрытой рекламы, направленной на формирование интенций к употреблению алкогольных напитков в подростковой среде // Среднее профессиональное образование. – 2010. – № 4. – С. 58–61.

Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края

Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, Н.Н. Торотенкова

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

Одной из важнейших задач в сфере создания санитарно-эпидемиологического благополучия населения является обеспечение его доброкачественной питьевой водой, безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по химическому составу.

Ситуация с питьевым водоснабжением по Российской Федерации остается тревожной: доля проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по группам санитарно-химических, микробиологических показателей безопасности несмотря на снижение, превышает таковые показатели в развитых экономических странах мира [1]. Качество питьевой воды, ее химическое и биологическое загрязнение вызывает обеспокоенность в отношении здоровья человека [2]. При этом задача сохранения здоровья нации на фоне создания условий для активной хозяйственной деятельности субъектов хозяйствования требует новых подходов в организации деятельности санитарно-эпидемиологического надзора, реализуемых в настоящее время в апробируемой риск-ориентированной модели надзора в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, включая и вопросы обеспечения населения водой надлежащего качества [1, 3].

Состояние питьевого водоснабжения остается одной из актуальных проблем и на территории Красноярского края.

Материалы и методы. Проведена гигиеническая оценка качества воды водоисточников, используемых населением Красноярского края для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, и питьевой воды на основе статистических данных и данных наблюдений территориальных органов Роспотребнадзора, Росстата с использованием методов оценки рисков, создаваемых химическим загрязнением согласно руководству Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [1].

Для анализа динамики впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края использованы формы статистического наблюдения «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» Министерства здравоохранения Красноярского края за период 2010–2014 гг. Для анализа и статистической обработки информации использовалась программа «MS Excel» [2].

Результаты и их обсуждение. Основными источниками водоснабжения населения Красноярского края являются напорные и безнапорные подземные водные объекты, за счет которых обеспечивается питьевой водой 66,8 % жителей края,

в том числе треть из них – за счет инфильтрационных водозаборов. Из открытых водоисточников обеспечивается питьевой водой 17,7 % жителей края. К числу крупных водных объектов, используемых населением края в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, относятся реки Енисей, Ангара, Кан, Чулым.

Вода поверхностных и подземных водоисточников, используемых населением Красноярского края для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, по данным исследований 2011–2015 гг. характеризуется несоответствием гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в 20,8…32,1 % проб, и в 2,8…7,7 % проб воды – по микробиологическим показателям безопасности. Регистрируемое в 2015 г., по сравнению с 2014 г., улучшение качества воды поверхностных и подземных водоисточников связано с выраженным снижением доли проб воды, несоответствующих гигиеническим нормативам, по микробиологическим показателям – с 4,8 до 3,2 % и в меньшей степени по санитарно-химическим показателям – с 20,9 до 20,8 %.

В 2015 г., по сравнению с 2014 г., в Красноярском крае улучшилось санитарное состояние поверхностных источников питьевого водоснабжения – доля поверхностных источников, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, снизилась с 43,9 до 37,8 % соответственно, но ухудшилось санитарное состояние подземных источников – доля не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам подземных источников увеличилась с 47,8 до 49,2 %.

В значительном числе территорий Красноярского края отмечается несоответствие воды источников централизованного водоснабжения гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям. Высокая доля проб воды, не отвечающих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, превышающим средний показатель по Красноярскому краю 2015 г. (20,8 %), регистрировалась в 22 городских округах и муниципальных районах Красноярского края: городах – Лесосибирск, Назарово, Енисейск; районах – Абанский, Богучанский, Большемуртинский, Большеулуйский, Енисейский, Ирбейский, Канский, Краснотуранский, Курагинский, Назаровский, Пировский, Рыбинский, Сухобузимский, Тасеевский, Ужурский, Уярский, Шарыповский, Тюхтетский, Ермаковский.

Качество воды поверхностных и подземных водоисточников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, выраженное долей проб воды, не отвечающих гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям, характеризовалось превышением среднего показателя по Красноярскому краю в 2015 г. (3,2 %) в 13 городских округах и муниципальных районах. В их числе города – Красноярск, Лесосибирск, Ачинск; районы – Березовский, Богучанский, Большемуртинский, Емельяновский, Енисейский, Ермаковский, Мотыгинский, Пировский, Ужурский, Эвенкийский.

При этом в отдельных территориях Красноярского края отмечается стабильное превышение среднекраевых показателей биологического загрязнения воды водоисточников на протяжении 2011–2015 гг. в г. Лесосибирске (2, 3-е и 4-е ранговые места), Богучанском районе (1, 2, 7, 10-е ранговые места), Ужурском районе (4, 5, 9, 11-й ранг), Енисейском районе (на протяжении 4 лет 2, 5, 6-й ранг), Балахтинском районе (на протяжении 3 лет 3, 5, 8-й ранг), Назаровском районе (на протяжении 3 лет 2, 7, 9-й ранг).

Санитарно-техническое состояние надземных объектов водоснабжения населения остается неудовлетворительным – на 105 водопроводах отсутствует необхо-

димый комплекс водоочистки, на 89 водопроводах нет обеззараживающих установок, необходимых по эпидемиологическим показаниям.

В Красноярском крае в 2015 г., по сравнению с 2014 г., отмечается увеличение числа объектов питьевого водоснабжения, не отвечающих санитарным требованиям. Доля таких водопроводов увеличилась с 28,3 до 32,3 %, в том числе из-за отсутствия оборудованных систем обеззараживания (с 6,8 до 7,2 %) и комплексов водоподготовки (с 6,1 до 8,6 %). Следует отметить, доля объектов водоснабжения, не отвечающих санитарным требованиям, не оборудованных комплексом водоподготовки и системами обеззараживания, в крае значительно ниже показателей по Российской Федерации (39,4 и 13,2 % соответственно).

И если доля водопроводов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, из поверхностных источников значительно сократилась – с 50,0 % в 2014 г. до 38,7 % в 2015 г., то из подземных источников, наоборот, увеличилась – с 27,7 до 32,2 % соответственно.

В течение 2011–2015 гг. более 50,0 % питьевых водопроводов не соответствовали санитарным нормам и правилам в городах и районах Красноярского края, относящихся к западной группе районов – г. Ачинск, Бирилюсский, Боготольский, Большеулуйский, Тюхтетский районы; северной группе районов – г. Лесосибирск, Енисейский, Идринский, Казачинский, Пировский и Мотыгинский районы; районах Крайнего Севера – Эвенкийский и Таймырский (Долгано-Ненецкий) районы; в Тасеевском районе из восточной группы районов и Краснотуранском из южной группы районов.

В результате качество питьевой воды в распределительной сети централизованного водоснабжения на территории Красноярского края, при сравнении с аналогичными российскими показателями (2013–2014 гг.), оценивается более высоким удельным весом нестандартных проб по санитарно-химическим показателям безопасности (21,9…22,2 % против 15,5…16,4 % в РФ), на фоне меньшего удельного веса нестандартных проб по микробиологическим показателям (2,9…3,8 против 3,7…4,2 % в РФ).

Проводимая в Красноярском крае работа служб и ведомств за период 2011–2015 гг. позволила улучшить показатели качества питьевой воды в распределительной сети как по санитарно-химическим, так и микробиологическим показателям безопасности: с 22,4 % в 2011 г. до 13,5 % в 2015 г.; и с 6,2 % в 2011 г. до 2,7 % в 2015 г. соответственно.

В отдельных территориях Красноярского края отмечаются высокие показатели химического и микробного загрязнения питьевой воды. Высокий удельный вес проб воды, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям и превышающим средний краевой показатель 2015 г. (13,5 %), регистрировался в воде из разводящей сети водопроводов следующих территорий: районы – Дзержинский (46,9 %), Уярский (39,8 %), Рыбинский (26,7 %), Тасеевский (29,5 %), Каратузский (23,0 %), Березовский (21,4 %), Минусинский (21,2 %), Ужурский (21,4 %), Мотыгинский (20,0 %); г. Лесосибирск (20,8 %).

Неблагополучными территориями по микробиологическим показателям качества питьевой воды из распределительной сети, превышающим краевой показатель 2015 г. (2,7 %) в 1,5…5,0 раза, являются: г. Лесосибирск, Балахтинский, Березовский, Бирилюсский, Большемуртинский, Большеулуйский, Енисейский, Ермаковский, Каратузский, Краснотуранский, Новоселовский, Партизанский, Пировский, Рыбинский, Саянский, Сухобузимский, Тасеевский, Уярский, Шушенский районы.

В 20 территориях Красноярского края питьевая вода в отдельные годы (период 2011–2015 гг.) характеризуется показателями жесткости ≥10 мг-экв/л, при этом доля проб питьевой воды с жесткостью ≥ 10 мг-экв/л колеблется в Красноярском крае в пределах 2,5…4,7 %, а численность населения, потребляющего питьевую воду с жесткостью ≥ 10 мг-экв/л, составляет 0,3…0,7 % от общей численности населения края.

В 2015 г., по сравнению с 2014 г., доля населения, обеспеченного водой надлежащего качества, увеличилась с 89,0 до 90,05 %, в том числе для городского населения – с 98,9 до 99,8 %, но снизилась для сельского населения с 59,4 до 41,5 %.

В ряде территорий Красноярского края значительная часть населения испытывает недостаток в воде питьевого качества. Так, в Дзержинском районе водой надлежащего качества обеспечено только 15,6 % населения, в Тасеевском районе – 12,4 %, в Тюхтетском районе – 22,0 %, в Козульском районе – 29,4 %, в Абанском районе – 33,5 %, в Боготольском районе – 36,4 %, в Ирбейском районе – 36,9 %, в Назаровском районе – 39,1 %.

Потребление населением питьевой воды, не соответствующей гигиеническим нормативам по содержанию отдельных химических соединений, в том числе соединений, обеспечивающих повышенную жесткость (соли кальция и магния), наряду с воздействием других факторов среды увеличивает риск развития заболеваний различных органов и систем – болезней мочеполовой и эндокринной систем, органов пищеварения.

Болезни мочеполовой системы в структуре классов фактически регистрируемой впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края занимают третье ранговое место, после класса болезней органов дыхания и травм.

В 2014 г. в 17 территориях уровень заболеваемости населения болезнями мочеполовой системы достоверно превышает средний показатель по Красноярскому краю в 1,1…2,3 раза: г. Ачинск, Дивногорск, Красноярск, Лесосибирск, Минусинск, Назарово, Норильск, Шарыпово, Ачинский, Бирилюсский, Дзержинский, Идринский, Казачинский, Краснотуранский, Тасеевский, Шушенский, Эвенкийский районы.

Мочекаменная болезнь, входящая в класс болезней мочеполовой системы, составляет 4,0 % от всех случаев заболеваний по данному классу, в том числе у детей – 0,3 %, у подростков – 0,6 %, у взрослых – 4,5 %. Основная доля впервые выявленных случаев мочекаменной болезни приходится на взрослое население – 98,6 %.

В 2014 г. уровень заболеваемости мочекаменной болезнью детского населения (на 1000 детского населения) статистически достоверно превышал средний показатель по Красноярскому краю – в 1,1…8,1 раза в городах Ачинске, Красноярске, Назарово, Норильске, определяя их как территории «риска».

К территориям «риска» по уровню заболеваемости мочекаменной болезнью взрослого населения относятся 19 территорий с превышением среднего показателя по краю в 1,4…3,6 раза (г. Лесосибирск, Сосновоборск, Дивногорск, Норильск, Минусинск, Назарово Шарыпово, Новоселовский, Большеулуйский, Дзержинский, Северо-Енисейский, Казачинский, Ужурский, Краснотуранский, Боготольский, Сухобузимский, Эвенкийский, Туруханский, Таймырский районы). Заболеваемость мочекаменной болезнью подростков во всех территориях не превышала средний показатель по Красноярскому краю.

В 2014 г., в сравнении с 2013 г., отмечается статистически достоверный рост показателя впервые выявленной заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов – с 3,8 до 3,9 ‰ (3,8 %), эндокринной системы – с 11,1 до 11,7 ‰ (4,6 %), органов пищеварения – с 35,3 до 38,7 ‰ (на 9,6 %).

Потребление населением Красноярского края недоброкачественной питьевой воды обеспечивает и различные уровни канцерогенного и неканцерогенного риска. Расчет риска проведен по данным регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга 2015 г., включающего результаты исследований питьевой воды учреждений Роспотребнадзора по Красноярскому краю и хозяйствующих субъектов, эксплуатирующих водопроводные сооружения.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск здоровью населения городов и районов Красноярского края, обусловленный пероральным поступлением с питьевой водой химических веществ канцерогенной природы, в 22 территориях не превышает 1,0E-6 и оценивается как пренебрежимо малый, что не требует дополнительных мероприятий по снижению. В 23 территориях Красноярского края (города Ачинск, Дивногорск, Канск, Красноярск, Назарово, Норильск, Сосновоборск, Шарыпово; районы – Северо-Енисейский, Мотыгинский, Нижнеингашский, Емельяновский, Дзержинский, Иланский, Ирбейский, Березовский, Боготольский, Сухобузимский, Таймырский, Туруханский, Ужурский, Шарыповский, Эвенкийский) индивидуальный канцерогенный риск в течение всей жизни колеблется от 1,0E-6 до 1,0E-5 и соответствует границам приемлемого риска, верхней границей которого для питьевой воды по рекомендации ВОЗ является уровень 1,0E-5, который требует проведения постоянного контроля.

В 9 территориях (города Бородино, Лесосибирск, Енисейский, Казачинский, Партизанский, Пировский, Рыбинский, Саянский, Уярский районы) установленный уровень суммарного индивидуального канцерогенного риска в пределах 1,0E-5…2,0E-4 является приемлемым для профессиональных групп и неприемлемым для населения в целом. Во всех вышеназванных территориях основной вклад в уровень риска на 80,8…98,4 % обусловлен содержанием в питьевой воде мышьяка, регистрируемого во всех территориях в концентрациях, не превышающих предельно допустимую концентрацию (до 0,8 ПДК). В указанных 9 территориях суммарный популяционный канцерогенный риск среди населения, употребляющего питьевую воду, составил от 1 до 11 случаев рака в течение 70 лет предстоящей жизни, т.е. менее 1 случая ежегодно.

Оценка потенциального риска здоровью населения 54 городских округов и муниципальных районов Красноярского края от химического загрязнения питьевой воды свидетельствует о том, что коэффициент неканцерогенной опасности для отдельно взятого химического вещества не превышает допустимого значения (HQ = 1,0) во всех территориях края, исключение составляет коэффициент опасности, связанный с воздействием нитратов в Краснотуранском районе (1,2) и фтора в Сухобузимском районе (1,04).

Существует повышенная опасность развития заболеваний крови, сердечно-сосудистой системы среди жителей Краснотуранского района (HI = 1,2 и HI = 1,17 соответственно); костной ткани и зубов у жителей Сухобузимского района (HI = 1,04). Высокие коэффициенты опасности обусловлены содержанием нитратов в воде в концентрациях, превышающих ПДК, в 33,3 % проб воды в Краснотуранском районе и фтора в 70,8 % проб воды – в Сухобузимском районе.

Таким образом, наибольшую опасность для здоровья населения территорий Красноярского края из перечня исследуемых в питьевой воде химических веществ, согласно данным регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга, представляют: в развитии канцерогенных эффектов – мышьяк; в развитии неканцерогенных (общетоксических) эффектов – нитраты и фтор.

Анализируя результаты исследований качества воды водоисточников, санитарного состояния водопроводов, качества питьевой воды централизованного водоснабжения, характеризующихся выраженным несоответствием санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, высокими рисками здоровью населения, можно говорить о значительном числе территорий Красноярского края – территорий риска, в которых соответствующими субъектами (объектами) хозяйствования нарушаются требования законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, ухудшаются при этом параметры среды обитания человека (качество потребляемой питьевой воды) и связанная с этим вероятность нарушения здоровья населения.

Такие «территории риска» и субъекты (объекты) хозяйствования, классифицируемые категориями высокого и значительного риска, являются приоритетными в системе риск-ориентированного надзора.

Выводы. Обеспечение населения городских округов и муниципальных районов Красноярского края доброкачественной питьевой водой требует проведения комплекса различных мер с разработкой и реализацией программ по улучшению водоснабжения населенных мест.

Многолетние наблюдения за качеством воды водоисточников и питьевой воды централизованного водоснабжения, полученные в рамках государственного санитарно-эпидемиологического надзора, в т.ч. от субъектов хозяйствования, осуществляющих деятельность на территории Красноярского края, рассчитанные количественные и качественные характеристики риска здоровью населения, связанного с употреблением воды, служат значимой информацией в условиях внедрения риск-ориентированной модели надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и в зависимости от степени опасности деятельности хозяйствующих субъектов для здоровья населения являются дополнительным критерием для выбора приоритетных объектов при планировании.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под общ. ред. профессора А.Ю. Поповой, академика РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2014. – Т. 1. – С. 42–48.

2. Клейн С.В., Вековишникова С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – № 1 (95). – С. 10–14.

3. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Кирьянов Д.А. О развитии системы риск-ориентированного надзора в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4 (12). – С. 4–12.

Организация и проведение федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и федерального государственного надзора в области защиты прав потребителей с учетом законодательных ограничений и риск-ориентированного подхода к контрольно-надзорной деятельности

Н.Х. Давлетнуров, Т.А. Буткарева, Л.М. Баранова, Е.Г. Степанов, А.С. Жеребцов

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

В 2015 г. в рамках Федерального закона № 294-ФЗ от 26 декабря 2008 г. «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» Управлением Роспотребнадзора по Республике Башкортостан (далее – Управление) проведена 6491 проверка (2014 г. – 6221, количество проведенных проверок увеличилось на 4,3 %) [5].

Доля плановых проверок от числа проведенных в 2015 г. составила 38,8 % (2517), внеплановых – 61,2 % (3974), в 2014 г. соответственно 40,4 и 59,6 %.

Рост числа проверок обусловлен внеплановыми проверками, которые в основном проводятся по основаниям, связанным с несоблюдением юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями обязательных требований при осуществлении деятельности.

В 2015 г. в отношении субъектов малого и среднего бизнеса проведено 3847 проверок, что составило 59,3 % от общего количества проведенных проверок (2014 г. – 3580 проверок, или 57,5 %), в том числе 1409 плановых проверок (56,0 % от общего количества плановых проверок). 63,4 % от общего количества проверок, проведенных в отношении субъектов малого и среднего бизнеса, составили внеплановые выездные проверки, проведенные по поступившим обращениям и заявлениям граждан, информации от органов государственной власти, органов местного самоуправления, из средств массовой информации о фактах возникновения угрозы и причинения вреда жизни, здоровью граждан, а также угрозы чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, нарушения прав потребителей.

Доля юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, у которых выявлены правонарушения, остается высокой и составляет 77,6 % (2014 г. – 83,2 %).

Доля проверок, проведенных в отношении субъектов малого и среднего бизнеса, по итогам которых выявлены нарушения обязательных требований, увеличилась и составила в 2015 г. 82,6 % (2014 г. – 77,5 %).

В целом результаты федерального государственного надзора в сферах санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей за 2015 г. не характеризуются улучшением состояния исполнения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований в соответствующих сферах деятельности.

Статьей 26.1 Федерального закона № 294-ФЗ от 26 декабря 2008 г. установлен законодательный запрет на проведение с 1 января 2016 г. по 31 декабря 2018 г. плановых проверок в отношении юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, отнесенных в соответствии с положениями статьи 4 Федерального закона № 209-ФЗ от 24 июля 2007 г. «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» к субъектам малого предпринимательства, за исключением юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, осуществляющих виды деятельности, перечень которых устанавливается постановлением Правительства РФ № 944 от 23 ноября 2009 г. «Об утверждении перечня видов деятельности в сфере здравоохранения, сфере образования и социальной сфере, осуществляемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, в отношении которых плановые проверки проводятся с установленной периодичностью» [4, 8].

Запреты также не применяются при осуществлении 8 видов надзора: федерального государственного надзора в области промышленной безопасности и федерального государственного пожарного надзора в отношении юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, эксплуатирующих опасные производственные объекты I или II класса опасности; государственного экологического надзора в отношении юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, эксплуатирующих объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, I или II категории; федерального государственного надзора в области обеспечения радиационной безопасности; федерального государственного контроля за обеспечением защиты государственной тайны; лицензионного контроля в отношении управляющих организаций, осуществляющих деятельность по управлению многоквартирными домами; внешнего контроля качества работы аудиторских организаций, определенных Федеральным законом № 307-ФЗ от 30 декабря 2008 г. «Об аудиторской деятельности»; федерального государственного надзора в области использования атомной энергии [7].

Запреты не применяются также в случае, если в отношении субъектов малого предпринимательства ранее были вынесены вступившие в законную силу постановления о назначении административного наказания: за совершение грубого нарушения, определенного в соответствии с Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях; в виде дисквалификации; в виде административного приостановления деятельности; принято решение о приостановлении и (или) аннулировании лицензии, при этом с даты окончания проведения проверки, по результатам которой вынесено такое постановление либо принято такое решение, прошло менее трех лет.

По итогам надзора за 2015 г. по административным делам, возбужденным должностными лицами Управления, судьями назначено 337 административных наказаний в виде АПД.

При разработке плана проведения плановых проверок деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей Управления на 2016 г. учтены положения статьи 26.1 Федерального закона № 294-ФЗ от 26 декабря 2008 г.,

внедрен и применен риск-ориентированный подход к контрольно-надзорной деятельности.

В соответствии со статьей 8.1 Федерального закона № 294-ФЗ от 26 декабря 2008 г. и в целях оптимального использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов, задействованных при осуществлении государственного контроля (надзора), снижения издержек юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и повышения результативности деятельности Управлением применен риск-ориентированный подход.

Риск-ориентированный подход представляет собой метод организации и осуществления государственного контроля (надзора), при котором в предусмотренных Федеральным законом случаях выбор интенсивности (формы, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по контролю определяется отнесением деятельности юридического лица, индивидуального предпринимателя и (или) используемых ими при осуществлении такой деятельности производственных объектов к определенной категории риска либо определенному классу (категории) опасности.

Отнесение к определенному классу (категории) опасности осуществляется органом государственного контроля (надзора) с учетом тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований, а к определенной категории риска – также с учетом оценки вероятности несоблюдения соответствующих обязательных требований.

Проведено полное обоснование по каждой проверке, включенной в план на 2016 г., и анализ проекта плана.

Предусматривается проведение 72 плановых проверок органов местного самоуправления и 1503 юридических лиц, индивидуальных предпринимателей. Общее количество проверок – 1575, что меньше плана на 2015 г. на 929 проверок, или 37 % (2015 г. – 2504 проверки).

В структуре плана на 2016 г. (1575 проверок) субъекты предпринимательства составили 23,7 % (374 проверки), в том числе субъекты малого бизнеса – 4,3 % (67 проверок) и микропредприятия – 3,2 % (51 проверка).

На 2016 г. запланировано проведение 307 плановых проверок в отношении субъектов малого и среднего бизнеса, что составляет 19,5 % от общего количества запланированных на 2016 г. плановых проверок.

Количество плановых проверок в отношении малого и среднего бизнеса на 2016 г. (307) по отношению к 2015 г. сократилось в 4,6 раза, а к уровню 2014 г. – в 5,3 раза, и в структуре плана на 2016 г. составляет только 7,5 %.

Основаниями для включения субъектов малого бизнеса в план проверок на 2016 г. являлись виды деятельности, проверки которых не запрещены (постановление Правительства Российской Федерации № 944 от 23 ноября 2009 г.) – 97, а также субъекты, в отношении которых назначались административные наказания в виде административного приостановления деятельности (21 проверка).

Применение методики риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорной деятельности с расчетом значений показателей, используемых для оценки тяжести негативных последствий и оценки потенциального риска причинения вреда здоровью населения, позволило выделить объекты чрезвычайно высокого и высокого классов потенциальной опасности [2].

По видам экономической деятельности субъекты, проверки которых будут проведены в 2016 г., распределены: деятельность дошкольных и подростковых об-

разовательных учреждений – 64,0 % (1008 проверок); деятельность в области здравоохранения и предоставления социальных услуг – 10,9 % (171 проверка); деятельность промышленных предприятий – 9,8 % (154 проверки); деятельность в области предоставления коммунальных услуг – 8,0 % (127 проверок); деятельность в области производства пищевых продуктов, общественного питания и торговли пищевыми продуктами – 4,4 % (70 проверок); деятельность в области предоставления персональных услуг – 1,4 % (22 проверки); прочие – 1,5 % (23 проверки).

По видам экономической деятельности субъекты малого бизнеса и микропредприятия, проверки которых будут проведены в 2016 г., распределены: деятельность в области здравоохранения и предоставления социальных услуг – 65,3 % (77 проверок); деятельность в области производства пищевых продуктов, общественного питания и торговли пищевыми продуктами – 16,9 % (20 проверок); деятельность дошкольных и подростковых образовательных учреждений – 11,0 % (13 проверок); деятельность в области предоставления коммунальных услуг – 5,1 % (6 проверок); деятельность в области предоставления персональных услуг – 1,7 % (2 проверки).

По классам опасности запланированные на плановые проверки в 2016 г. субъекты распределены: I класс – 2,9 % (45); II класс – 16,2 % (256); III класс – 40,7 % (641); IV класс – 33,8 % (532); V класс – 4,4 % (70); VI класс – 2,0 % (31).

Как видно, преобладающее большинство субъектов, подлежащих плановым проверкам в 2016 г., относятся к III, IV и II классам опасности.

По классам опасности запланированные на плановые проверки в 2016 г. субъекты малого бизнеса и микропредприятия распределены (таблица).

Риски	Класс	Доля проверок, % (абс.)
Чрезвычайно высокий	I	0 % (0)
Высокий	II	10,2 (12)
Значительный	III	71,2 (84)
Средний	IV	18,6 (22)
Умеренный	V	0 (0)
Низкий	VI	0 (0)

Субъекты малого бизнеса, относящиеся к низкому и умеренному риску опасности, в план проверок на 2016 г. не взяты.

На основании математических моделей зависимостей между показателями деятельности Управления и расчета экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с фактором среды обитания, выполнена оценка результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности за 2014 г. [1, 3].

За счет контрольно-надзорной деятельности Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан в 2014 г. [6]:

– предотвращено 708 случаев смерти;

– предотвращенный экономический ущерб, связанный со снижением смертности населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания, из расчета на валовый региональный продукт (ВРП) составил 45,82 млн руб. (РФ – 77,86 млн руб.);

– число предотвращенных случаев заболеваний составило – 155 954 случая;

– предотвращенный экономический ущерб, связанный со снижением заболеваемости населения, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания составил 1669,49 млн руб. (РФ – 2265,62 млн руб.);

Предотвращенные экономические потери от смертности и заболеваемости населения, ассоциированные с негативным воздействием факторов среды обитания, и её эффективность составили: исходя из ВРП – 1715,31 млн руб. (РФ – 2330,55 млн руб.), в том числе потери от смерти 45,82 млн руб. (РФ – 64,93 млн руб.), потери от заболеваний 1669,49 млн руб. (РФ – 2265,62 млн руб.).

При затратах при выполнении контрольно-надзорных мероприятий в 2014 г. – 203 332 тыс. руб. Экономическая эффективность предотвращенных потерь ВРП Республики Башкортостан в 2014 г. составила 21,13 руб. на 1 руб. затрат (РФ – 28,71 руб. на 1 руб. затрат).

Таким образом, контрольно-надзорная деятельность Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан в 2014 г. осуществлялась эффективно и результативно.

Список литературы

1. Актуальные проблемы гигиенической безопасности населения на современном этапе социально-экономического развития страны / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Актуальные проблемы гигиенической безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: матер. VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2015. – С. 6–12.

2. 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: метод. рекомендации / утв. руководителем Роспотребнадзора А.Ю. Поповой 23.10.2014 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/1200129398 (дата обращения: 20.02.2016).

3. МР 5.1.1-14. Классификация видов деятельности и хозяйствующих субъектов по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: метод. рекомендации / утв. приказом руководителя Роспотребнадзора А.Ю. Поповой от 26.12.2014 г. № 1302. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014. – 71 с.

4. Об утверждении перечня видов деятельности в сфере здравоохранения, сфере образования и социальной сфере, осуществляемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, в отношении которых плановые проверки проводятся с установленной периодичностью: Постановление Правительства Российской Федерации № 944 от 23 ноября 2009 г. (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/90218665 (дата обращения: 18.02.2016).

5. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля: Федеральный закон № 294-ФЗ от 26 декабря 2008 г. (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/902135756 (дата обращения: 20.02.2016).

6. Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности региональных органов и организаций Роспотребнадзора на основе расчета предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания (на базе общефедеральных закономерностей) (Республика Башкортостан, 2014 г.): информационно-методическое письмо / Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур [и др.]; ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора. – Пермь, 2015. – 25 с.

7. О предельных значениях выручки от реализации товаров (работ, услуг) для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства: Постановление Правительства Российской Федерации № 702 от 13 июля 2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/420288476 (дата обращения: 18.02.2016).

8. О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» к субъектам малого предпринимательства: Федеральный закон № 209-ФЗ от 24 июля 2007 г. (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/902053196 (дата обращения: 18.02.2016).

Диагностика вторичных иммунодефицитов у детей в условиях стронциевой геохимической провинции

Д.Г. Дианова[1], О.В. Долгих[1,2], И.Н. Аликина[1], К.Г. Старкова[1], Е.А. Отавина[1], А.В. Кривцов[1], А.А. Мазунина[2], Н.В. Безрученко[1,2], М.А. Гусельников[2]

[1] ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

Вторичные, или приобретенные, иммунодефициты определяют как нарушение иммунной защиты организма, развивающееся в постнатальном периоде вследствие действия внешних или внутренних факторов, непосредственно не связанных с генетическим аппаратом. Значительная распространенность вторичных иммунодефицитов в детском и подростковом периоде обусловливается в первую очередь загрязнением окружающей среды химическими соединениями [1, 3]. Основой многих проявлений вторичных иммунодефицитов является нарушение гибели клеток иммунной системы [2]. Своевременная диагностика вторичных иммунодефицитных состояний позволяет избежать необратимого повреждения внутренних органов в ходе рецидивирующих инфекций, аллергических и аутоиммунных заболеваний [5]. Очевидно, индуцирующее влияние неблагоприятных

техногенных химических факторов на детский организм диктует необходимость углубленного изучения состояния иммунологического здоровья для данной категории населения.

Цель работы – оценка иммунного статуса у детей, проживающих на территории стронциевой геохимической провинции.

Материалы и методы. Всего, включая группу контроля, обследовано 140 детей. Группа наблюдения – 80 детей, проживающих в эндемичной зоне, характеризующейся повышенным содержанием стронция в подземных водах. Группа контроля – 60 детей, проживающих на территории, характеризующейся допустимым уровнем качества воды по содержанию стронция. Группа наблюдения и контрольная группа были сопоставимы по этническому, гендерному и возрастному составу, соматической заболеваемости и социальному статусу. Выборка обследуемых была достаточна для достоверного определения межгрупповых отличий. Исследование биосред (кровь) на содержание металлов (стронций) выполнено на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы «Perkin Elmer 3110» (США) в соответствии МУК МЗ РФ № 763-99-4.1.779-99.

Идентификацию мембранных и внутриклеточных маркеров апоптоза, детекцию апоптоза проводили на проточном цитометре FACSCalibur фирмы «Becton Dickinson» («BD», USA). Определение $CD95^+$ (FAS) проводили методом мембранной иммунофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител (МКАТ) к мембранным CD-рецепторам («BD», USA). 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 «Becman Coulter» («BC», USA). Определение уровня экспрессии белка bcl-2 и bax проводили с использованием соответствующих МКАТ («BC», USA) и одновременным проведением процедуры отрицательного изотипического контроля. Для определения уровня экспрессии TNFRI использовали цитофлюориметрический метод, основанный на взаимодействии соответствующих МКАТ с мембранным рецептором к TNFα на лимфоцитах («BC», USA). Уровень апоптоза лимфоцитов определяли с помощью окрашивания аннексином V-FITC (Annexin V-FITC) и пропидиум йодидом (PI (Propidium Iodide)) («BD», USA).

Обработка данных проводилась в пакете статистического анализа «Statistica 6.0» и специально разработанных программных продуктах, сопряженных с приложениями «MS-Office». При соответствии данных нормальному распределению использовали *t*-критерий Стьюдента. Результаты исследования представлены в виде среднего значения (*M*) и ошибки средней (*m*) изученных показателей. Причинно-следственные связи между воздействием химического вещества и ответной реакцией организма описывали при помощи модели логистической регрессии. Во всех процедурах статистического анализа рассчитывался достигнутый уровень значимости (*p*), при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. Обнаружено, что у детей группы наблюдения в биологических средах статистически значимо ($p = 0{,}001$) повышено содержание стронция 0,151 ± 0,022 мг/дм^3 по сравнению с референтным уровнем 0,01–0,077 мг/дм^3 и статистически значимо ($p = 0{,}001$) повышено относительно значений, полученных у детей группы контроля – 0,035 ± 0,0048 мг/дм^3.

Цитофлюориметрический анализ биомаркеров апоптоза показал, что у детей группы наблюдения статистически значимо (p = 0,001–0,040) снижено количество TNFRI 0,41 ± 0,18 % и $CD95^+$ 11,27 ± 1,9 % на Т-лимфоцитах по сравнению с результатами, полученными у детей группы контроля, – 0,87 ± 0,28 и 16,71 ± 3,49 % соответственно. Установлено, что у детей группы наблюдения статистически значимо (p = 0,0001–0,030) снижена экспрессия bcl-2 0,09 ± 0,03 % и p53 0,65 ± 0,16 % относительно контрольных значений – 0,72 ± 0,42 и 1,41 ± 0,75 % соответственно. Оценка иммунного статуса продемонстрировала, что у детей группы наблюдения уровень экспрессии bax (8,82 ± 5,33 %) идентифицируется в диапазоне контрольных величин (9,94 ± 5,98 %) (таблица).

Цитофлюориметрический анализ биомаркеров апоптоза детей, экспонированных стронцием

Показатель	Физиологическая норма	Контрольная группа (n = 53)	Группа наблюдения (n = 76)
$CD95^+$, %	15–25	16,71 ± 4,29	$12,27 \pm 2,16^{p = 0,040}$
$CD95^+$, 10^9/дм^3	0,4–0,7	0,56 ± 0,20	$0,31 \pm 0,04^{p = 0,010;\ p1 = 0,030}$
TNFRI, %	1–1,5	0,87 ± 0,28	$0,31 \pm 0,13^{p = 0,001;\ p1 = 0,001}$
bcl-2, %	1–1,5	0,72 ± 0,42	$0,09 \pm 0,03^{p = 0,0001;\ p1 = 0,001}$
bax, %	5–9	9,94 ± 5,98	$8,82 \pm 5,33^{p = 0,750}$
p53, %	1,2–1,8	1,41 ± 0,75	$0,65 \pm 0,16^{p = 0,030;\ p1 = 0,020}$
TNF-α, пг/см^3	0–6	2,04 ± 1,20	1,83 ± 0,11
VEGF, пг/см^3	10–700	335,23 ± 26,02	$215,29 \pm 20,85^{p = 0,002}$
AnnV-FITC$^+$PI$^-$, %	1,5–2,5	2,07 ± 0,21	$1,44 \pm 0,21^{p = 0,040}$
AnnV-FITC$^+$PI$^+$, %	7–11	6,96 ± 0,37	$10,04 \pm 1,10^{p = 0,010}$

Анализ показателей иммунограммы выявил, что у детей, проживающих в условиях стронциевой геохимической провинции, статистически значимо (p = 0,040) снижено процентное содержание Annexin V-FITC$^+$PI$^-$-клеток – 1,50 ± 0,26 % – и статистически значимо (p = 0,010) повышено количество Annexin V-FITC$^+$PI$^+$-клеток – 9,45 ± 1,09 % – по отношению к значениям, зафиксированным у детей группы контроля, 2,07 ± 0,21 и 6,96 ± 0,37 % соответственно. В условиях, когда снижается p53-регулируемый апоптоз, рецептор-зависимый сигнальный путь апоптоза с участием TNFRI и FAS, другим возможным направлением развития апоптоза является митохондриальный сигнальный путь, о чем свидетельствует экспрессия основного проапоптозного белка bax. Экспрессия bax приводит к связыванию с белком bcl-2, соответственно существует высокая вероятность активации митохондриального пути индукции апоптоза [4]. По результатам математического моделирования установлена ассоциация изменений количества Annexin FITC$^+$PI$^+$-клеток с содержанием стронция (R^2 = 0,68; F = 277,35; p = 0,001), а $CD95^+$, TNFRI, p53, bax, Annexin V-FITC$^+$PI$^-$ негативно связаны с содержанием в крови металла (R^2 = 0,49–0,68; F^2 = 213,3–616,62; p = 0,001).

Выводы. У детей, проживающих в условиях воздействия стронция, установлены изменения в иммунной системе, характеризующиеся снижением готовности лимфоцитов к реализации иммунного ответа и процедурой угнетения передачи апоптотического сигналинга, маркерами которого выступают: мембранные рецепторы FAS, TNFRI; внутриклеточные транскрипционные факторы – p53, bcl-2. Ус-

тановлено, что при содержании в крови стронция в диапазоне 0,0560–0,3710 мг/дм^3 отмечается ингибирование апоптоза, при этом повышается гибель клетки по пути некроза, что является дополнительным механизмом в регуляции иммунного ответа в условиях повышенной антигенной (гаптенной) нагрузки.

Список литературы

1. Долгих О.В., Зайцева Н.В., Дианова Д.Г. Регуляция стронцием апоптотического сигнала в иммуноцитах // Биологические мембраны. – 2016. – Т. 33, № 1. – С. 1–5.

2. Зайцева Н.В., Дианова Д.Г. Метод проточной цитометрии в диагностике нарушений показателей иммунной системы у детей, проживающих в условиях техногенной нагрузки // Российский иммунологический журнал. – 2014. – Т. 8 (17), № 2 (1). – С. 60–61.

3. Особенности клеточного звена иммунной системы у детей в условиях экспозиции формальдегидом и фенолом / О.В. Долгих, Н.В. Зайцева, Д.Г. Дианова, Р.А. Харахорина // Российский иммунологический журнал. – 2013. – Т. 7 (16), № 2–3. – С. 196–198.

4. Экспрессия белков семейства bcl-2 и белка p53 в фибробластах кожи при длительном течении стафилококковой инфекции / И.П. Жураковский, С.А. Архипов, М.Г. Пустоветова, И.О. Маринкин // Медицинское образование в Сибири. – 2013. – № 2. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.ngmu.ru/cozo/mos/eng/article/text_full.php? id = 960 (дата обращения: 20.12.2015).

5. Laboratory Clues to Immunodeficiency; Missed Chances for Early Diagnosis? / P.D. Bright, N. Rooney, P.F. Virgo, R.J. Lock, S.L. Johnston, D.J. Unsworth // J. Clin. Pathol. – 2015. – № 68 (1). – P. 1–5.

Оценка аэрогенного риска для здоровья населения при обосновании размеров санитарно-защитных зон нефтеналивных терминалов

А.Т. Досмухаметов, А.У. Кенесары, Ж.Б. Бейсенбинова, А.М. Амрин, У.С. Батырхан

Казахский национальный медицинский университет
имени С.Д. Асфендиярова, г. Алматы, Республика Казахстан

В настоящее время вопросы охраны окружающей среды и здоровья населения приобрели приоритетное значение среди проблем, стоящих перед человечеством на пороге третьего тысячелетия [6]. Загрязнение воздушной среды химическими веществами, являющимися одними из основных объектов среды обитания, оценивается как первостепенный фактор, формирующий высокий уровень риска здоровью популяции [2].

В этом плане значимыми источниками загрязнения атмосферного воздуха являются промышленные предприятия, которые создают риск для здоровья населения, проживающего в районах их размещения.

Безопасные условия проживания населения на территориях, прилегающих к промышленным объектам, традиционно обеспечиваются организацией санитарно-защитных зон (СЗЗ) с особым режимом использования [4]. Функциональное назначение СЗЗ – обеспечение достаточного уровня безопасности населения при эксплуатации объектов в штатном режиме.

Определение границ СЗЗ промышленных объектов проводится в основном с учетом их класса опасности, в соответствии с санитарной классификацией. Владельцы производственных объектов, в частности нефтеналивных терминалов, отнесенные по профилю ко 2-му классу опасности, не соглашаются с нормативными размерами СЗЗ, размеры которых должны быть не менее 500 метров. Ситуационный план местности расположения нефтеналивных терминалов не располагает возможностью отводить такие размеры СЗЗ из-за очень близкого расположения некоторых социальных и жилых объектов к селитебным территориям. Зачастую владельцы предприятий просят изыскать решение в сторону уменьшения размеров СЗЗ, внедряя различные передовые технологии, позволяющие максимально сократить выбросы вредных химических веществ в окружающую среду.

К сожалению, изыскания в сторону уменьшения размеров СЗЗ на практике воспринимаются тяжело, поскольку исторически приветствуется расширение границ СЗЗ (т.е. «защита расстоянием») для обеспечения максимальных безопасных условий проживания за их пределами. Но защита расстоянием от факторов риска, связанных с эксплуатацией промышленных объектов, не относится к числу современных гигиенических технологий [3].

Например, в США и ЕС нормативные требования производителями устанавливаются именно по показателям наилучших доступных технологий (НДТ) и с последующим подсчетом остаточного риска для здоровья населения от введения новых технологий на производстве. Если такой остаточный риск превышает приемлемый уровень, то в течение 8 лет должны быть разработаны альтернативные способы снижения риска (параграф 112 «Закона о чистом воздухе США»). Соблюдение стандартов НДТ обеспечивает соблюдение нормативных уровней качества воздушной среды [1].

Как показывает зарубежный опыт, при внедрении показателей НДТ обязательным является подсчет риска здоровью населения, так как только на его основе можно определить, какой уровень остаточного риска наблюдается после внедрения новых методов регулирования выбросов.

Таким образом, применение данной методологии – единственный способ прогнозной оценки влияния деятельности промышленных предприятий с инновационными технологиями или модернизированными производствами на здоровье населения.

На сегодняшний день проведение оценки риска здоровью населения официально регламентировано отечественным законодательством, например, Санитарными правилами СП № 237. В стране официально утверждено применение методологии оценки риска здоровью населения при обосновании размеров СЗЗ промышленных объектов 1-го и 2-го классов опасности.

В таких случаях следует расширять практику изыскания сокращения размеров СЗЗ предприятий по принципу «защита технологией» с последующим подсчетом остаточного риска здоровью населения от введения новых технологий на производстве, как это принято в отечественных законодательствах и зарубежных странах.

В данной работе представлены результаты сокращения размеров СЗЗ предприятий по принципу «защита технологией» с последующей оценкой аэрогенного риска здоровью населения на примере нефтеналивных терминалов, расположенных на территории Актюбинской области – «Аральский нефтеналивной терминал», и ННТ «Сагиз» Атырауской области Республики Казахстан.

Цель работы – оценка аэрогенного риска здоровью населения при установлении расчетных размеров СЗЗ нефтеналивных терминалов по принципу «защита технологией».

Работа выполнена для установления границ расчетных СЗЗ на уровне приемлемого риска в связи с корректировкой проектно-сметной документации нефтеналивных терминалов.

Материалы и методы. Для оценки аэрогенного риска здоровью населения применено «Руководство по оценке риска …» (Р 2.1.10.1920-04) [5]. Расчеты риска осуществлялись по данным моделирования рассеивания загрязняющих веществ, выполненных проектными организациями (материалы проектно-сметной документации).

Результаты и их обсуждение. Для обеспечения непрерывного производственного процесса работ на нефтеналивных терминалах внедрен ряд технологий, снижающих выбросы в окружающую среду.

Для снижения влияния на воздушную среду районов размещения резервуаров рассматриваемых нефтеналивных терминалов проектом предусмотрена установка дыхательной арматуры на резервуарах хранения и объектах ННТ «Сагиз»: обвязка всех резервуаров и железнодорожной эстакады газоуравнительной системой (далее ГУС). Обвязка резервуаров ГУС позволяет увеличить общий объем буферного пространства, что обеспечивает снижение выбросов на 60 %. Для исключения попадания нефти в почву подземные резервуары заключены в железобетонный саркофаг.

Источниками шума на нефтеналивных терминалах в основном являются дизельные электростанции и насосы для перекачки нефтепродуктов. В результате принятых проектных решений влияние внутренних шумов, создаваемых от указанных оборудований на окружающую среду, сведено к минимуму из-за надежной звукоизоляции. Комплексная дизельная электростанция находится в контейнере с шумопоглощением. Для снижения аэродинамического и механического шумов на насосных стациях предусмотрены следующие мероприятия:

– в системах вентиляции выполнены гибкие вставки;

– приточные установки установлены либо в отдельном помещении, либо в производственных помещениях;

– предусмотрена установка радиальных вентиляторов на виброизоляторах;

– вентоборудование запроектировано с низкими аэродинамическими шумовыми характеристиками;

– скорость воздуха в воздуховодах подобрана с учетом уровня шума ниже допустимых норм.

Указанные оборудования по техническим характеристикам полностью исключают возможные аварии и залповые выбросы, что значительно снижает загрязнение воздушной среды.

Результаты моделирования рассеивания выбросов вредных веществ с учетом внесения всех корректировок в проектно-сметную документацию показывают, что воздействие данных объектов на атмосферный воздух, превышающее 1 ПДК по группе суммации «диоксида серы + сероводорода», не отмечается за пределами 238 м от край-

них источников. Указанные размеры СЗЗ соответствуют размерам границ объектов 4-го класса опасности по классификатору, что требует перевода объектов рассматриваемых нефтеналивных терминалов со 2-го класса опасности в 4-й.

При проведении оценки риска здоровью населения на этапе идентификации опасности из всех проанализированных веществ в окончательный список были включены бензол, диоксид азота и сероводород. Согласно методологии оценки риска, вышеуказанные вещества подлежали детальному анализу по полной схеме оценки риска.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществлялась путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия (коэффициент опасности). Значения коэффициентов опасности приоритетных веществ (диоксида азота, бензола и сероводорода) при остром ингаляционном воздействии превышали нижний порог обнаружения неканцерогенного риска, но не превышали допустимые уровни приемлемого (HQ<1,0) и, следовательно, не представляют реальной опасности для здоровья человека.

Таким образом, аэрогенный риск здоровью населения, проживающего вблизи проектируемых нефтеналивных терминалов (при работе на полную проектную мощность), оценен как приемлемый на изолинии, не выходящей за пределы 1 ПДК.

Выводы. С учетом всех реконструкций размеры расчётных СЗЗ рассматриваемых предприятий приняты в пределах от 100 до 299 метров и, соответственно, им присвоен 4-й класс опасности. Отнесение к такому классу подтверждается результатами инвентаризации выбросов данных объектов, моделированием рассеивания приземных концентраций загрязняющих веществ и оценкой аэрогенного риска здоровью экспонируемого населения.

Список литературы

1. Авалиани С.Л., Мишина А.Л. К вопросу о гармонизации подходов к управлению качеством атмосферного воздуха [Электронный ресурс]. – URL: http: //shaneco.testing.spb.ru/Files/file/harmonization.pdf (дата обращения: 16.02.2016).

2. Киреев А.А. Оценка аэрогенного риска для здоровья населения при обосновании размеров санитарно-защитных зон промышленных объектов: автореф. дис. … канд. мед. наук [Электронный ресурс]. – URL: http: //medical-diss.com/docreader/326741/a#?page=1 (дата обращения: 18.01.2015).

3. Ломтев А.Ю. Современные аспекты санитарно-защитного зонирования предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.atr-sz.ru/rus/itr/article/id/751/ (дата обращения: 11.02.2016).

4. Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитной зоны производственных объектов»: Приказ министра национальной экономики Республики Казахстан № 237 от 20.03.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //economy.gov.kz/files/Prikaz_237_20.03.2015_rus.pdf (дата обращения: 08.12.2015).

5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //rudoctor.net/medportal/eicos/ru20436.htm (дата обращения: 10.12.2015).

6. Рахманин Ю.А., Ревазова Ю.А. Неинвазивные методы в оценке здоровья населения. – М., 2006. – 274 с.

Полиморфизм генов детоксикации и иммунной системы у детей и взрослых, экспонированных металлами

О.В. Долгих[1,2], Д.Г. Дианова[1], А.В. Кривцов[1], О.А. Бубнова[1], А.А. Мазунина[2], Н.В. Безрученко[1,2], В.Г. Рыжаенков[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

Необходимо развитие исследований и методического базиса для профилактического обеспечения путей защиты и стабилизации генома человека в условиях возрастающего загрязнения среды [2, 6]. Состояние компонентов иммунного ответа и активности ферментов системы детоксикации ксенобиотиков зависит от особенностей определяющих их генетических ассоциаций [2]. Актуальным на сегодняшний день является выделение маркерных иммунологических и генетических показателей, которые могут быть использованы в качестве ранних маркеров нарушений здоровья [1–6].

Цель исследования – оценка особенностей полиморфизма генов иммунной системы и генов детоксикации у взрослых и их детей в условиях аэрогенной экспозиции металлами.

Материалы и методы. Группу наблюдения составили 139 детей и 104 взрослых, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции металлами (кадмий, марганец, мышьяк, свинец, никель, хром, вольфрам, ванадий). Группу сравнения составили 29 пар взрослых и детей, проживающих вне территории экспозиции тяжелыми металлами. Группы были сопоставимы по полу, возрасту, хронической заболеваемости и этническому составу.

Для диагностики генного полиморфизма на уровне ДНК в условиях факторной нагрузки на основании изучения специализированной литературы нами подобраны гены и их участки в качестве маркеров чувствительности вероятных рисков возникновения индуцированных средой нарушений иммунитета: иммуногенетические маркеры – FAS, FOXP3, TLR4 (толл-рецептор 4), HLA-DRA, *TP53* (rs3950989, rs1042522), ген промоторной области *TNFA* (rs1800629) фактора некроза опухолей; гены систем детоксикации – цитохром P-450 *CYP1A1* (rs4646421 и rs1048943), CYP2D6_rs38, CYP2D6_rs10, CYP17, копропорфириногеноксидазы *CPOX* (rs1131857), метилентетрагидрофолатредуктазы (rs1801133) *MTHFR;* гены сосудистых факторов –VEGF, эндотелиальной NO-синтазы *eNOS* (rs1799983), белка аполипопротеина E *ApoE* (rs429358); гены иммуноассоциированных белков (в том числе принимающих участие в апоптозе) – матриксных протеиназ *MMP9* (rs17576), сульфотрансферазы *SULT1A1* (rs9282861), GSTA4 (глутатион-трансаминаза), GSTP1_rs16

и GSTP1_rs11 (глутатион-трансфераза), супероксиддисмутаза SOD2, ZMPSTE24 (цинк-металлопептидаза), теломераза TERT, сиртуин SIRT1, маркеры нейроэндокринной регуляции иммунной системы – ANKK, MTNR, PER2, HTR2A и обмена – TCF7L2, SLC2A, NR3C1, гены системы рецепторов пироксисом PPAR. Для определения генотипа человека использовали метод аллельной дискриминации, когда различия между гетерозиготами, гомозиготами дикого и минорного вариантов устанавливали по различиям в протекании реакций амплификации соответствующих праймеров. Обработка данных по генотипированию проводилась с использованием унифицированной программы «Ген Эксперт».

Результаты и их обсуждение. Результаты генетического анализа 36 генных полиморфизмов у детей и взрослых позволили выявить ключевые гены, распространенность полиморфизмов которых достоверно отличалась от группы сравнения (p<0,05).

У детей в условиях избыточной средовой экспозиции металлами преобладанием патологического гомозиготного генотипа над показателями группы сравнения отличался полиморфизм генов, отвечающих за иммунный ответ, – фактор некроза опухоли (контроль клеточной гибели), ТОЛЛ-подобный рецептор (активация иммунного ответа), а также генов, ответственных за долголетие и старение (гены теломеразы и сиртуина), развитие онкологических процессов (ген металлопротеиназы), патологии нервной системы и обмена веществ (ген мелатонина и ген переносчика глюкозы) (частота мутантного аллеля превышала аналогичную в группе сравнения более чем в 1,5 раза) (табл. 1).

Таблица 1

Особенности встречаемости полиморфизма кандидатных генов у детей, экспонированных тяжелыми металлами

Генотип/ аллель	eNOS	SULT	MTHFR	CPOX	SIRT	ESR	TLR4	TNF	GSTA	ZMPSTE	CYP1A
Ал1	71	34	58	70	33	62	42	75	92	79	73
Гет	25	**54**	33	**26**	12	32	39	16	0	7	23
Ал2	4	12	9	2	**55**	6	**19**	**9**	8	14	4
Ал1Ал1	84	61	75	85	39	78	62	83	92	83	85
Ал2Ал2	16	**39**	25	**15**	**61**	**23**	**38**	**17**	8	18	15
Контроль											
Ал1	73	57	53	90	53	80	57	77	60	73	67
Гет	23	33	43	10	7	17	37	20	20	4	30
Ал2	4	10	4	0	40	3	6	3	20	23	3
Ал1Ал1	85	73	75	95	57	88	75	87	70	75	82
Ал2Ал2	15	27	25	5	43	12	25	13	**30**	**25**	18

Преимущественными полиморфными изменениями по гетерозиготному варианту генотипа в отличии от показателей группы сравнения характеризовался полиморфизм генов детоксикации и оксигенации, в частности генов копропорфириногеноксидазы, сульфтрансаминазы и глутатионтрансферазы, отвечающих за конъюгацию тяжелых металлов и ряда органических соединений, а также гена пролифератора пероксисом, связанных со 2-й фазой детоксикации ксенобиотиков (частота мутантного аллеля превышала аналогичную в группе сравнения до 4 раз).

Поведенный анализ 36 генных полиморфизмов у взрослых позволил выявить кандидатные гены, распространенность вариантного аллеля которых достоверно от-

личалась от группы сравнения (p<0,05). Так, преобладанием патологического гомозиготного генотипа над показателями группы сравнения отличался полиморфизм генов, отвечающих преимущественно за патологию нервной системы (ген мелатонина, ген серотонинового рецептора и ген синхронизации и времени) (частота мутантного аллеля превышала аналогичную в группе сравнения более чем в 1,3 раза).

Преимущественными полиморфными изменениями по гетерозиготному варианту генотипа в отличие от показателей группы сравнения характеризовался полиморфизм генов детоксикации, в частности генов цитохрома (CYP2D6_rs38), копропорфириногеноксидазы, метилентетрагидрофолатредуктазы, отвечающих за метаболизм и конъюгацию органических соединений и металлов, а также гена пролифератора пероксисом, связанных с 1-й и 2-й фазами детоксикации ксенобиотиков (частота мутантного аллеля, например, гена цитохрома, превышала аналогичную в группе сравнения в 4,3 раза) (табл. 2).

Таблица 2

Особенности встречаемости полиморфизма кандидатных генов у взрослых, экспонированных тяжелыми металлами

Генотип/ аллель	eNOS	SULT	MTHFR	CPOX	NR3C1	SIRT	CYP2D6 _rs38	TLR4	TNF	MTN R1A	GSTA
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ал1	68	47	62	68	90	35	73	48	80	52	70
Гет	25	41	36	30	10	16	27	46	18	39	25
Ал2	7	12	2	2	0	49	0	6	2	9	5
Ал1Ал1	81	67	80	83	95	43	87	71	89	72	83

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ал2Ал2	19	33	20	17	5	57	13	29	11	28	17
Контроль											
Гет	13	36	32	23	3	7	6	32	23	45	23
Ал2	3	16	0	0	0	48	0	13	0	0	13
Ал1Ал1	90	66	84	89	98	48	97	71	89	77	76
Ал2Ал2	10	34	16	11	2	52	3	29	11	23	24

Таким образом, анализ передачи генетического полиморфизма в условиях средовой экспозиции металлами позволил выявить достоверные нарушения в виде преобладания мутантного аллеля преимущественно генов иммунорегуляции у детского контингента, тогда как у взрослого населения исследуемой территории преобладали вариантные аллельные изменения преимущественно генов, отвечающих за детоксикацию первой и второй фазы.

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. Гены иммунорегуляции и детоксикации и иммунологические эффекты у детей в условиях экспозиции хлороформом / О.В. Долгих, Н.В. Зайцева, А.В. Крив-

цов, О.А. Бубнова // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 3 (1). – С. 59–61.

3. Иммуномодулирующие эффекты у детей в условиях воздействия стронция при поступлении с питьевой водой / К.Г. Старкова, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова, Т.М. Лебедева // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 63–65.

4. Кандидатные гены нарушений иммунного ответа у детей в условиях экспозиции хлороформом / О.В. Долгих, О.А. Бубнова, Н.В. Безрученко, В.А. Лучникова // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 2 (1). – С. 553–555.

5. 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

6. Оценка полиморфизма кандидатных генов детей, ассоциированного с длительной низкоуровневой экспозицией стронцием с питьевой водой / Н.В. Зайцева, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, К.Г. Старкова, В.А. Лучникова, О.А. Бубнова, Е.А. Отавина, Н.В. Безрученко, Н.А. Вдовина // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 21–27.

Загрязнение атмосферного воздуха и ассоциированная с ним патология верхних дыхательных путей у детей и подростков промышленных центров Иркутской области

Н.В. Ефимова[1,2], М.В. Кузьмина[2], И.В. Тихонова[1], И.В. Мыльникова[1]

[1]ФБГНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», г. Ангарск, Россия
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области», г. Иркутск, Россия

Интенсивное промышленное освоение территорий Иркутской области обусловило высокий уровень загрязнения объектов окружающей среды. В результате многолетней оценки загрязнения атмосферного воздуха, водных источников, почвенного и снегового покровов на различных территориях области были выявлены территории с высоким и малым воздействием химических веществ [6]. На территориях Иркутской области природно-климатические условия характеризуются антициклональным режимом погоды с сопровождающими его инверсионными явлениями (большой повторяемостью и мощностью), что затрудняет перенос и рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере.

Организм детей и подростков наиболее чувствителен к неблагоприятным изменениям окружающей среды и к социально-экономическим факторам. Ингаляци-

онная химическая нагрузка оказывает существенное влияние на заболеваемость верхних дыхательных путей (ВДП). В условиях недостаточных функциональных возможностей или патологического состояния слизистых оболочек ВДП, являющихся первичными барьерами организма, могут развиваться тяжелые формы заболеваний, имеющих серьезные последствия [1, 2].

Цель работы – изучить особенности формирования патологии ВДП у детского населения, проживающего в промышленных центрах с различным уровнем и характером химического загрязнения на примере Иркутской области.

Материалы и методы. Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха в 2003–2014 гг. проведена по данным СГМ ФГУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» и стационарных постов Росгидромета с использованием комплексного показателя Р, учитывающего характер комбинированного действия загрязняющих веществ по типу неполной суммации [5]. При изучении динамики загрязнения атмосферного воздуха использован регрессионный анализ. Оценка изменения показателей дана по коэффициенту детерминации аппроксимации (R^2) согласно шкале Чеддока, которая определяет значения коэффициента 0,1–0,3 – как слабые, 0,3–0,5 – умеренные, 0,5–0,7 – заметные, 0,7–0,9 – высокие, 0,9–0,99 – весьма высокие [4]. Для районирования территорий использованы методы иерархического (Ward's method) и итеративного (K-means) кластерного анализа. Примененный подход позволил на первом этапе с помощью Ward's method обоснованно определить количество кластеров, на втором этапе – с использованием метода K-means сформировать кластеры и получить их количественную характеристику. Расчеты проведены с использованием пакета прикладных программ «Statistica 10.0».

Оценку риска здоровью проводили в соответствии с Р 2.1.10.1920-04. «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Углубленные медицинские исследования проведены в трех промышленных центрах, представляющих кластеры с умеренным, средним и высоким уровнем многолетнего загрязнения атмосферного воздуха. Во всех изучаемых районах имеется идентичная социальная инфраструктура, жилая застройка характеризуется равной степенью благоустройства. Формирование однородных групп для углубленного обследования осуществлялось по данным анкетирования родителей 680 человек, учитывающего следующие факторы: биологические (отягощенная наследственность по ЛОР и аллергопатологии, порядок и течение беременности и родов, характер вскармливания); социальные и гигиенические (длительность проживания в изучаемом районе, жилищные условия, состав и доход семьи, активное и пассивное курение и др.). Все подростки на момент обследования не имели острых респираторных заболеваний или обострения хронической соматической патологии.

Количество обследованных составило: г. Ангарск – 222 человека, г. Саянск – 188 человек, г. Братск – 105 человек. На следующем этапе обследования проводился клинический осмотр отоларингологом, включающий: отоскопию, риноскопию, фарингоскопию, заднюю риноскопию, непрямую ларингоскопию. Клинико-физикальное обследование проведено с информированного согласия родителей. Для выявления роли различных факторов в формировании хронической патологии ВДП проведен расчет информативности изучаемых факторов внешней среды с помощью метода Байеса, реализованного в автоматизированной программе. Для этого анализи-

ровалась частость патологии ВДП среди подростков, подвергающихся различному уровню воздействия конкретного фактора, и оценивалась информативность.

Результаты и их обсуждение. Классификация территорий Иркутской области проведена по интегральному показателю загрязнения воздушного бассейна на четыре кластера: 1-й кластер – г. Ангарск, г. Усолье-Сибирское, г. Черемхово, г. Шелехов; 2-й кластер – г. Братск, г. Зима, г. Иркутск; 3-й кластер – г. Байкальск, г. Саянск, г. Усть-Илимск; 4-й кластер – г. Бирюсинск, п. Вихоревка, п. Листвянка, п. Мегет, п. Култук, п. Слюдянка, г. Свирск.

На территориях *1-го кластера* уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как «умеренный» (P = 10,0 ± 0,40). Второй кластер объединил территории с загрязнения атмосферного воздуха, соответствующим «высокому» уровню (P = 14,9 ± 0,77). Уровень загрязнения атмосферного воздуха территорий 3-го кластера оценивается как «средний» (P = 2,0 ± 0,35). Четвертый кластер объединил территории, на которых контролируется 4–11 примесей, обусловливающих «допустимый» уровень загрязнения (P = 1,3 ± 0,03). На рисунке представлена динамика средних по кластерам уровней P (рисунок).

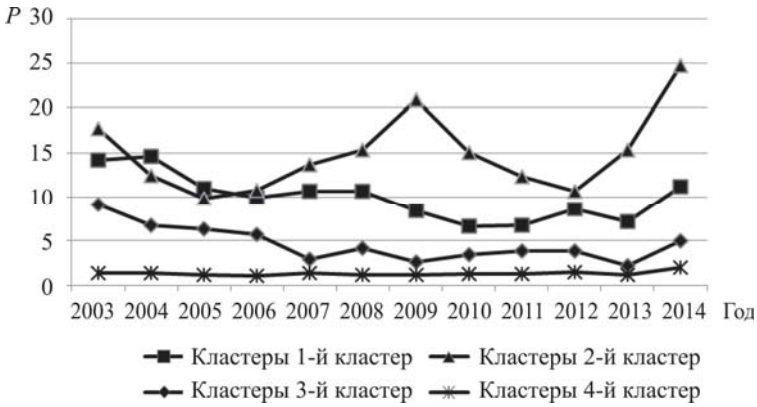


Рис. Динамика интегрального показателя загрязнения атмосферного воздуха в Иркутской области (2003–2014 гг.)

Динамические колебания средних значений показателя P в период исследования описываются уравнениями линейной регрессии: в 1-м кластере – $y = -0{,}5148x + 13{,}325$; во 2-м кластере – $y = 0{,}4405x + 12{,}031$; в 3-м кластере – $y = -0{,}3946x + 7{,}2197$; в 4-м кластере – $y = 0{,}0311x + 1{,}107$. Качественная оценка динамики показателей по величине коэффициента детерминации аппроксимации (R^2) свидетельствует о том, что изменения уровня показателя P по шкале Чеддока относятся: в 1-м кластере – к умеренным ($R^2 = 0{,}48$); во 2-м и 4-м кластерах – к слабой ($R^2 = 0{,}13$ и $R^2 = 0{,}21$ соответственно); в 3-м кластере – к заметной ($R^2 = 0{,}51$). Причем средний по кластерам 1-й и 3-й уровень P снижается, что объясняется, прежде всего, сокращением производственных мощностей и, как следствие, валовых выбросов в воздушный бассейн территорий.

Для выявления патологии органов дыхания, ассоциированной с химической контаминацией воздушного бассейна, выбраны по одному населенному

пункту из кластеров 1–3, объединяющих промышленные центры с выраженной химической нагрузкой. На территории г. Ангарска, попавшего в первый кластер, расположены нефтехимическое, электролизно-химическое производства и ТЭЦ. На территории г. Братска (второй кластер) размещены в 2 км от селитебной зоны лесохимическое производство, в 9 км – алюминиевый завод, предприятия теплоэнергетики – в 1–2 км. В г. Саянск (третий кластер), который характеризуется умеренным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, основные стационарные источники выбросов: ТЭЦ и производство винилхлорида, расположены в 14 км от селитебной зоны.

Установлено, что по неканцерогенному риску к городам с наибольшей вероятностью развития негативных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии относятся г. Братск (*HI* = 17,5), г. Ангарск (*HI* = 11,2), а в Саянске данный показатель ниже более чем в 3 раза. Загрязняющие вещества, определяющие величину индекса неканцерогенной опасности, можно представить в виде ранжированных рядов, направленных от максимальной значимости к минимальной: для Братска – формальдегид > бенз(а)пирена > взвешенных веществ = сумма сероводорода и сероуглерода > сумма фторсодержащих веществ; для Ангарска – бензапирен > формальдегид > взвешенные вещества > диоксид азота > оксид углерода; для Саянска ряд состоит из трех наиболее значимых веществ: бензапирен = формальдегид > хлористый водород. На всех территориях риск развития патологии органов дыхания значительно превышает целевой уровень, равный 1.

У подростков в структуре заболеваемости на первом месте определяются болезни органов дыхания, среди которых преобладают заболевания ВДП. Так, в наиболее загрязненном населенном пункте заболеваемость ВДП по обращаемости в поликлинику в 1,4 раза выше, чем в районе со средним уровнем загрязнения атмосферного воздуха и в 2,7 раза выше, чем в районе с умеренным уровнем загрязнения. Вместе с тем по результатам обследования оториноларинголога установлено, что число лиц с хронической патологией верхних дыхательных путей у школьников Ангарска (83,3 ± 2,5) почти не отличается от данных по Братску, но в 2,4 раза выше, чем у школьников Саянска (35,1 ± 3,5) (таблица).

Распространенность хронической патологии верхних дыхательных путей у подростков промышленных центров (на 100 обследованных)

Изучаемые районы	Частота случаев				Число заболевших
	хронический тонзиллит	хронический фарингит	аллергический ринит	вазомоторный ринит	
г. Ангарск	39,4 ± 4,9*	8,3 ± 3,0	13,7 ± 3,3	13,2 ± 3,1	83,3 ± 2,5
г. Саянск	7,9 ± 1,9#●	0,5 ± 0,5#●	13,8 ± 2,5	4,8 ± 1,6#●	35,1 ± 3,5#●
г. Братск	14,3 ± 4,7	8,9 ± 3,8	19,6 ± 5,4	19,6 ± 5,4	91,0 ± 3,9

Примечание: различия статистически значимы в группах: * – Ангарск-Братск, # – Саянск-Ангарск, ● – Саянск-Братск.

Патологией слизистой носа (аллергический ринит, вазомоторный ринит, передний сухой ринит и хронический риносинусит) чаще страдали подростки г. Братска, по сравнению со школьниками городов Ангарска и Саянска. В г. Братске заболевания слизистой носа диагностированы в 39,2 случая на 100 обследованных,

в Ангарске – 26,9 % и в Саянске 18,6 % (различия статистически значимы, $p<0,05$). Патология глотки (хронический тонзиллит и хронический фарингит) выявлена у подростков г. Ангарск в 2,3 раза чаще, чем у братчан и в 5,2 раза чаще, чем у подростков Саянска, различия значимы ($p<0,05$, $p<0,01$ соответственно).

Установлено, что наибольшей информативностью среди изученных факторов обладает загрязнение атмосферного воздуха (24,0). Второй ранг получил фактор «работа родителей в контакте с производственными химическими вредностями» – 19,1. Менее информативным представляется фактор наследственной предрасположенности: наличие в анамнезе родителей респираторного аллергоза (14,9) и бронхиальной астмы (7,6). Показатель информативности пассивного курения составил 6,3, в отличие от активного курения (0,06), что, возможно, связано с малым «стажем» табакокурения в изучаемой возрастной группе, либо недостаточной искренностью ответов на вопрос анкеты. Химическое загрязнение воздуха учебных помещений в регистрируемых пределах и степень аллергенной нагрузки в жилых помещениях имели близкие величины информативности (5,6 и 5,2 соответственно). Анализ информативности факторов позволяет ранжировать их с целью обоснования этапности внедрения профилактических мероприятий на субпопуляционном и персонифицированном уровнях.

При изучении зависимости патологии ВДП от загрязнения атмосферного воздуха была выявлена прямая зависимость, подтвержденная коэффициентом корреляции Спирмена. Наиболее выраженным представляется влияние техногенного загрязнения воздушной среды на частоту патологии глотки $R_{sp} = 0,353$ ($p<0,05$) и хронического тонзиллита $R_{sp} = 0,356$ ($p<0,05$). В соответствии с приведенными данными 12,5 % всех случаев указанной патологии глотки и 12,7 % случаев выявленного хронического тонзиллита у подростков ассоциировано с влиянием загрязнения атмосферного воздуха на состояние слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Выявленные нами особенности между уровнями хронической заболеваемости ВДП у подростков в изучаемых районах и различной степенью загрязнения атмосферного воздуха позволили утверждать, что в формирование хронической патологии ВДП немалый вклад вносит загрязнение воздушной среды химическими поллютантами, что подтверждено результатами лабораторных анализов, показавших циркуляцию токсикантов в организме детей. Выведение формальдегида с мочой находилось в диапазоне от 13,3 до 167,9 мкг/л [3]. Также необходимо отметить, что от спектра примесей, поступающих в воздушный бассейн городов, зависят нозологические различия в выявленной патологии.

Вышесказанное свидетельствует о необходимости обращать внимание на состояние воздушной среды районов проживания подростков при диагностике и лечении хронической патологии ВДП. Данная комплексная проблема может быть решена в рамках комплексных программ, направленных на укрепление здоровья подрастающего поколения.

Список литературы

1. Заболеваемость детей старшего школьного возраста в Магнитогорске / Т.Б. Легостаева, Ф.И. Ингель, Н.А. Антипанова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2011. – № 4. – С. 34–40.

2. Загрязнение атмосферного воздуха и болезни органов дыхания у населения / Т.Н. Биличенко, Э.И. Чигирева, Н.В. Ефименко [и др.] // Пульмонология. – 2003. – № 1. – С. 5–8.

3. Оценка степени загрязненности воздуха и патология верхних дыхательных путей у подростков урбанизированных территорий иркутской области / Л.Г. Лисецкая, Л.А. Дедкова, И.В. Тихонова, Н.А. Тараненко // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2013. – Т. 91, № 3–1. – С. 91–95.

4. Медик В.А., Фишман Б.Б., Токмачев М.С. Руководство по статистике в медицине и биологии. – М.: Медицина, 2001. – Т. 1–2.

5. РД 52.04.186–89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М., 1991.

6. Факторы окружающей среды: опыт комплексной оценки / под ред. В.С. Рукавишникова. – Иркутск, 2010. – 232 с.

Оценка качества питьевой воды Республики Хакасия в чрезвычайных ситуациях

О.В. Иванова[1], М.Ф. Савченков[2], Т.Г. Романова[1]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Хакасия, г. Абакан, Россия
[2]ГОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет», г. Иркутск, Россия

Для начала XXI века характерна тенденция к увеличению количества чрезвычайных ситуаций (ЧС) в мире и в нашей стране. Складывающаяся ситуация обусловлена как естественными, природными причинами, так и результатом антропогенного воздействия на окружающую среду [5].

В период с 2003 по 2014 г. в Российской Федерации зарегистрировано 4 223 ЧС природного и 446 биолого-социального характера, пострадали десятки тысяч людей [9]. Не исключением стала и Республика Хакасия. В течение трех лет на территории республики происходили различные ЧС: землетрясение, прохождение снего-дождевого паводка, массовые природные пожары. Данные ситуации обострили санитарно-эпидемиологическую обстановку и создали все условия к развитию чрезвычайной эпидемиологической ситуации.

Цель работы – оценка результатов исследований качества питьевой воды, проводимых как мера по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения в чрезвычайных условиях.

Материалы и методы. Изучались три чрезвычайные ситуации, произошедшие на территории Республики Хакасия, и их возможное влияние на качество питьевой воды. Использованы данные социально-гигиенического мониторинга, инструментарием которого являются методы сбора данных, анализа и последую-

щей оценки качества питьевой воды. Проанализировано 2956 проб питьевой воды, отобранной как из источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, так и из разводящей сети пострадавших территорий.

При проведении анализов проб питьевой воды использовались стандартные методы физико-химического и бактериологического исследования воды, регламентированные ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества».

Результаты и их обсуждение. Двадцать второго декабря 2013 г. в 01.55 на территории Республики Хакасия (с эпицентром в районе села Лукьяновка Алтайского района) в 40 км от города Абакан произошло землетрясение интенсивностью около 6 баллов по шкале МСК – 64, магнитудой 4,9 балла. Введен режим функционирования «Чрезвычайной ситуации», установлен региональный уровень реагирования. На заседании Комиссии по чрезвычайным ситуациям при правительстве Республики Хакасия Управлению Роспотребнадзора по Республике Хакасия поручено обследование водоисточников. В кратчайшие сроки проведено обследование 50 источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, расположенных на 11 административных территориях Республики Хакасия (города Абакан, Черногорск, Саяногорск, Абаза, Алтайский, Усть-Абаканский, Бейский, Аскизский, Таштыпский, Ширинский, Орджоникидзевский районы) с численностью населения 486 479 человек [8].

За период с 22.12.2013 г. по 26.12.2013 г. на всех административных территориях республики в рамках государственного санитарно-эпидемиологического надзора из источников централизованного водоснабжения отобрано 129 проб, в том числе 62 – на микробиологические, 62 – на санитарно-химические и 5 – на радиологические показатели.

По результатам лабораторных исследований 12 проб воды (19,3 %) не соответствовали по санитарно-химическим показателям, а именно: отмечалось превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) аммиака в воде из 7 источников централизованного водоснабжения Бейского и Алтайского в 1,5–8,0 раза. Ранее превышение аммиака в данных водоисточниках не регистрировалось. В пробах воды из 6 водоисточников города Абакан, Бейского, Алтайского, Усть-Абаканского районов установлены превышения концентраций нитратов в 1,2–3,0 раза, содержание которых систематически наблюдалось и ранее, но в пределах 50–75 мг/л (1,1–1,7 раза). Исследованные образцы проб воды по микробиологическим показателям соответствовали гигиеническим требованиям.

Для исследований по радиологическим показателям отобраны пробы из источника централизованного водоснабжения пгт. Усть-Абакан (ул. Щорса), распределительной сети с. Краснополье, с. Новороссийское, д. Лукьяновка Алтайского района и с. Новотроицкое Бейского района. Данные источники водоснабжения находятся на постоянном контроле. По результатам ранее проведенных исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга, на протяжении последних пяти лет в их воде отмечалось превышение суммарной альфа-активности от 2,12 до 3,7 Бк/дм^3. По результатам лабораторных исследований все 5 проб питьевой воды не соответствовали гигиеническим требованиям по показателю альфа-активность. Превышение составило 10,6–18,5 раза, что находится в пределах среднемноголетних значений. Ранее установлено, что повышенная альфа-активность обусловлена радионуклидами

U^{238}, U^{234}. Отношение удельных активностей к их уровням вмешательства находилось в пределах 1,12–1,45, при данных значениях проведение дополнительных радиозащитных мероприятий не требуется.

В мае – июне 2014 г. на территории Республики Хакасия произошла другая чрезвычайная ситуация, связанная с прохождением снего-дождевого паводка, осложнённого обильным выпадением осадков. 31.05.2014 г. введен режим «Чрезвычайная ситуация» в регионах Сибирского федерального округа, в том числе в Республике Хакасия, федеральный уровень реагирования. Зона ЧС нашего субъекта была определена в границах территорий 7 муниципальных образований: г. Абакан (дачный массив), г. Абаза, Аскизский, Алтайский, Бейский, Таштыпский и Усть-Абаканский районы.

В 22 населенных пунктах подвергся подтоплению 881 жилой дом, где проживало 4213 человек, в том числе 1059 детей до 14 лет. Было эвакуировано 785 человек, 269 детей до 14 лет, из них в пункты временного размещения (ПВР) – 144 человека (78 детей).

Известно, что наряду с экономическим ущербом наводнения оказывают значительное влияние на экологию окружающей среды. Масштабы воздействия определяются интенсивностью, продолжительностью стихийного бедствия. Все это приводит к ухудшению качества питьевой воды, почвенного и растительного покровов, среды обитания животных и человека [1, 3, 6, 11]. Для обеспечения оперативного принятия управленческих решений организован еженедельный мониторинг качества питьевой воды. Была расширена номенклатура исследований.

В целом в паводковый и послепаводковый период лабораторному контролю подверглись 2263 пробы воды централизованного водоснабжения по микробиологическим, 788 проб – по санитарно-химическим показателям.

В начальный период ЧС выполнение исследований осуществлялось по сокращенному перечню, преимущественно для контроля микробиологической безопасности питьевой воды. В последующем объем и перечень показателей исследований были доведены до оптимального уровня в максимально сжатые сроки.

В зависимости от паводкового и послепаводкового периода качество воды изменялось следующим образом. Так, в мае доля нестандартных проб по микробиологическим показателям составила 9,8 %. В период спада паводка в июне удельный вес нестандартных проб снизился до 3,3 %. Таким образом, наибольший удельный вес нестандартных проб по микробиологическим показателям, отобранных из централизованной сети, наблюдался в период максимального подъема уровня реки Абакан с 29 мая по 12 июня. В пиковый период паводка удельный вес нестандартных проб по микробиологическим показателям составлял до 65,0 % и по санитарно-химическим показателям – до 18,0 %.

В зоне подтопления находилось 6 источников централизованного водоснабжения, в том числе городов Абакан, Абаза, села Аскиз, загородного оздоровительного лагеря «Горный кристалл». Перед вводом в эксплуатацию каждая скважина подвергалась обязательной промывке и дезинфекции. Ввод их разрешался только после санитарно-химического и бактериологического исследования воды. За период ЧС из подземных источников исследовано 40 проб. Несоответствие по санитарно-химическим показателям установлено в 2,5 % случаев, по микробиологическим показателям все пробы отвечали гигиеническим требованиям.

Из разводящей сети исследовано 414 проб воды, из них доля проб, несоответствующих по санитарно-химическим показателям, составила 1,4 %, по микробиологическим показателям – 2,6 %.

Дополнительно на территориях муниципальных образований Абакан, Абаза, села Аскиз проводилось гиперхлорирование питьевой воды силами и средствами водоснабжающих организаций.

Осуществлялся мониторинг качества питьевой воды в послепаводковый период. В результате проведенных исследований, доля проб, не соответствующих по санитарно-химическим показателям из подземных источников централизованного водоснабжения распределительной сети, составила 0,6 и 0,5 % соответственно; по микробиологическим показателям – 0 и 2,3 %.

Показатели качества питьевой воды из централизованных систем водоснабжения менялись в зоне подтопления неодинаково и напрямую зависели от состояния распределительных систем и принимаемых мер по водоочистке.

Третья ситуация возникла 12 апреля 2015 г., когда в результате пожаров, сухой погоды, сильного порывистого ветра (более 25 м/с) произошли возгорания 1279 домов и 12 социально значимых объектов в 38 населенных пунктах 10 муниципальных образований республики. Постановлением Главы Республики Хакасия – Председателем Правительства Республики Хакасия – с 13.00 часов введен режим «ЧС» на всей территории республики, установлен региональный уровень реагирования. По официальным данным, в республике пострадало 6442 человека, нарушены условия жизнедеятельности 4586 человек [9]. По данным литературы, основной причиной пожаров (до 90 %) является человеческая деятельность, причем 10 % из них является результатом сельскохозяйственных палов [7]. Расчищая огнем выпаса, покосы и тому подобное, десятки тысяч жителей республики лишились имущества.

По аналогии с предшествующими ЧС основной задачей являлось определение степени повреждения источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, организация лабораторного мониторинга качества питьевой воды из водозаборов и разводящей сети.

Непосредственно от стихийного бедствия (пожара) ни один водоисточник не пострадал. Однако нужно отметить опосредованное воздействие стихийного бедствия на качество питьевой воды. По результатам исследований 564 проб питьевой воды выявлено, что 89 (15,8 %) не соответствовали гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям (в основном за счет природного состава вод: жесткость, фториды); 52 (9,2 %) – по микробиологическим показателям, что превышает среднемноголетние значения по Республике Хакасия (8,1 и 6,4 %, соответственно).

На протяжении трех лет в Республике Хакасия регистрировались ЧС. При этом три происходили в пяти муниципальных образованиях (г. Абакан, Алтайский, Аскизский, Усть-Абаканский, Бейский районы) с численностью населения более 250 тысяч человек, дважды пострадавшими являлись 7 территорий (города Черногорск, Саяногорск, Абаза, Ширинский, Орджоникидзевский, Таштыпский, Боградский районы), где проживает более 200 тысяч человек.

Выводы. Проанализировав результаты 2956 исследований питьевой воды из источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и разводящей сети пострадавших территорий, установлено, что в годы с режимом ЧС зареги-

стрировано значительное превышение проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, в сравнении со среднемноголетними значениями.

Несоответствие питьевой воды по микробиологическим показателям представляет угрозу возникновения инфекционных заболеваний в каждом конкретном случае [2, 6, 10]. Эффективность и своевременность принятых профилактических мер подтверждаются и результатами ретроспективного анализа заболеваемости. Эпидемиологическая ситуация в Республике Хакасия по заболеваемости острыми кишечными инфекциями характеризуется как напряженная, однако при возникновении ЧС и в периоды их ликвидации тенденции к росту заболеваемости, в сравнении с предыдущим периодом, а также формирования групповых очагов инфекционных заболеваний не отмечено [4].

Таким образом, комплекс проводимых мероприятий в период чрезвычайных ситуаций и при ликвидации их последствий позволили не допустить ухудшения санитарно-эпидемиологической ситуации, возникновения вспышечной заболеваемости, связанной с водным фактором.

Список литературы

1. Истомина М.Н., Кочарян А.Г., Лебедева И.П. Наводнения: генезис, социально-экономические и экологические последствия // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32, № 4. – С. 389–398.

2. Качество питьевой воды как фактор риска здоровью населения / Т.В. Бадеева, М.П. Грачева, Ю.П. Тихомиров, Н.А. Матвеева // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2008. Прил. 2 (часть II). – № 3 (23). – С. 438.

3. Носков А.К, Шаракшанов М.Б., Вишняков В.А. Тактические приемы работы специализированных противоэпидемических бригад в различных чрезвычайных ситуациях на территории Сибири и Дальнего востока // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2014. – № 24. – С. 20–24.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Хакасия в 2014 году: государственный доклад [Электронный ресурс]. – URL: http: //19.rospotrebnadzor.ru/c/document_library/get_file?uuid=94aaf9e0-eeda-4572-bbd8-7d74f9523dbb&groupId = 10156 (дата обращения: 13.03.2016).

5. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения при ликвидации последствий наводнения на Дальнем Востоке: научное издание / под ред. академика РАН, д.м.н., профессора Г.Г. Онищенко, д.м.н., профессора С.В. Балахонова. – Новосибирск: Наука-Центр, 2014. – 647 с.

6. Онищенко Г.Г., Протодьяконов А. П., Чернявский В.Ф. Опыт обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на примере ликвидации последствий наводнения (Якутия. Северные широты. Бассейновый подход) / Министерство здравоохранения Российской Федерации, Государственный комитет Республики Саха (Якутия) по санитарно-эпидемиологическому надзору. – М.: Медицина, 2004. – 432 с.

7. Сверлова Л.И. Засуха и лесные пожары на территории России и стран ближнего Зарубежья. – Хабаровск: РИЦ ХГАЭП, 2011. – 233 с.

8. Списки сельских населенных пунктов постоянных хозяйств и численность населения по муниципальным районам Республики Хакасия: статистический бюл-

летень // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Хакасия. – Абакан, 2014. – 23 с.

9. Чрезвычайные ситуации [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.mchs.gov.ru/activities/stats/CHrezvichajnie_situacii (дата обращения: 13.03.2016).

10. Эколого-эпидемиологическая оценка качества вод реки Лены / Е.Д. Савилов, Ю.А. Долженко, А.П. Протодьяконов [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2006. – 136 с.

11. Sinisi L., Aertgeerts R. Guidance on water supply and sanitation in extreme weather events // WHO Regional office for Europe. Copenhagen. 2011. – 104 p.

Опыт внедрения риск-ориентированного подхода в планирование контрольно-надзорной деятельности в Амурской области

О.П. Курганова, А.А. Перепелица, С.А. Щеголева

Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Амурской области, г. Благовещенск, Россия

В соответствии с Приказом Роспотребнадзора № 1302 от 26.12.2014 г. «О внедрении методических рекомендаций в “пилотных” территориальных органах Роспотребнадзора» Управление Роспотребнадзора по Амурской области вошло в число 9 территориальных органов, в которых внедрялись методические рекомендации МР 5.1.1.0097/1-14 «Риск-ориентированный подход к осуществлению контрольно-надзорной деятельности территориальными органами Роспотребнадзора» [1].

В целях реализации Приказа Роспотребнадзора № 1302 от 26.12.2014 г. [1] Управлением был проведен комплекс организационных и практических мероприятий, включающих:

– изучение методических рекомендаций 5.1.1.0097/1–14 [1];

– подготовку внутренних распорядительных документов;

– создание рабочей группы по координации работы в рамках пилотного проекта;

– обеспечение взаимодействия с различными ведомствами и структурами для получения необходимых сведений о субъектах и объектах надзора;

– апробацию программного продукта по категорированию субъектов и объектов надзора, разработанного ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» г. Пермь;

– внесение сведений в Реестр юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, в отношении которых предусмотрено осуществление федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и федерального государственного надзора в сфере защиты прав потребителей;

– отнесение субъектов надзора и видов их деятельности к определенному классу опасности по критериям потенциального риска;

– выбор приоритетных объектов и субъектов надзора для целей планирования надзорных мероприятий и др.

Все мероприятия необходимо было выполнить менее чем за 6 месяцев.

За данный период времени, базируясь на имеющейся в Управлении информации, удалось сформировать региональный реестр субъектов и объектов надзора из 1,5 тыс. субъектов малого, среднего и крупного предпринимательства, осуществляющих подконтрольные виды деятельности.

Первоначально предложенная методическими рекомендациями МР 5.1.1.0097/1-14 [1] модель оценки риска предусматривала деление субъектов и объектов надзора только по 4 классам опасности. В отношении объектов 4-го класса опасности (низкого) предусматривалось проведение только документарных плановых проверок не чаще 1 раза в 5 лет или освобождение от проверок.

В результате апробации программного продукта по категорированию субъектов и объектов надзора по 4 классам опасности, разработанного ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» г. Пермь, были получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика объектов надзора Амурской области по степени риска причинения вреда здоровью в соответствии с методическими рекомендациями [1]

Класс опасности	Характеристика риска причинения вреда здоровью	Результаты расчетов классов потенциальной опасности, %
1-й	Чрезвычайно высокий	0,06
2-й	Высокий	1,00
3-й	Средний	3,94
4-й	Низкий	95,00

Предложенная классификация объектов надзора по четырем классам опасности, применительно к Амурской области, была довольно жесткой и исключала возможность проведения выездных плановых проверок в отношении более 90 % юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, чья деятельность подлежит санитарно-эпидемиологическому надзору и надзору в сфере защиты прав потребителей.

Полученные результаты и проблемы по внедрению оценки рисков были предметом обсуждения на семинаре-совещании «О внедрении риск-ориентированного подхода к осуществлению контрольно-надзорной деятельности территориальных органов Роспотребнадзора», проведенном Управлением в июне 2015 г. Участие в совещании приняли представители Управлений Роспотребнадзора по Забайкальскому краю, по Еврейской автономной области, по Иркутской области, Республике Саха (Якутия), республике Бурятия, представители прокуратуры Амурской области, ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» г. Пермь. Практически выявленные недостатки программного продукта и самой модели оценки риска требовали дополнительной корректировки.

Выработанные на совещании предложения по совершенствованию методических рекомендаций 5.1.1.0097/1-14 [1] были направлены разработчику и являлись предметом обсуждения на совещаниях в Роспотребнадзоре, так как с рядом схожих проблем столкнулись и другие участники пилотного проекта.

Впоследствии приказом Роспотребнадзора № 1008 от 30.09.2015 г. были утверждены методические рекомендации «МР. 5.1. Государственная санитарно-эпидемиологическая служба России. Организация Госсанэпидслужбы России. Классификация хозяйствующих субъектов и видов деятельности по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий» [2], в соответствии с которыми классификация объектов надзора осуществлялась по 6 классам потенциального риска причинения вреда здоровью. Согласно методическим рекомендациям [2], от планового контроля освобождаются только объекты 6-го (низкого) класса опасности и предусмотрены выездные проверки с лабораторными исследованиями для 1, 2, 3, 4, 5-го классов опасности.

Следующим этапом работы было формирование нового реестра [4] с учетом внесенных изменений.

На основании данных, представленных Межрайонной ИФНС России № 1 по Амурской области, данных различных министерств, данных статистической отчетности, информации хозяйствующих субъектов, сформирован реестр [4], состоящий из 15,2 тыс. субъектов и 15,5 тыс. объектов надзора.

Структура объектов надзора Амурской области по видам деятельности представлена в табл. 2.

Таблица 2

Структура объектов надзора Амурской области по видам деятельности

Виды деятельности	Удельный вес, %
Производство пищевых продуктов, общественное питание и торговля	48,5
Промышленные предприятия и транспорт	23,0
Коммунальные объекты	12,4
Детские и подростковые учреждения	10,0
Лечебно-профилактические учреждения	6,0

Проведенный расчет объектов надзора по степени риска причинения вреда здоровью в соответствии с методическими рекомендациями [2] представлен в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика объектов надзора Амурской области по степени риска причинения вреда здоровью в соответствии с методическими рекомендациями [2]

Класс опасности	Характеристика риска причинения вреда здоровью	Результаты расчетов классов потенциальной опасности, %	Повышение классов потенциальной опасности с учетом гигиенической значимости, %
1-й	Чрезвычайно высокий	0,03	0,03
2-й	Высокий	0,11	0,19
3-й	Значительный	3,9	6,1
4-й	Средний	4,8	3,5
5-й	Умеренный	41,3	40,3
6-й	Низкий	49,7	49,7

Важным этапом работы по внедрению риск-ориентированной модели было формирование Управлением проекта плана проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на 2016 г. на основе полученных результатов расчетов риска.

Первоначально проект плана проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на 2016 г. был сформирован в соответствии с методическими рекомендациями 5.1.1.0097/1-14 [1]. В него были включены субъекты и объекты предпринимательской деятельности малого, среднего и крупного бизнеса, с учетом тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения обязательных требований при осуществлении деятельности (субъекты I, II, III класса опасности и субъекты IV класса опасности, в отношении которых неоднократно применялись меры административного воздействия за нарушения требований санитарного законодательства).

Однако в данный проект плана вскоре пришлось вносить корректировки в связи с изменениями, внесенными 13 июля 2015 г. Федеральным законом № 246-ФЗ в Федеральный закон от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ в части введения статьи 26.1, устанавливающей особенности организации и проведения в 2016–2018 гг. плановых проверок при осуществлении государственного контроля (надзора) в отношении субъектов малого предпринимательства.

Из проекта плана были исключены субъекты, которые, несмотря на внушительные масштабы своей деятельности, по результатам расчетов риска были отнесены ко II высокому классу опасности, юридически являлись субъектами малого предпринимательства и осуществляли виды деятельности, не подпадающие под исключения, предусмотренные ст. 26.1. Федерального закона № 294-ФЗ (предприятия по производству пищевых продуктов высокой гигиенической значимости и организации, осуществляющие деятельность по сбору и очистке воды).

В итоге сформированный с учетом изменений законодательства и проведенных расчетов риска проект плана проверок на 2016 г. по своей структуре значительно отличался от планов предыдущих лет.

Доля запланированных проверок организаций, осуществляющих образовательную и медицинскую деятельность, увеличилась в 2,3 раза, удельный вес проверок организаций по отдыху и оздоровлению детей, а также водоснабжение и водоотведение остались на уровне прошлых лет – 5–6 %, при этом удельный вес проверок торговли, общественного питания и производство пищевых продуктов сократилось до 1–2 %.

В результате применения риск-ориентированной модели структура плана проверок на 2016 г. по классам опасности выглядит следующим образом (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика объектов надзора Амурской области, включенных в план проверок на 2016 г., по степени риска причинения вреда здоровью в соответствии с методическими рекомендациями [2]

Класс опасности	Характеристика риска причинения вреда здоровью	Результаты расчетов классов потенциальной опасности, %
1-й	Чрезвычайно высокий	0,2
2-й	Высокий	9,6
3-й	Значительный	29,0
4-й	Средний	54,0
5-й	Умеренный	7,2
6-й	Низкий	0

Проведенная работа показала, что численность работников как характеристика объекта надзора по критериям риска здоровью оказывает существенное влияние при отнесении субъектов и объектов к конкретному классу опасности.

Согласно методическим рекомендациям [3], «численность работников» формируется из штатного расписания, на основе информации хозяйствующих субъектов, территориальных отделов Федеральной службы социального страхования, а также других официальных источников информации и не всегда может являться объективной.

В последнее время в Амурской области широкое распространение получило развитие ведения хозяйственной деятельности, основанной на договорных отношениях в части аренды рабочей силы, а также договоров аутсорсинга. И, соответственно, работники, фактически осуществляющие деятельность на объекте, юридически не являются работниками того субъекта, которому принадлежит объект, и не попадают в расчет рисков.

Так, Управлением при проведении экспериментальных расчетов при варьировании численности работников одного объекта торговли при одних и тех же остальных исходных данных в результате расчетов класса опасности было обнаружено повышение класса опасности при увеличении численности работников от 40 до 101 человека, что необходимо учесть в дальнейшей разработке нормативно-правовых документов.

Список литературы

1. О внедрении методических рекомендаций в «пилотных» территориальных органах Роспотребнадзора: Приказ руководителя Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 1302 от 26.12.2014 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.rospotrebnadzor.ru/privat/ID=2847 (дата обращения: 20.03.2016).

2. О внедрении методических рекомендаций «Классификация хозяйствующих субъектов и видов деятельности по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: Приказ руководителя Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 1008 от 30.09.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.rospotrebnadzor.ru/privat/ID=4374 (дата обращения: 20.03.2016).

3. О внедрении методических рекомендаций «Расчет показателей, характеризующих численность населения под воздействием факторов потенциального риска причинения вреда здоровью человека объектами санитарно-эпидемиологического надзора: Приказ руководителя Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 1025 от 07.10.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.rospotrebnadzor.ru/privat/ID=4384 (дата обращения: 20.03.2016).

4. О Федеральном реестре юридических лиц и индивидуальных предпринимателей: Приказ руководителя Роспотребназора № 927 от 21.09.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.rospotrebnadzor.ru/privat/ID=2622 (дата обращения: 10.11.2015).

Использование методики оценки риска здоровью населения для обеспечения акустической безопасности территорий в зоне транспортировки полезных ископаемых

Д.Е. Курепин

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г. Санкт-Петербург, Россия

Согласно Федеральному закону «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения обеспечивается путем целого ряда действий и процедур, включая проведение социально-гигиенического мониторинга.

В Постановлении Правительства Российской Федерации № 60 от 02.02.2006 г. «Об утверждении положения о проведении социально-гигиенического мониторинга» ставятся задачи установления причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения.

Таким образом, оценка риска здоровью населения является важным этапом в достижении санитарного благополучия населения. Сверхнормативное акустическое воздействие, возникающее при транспортировке твердых полезных ископаемых (угля) железнодорожным транспортом, способно нанести весьма ощутимый вред здоровью населения, что требует проведения оценки риска акустического воздействия, а также разработки путей снижения данного воздействия. Для оценки риска здоровью населения от транспортного шума применяется методика на основе принятых рекомендаций [4].

Город Кемерово является важным промышленным центром в сфере добычи полезных ископаемых, в первую очередь, угля.

К крупным угольным месторождениям Кемеровской области относятся: «Талдинский угольный разрез» (12 876 тыс. т), «Бачатский угольный разрез» (9564 тыс. т), «Краснобродский угольный разрез» (6524,8 тыс. т), «Кедровский угольный разрез» (4956,8 тыс. т) [5].

Основными компаниями, разрабатывающими месторождения угля в Кемеровской области, являются ОАО «Кузбассразрезуголь» (средняя годовая добыча угля 47 млн т) и ОАО «СУЭК-Кузбасс» (средняя годовая добыча угля 32,6 млн т) [7].

Вместе с тем процесс транспортировки твердых полезных ископаемых железнодорожным транспортом способен оказывать серьезное акустическое воздействие на селитебную территорию городских агломераций.

Для анализа акустического воздействия процесса транспортировки твердых полезных ископаемых рассмотрим участок улицы Инициативная города Кемерово.

Транспортная сеть города устроена таким образом, что часть транзита твердых полезных ископаемых осуществляется через железнодорожные магистрали города, что создает акустическую нагрузку на жилые дома, находящиеся в непосредственной близости от железной дороги (рис. 1).

Рис. 1. Транспортная инфраструктура города Кемерово

Реальным подтверждением существующей проблемы сверхнормативного акустического воздействия является проведенная проверка Западно-Сибирской транспортной прокуратуры на основании коллективной жалобы жильцов многоквартирных домов на улицах Металлистов и Инициативной. Согласно заключениям специалистов, в квартирах жильцов и на прилегающей к домам детской площадке уровень шума в среднем превышает допустимый на 9–10 децибел в дневное время и на 15–21 децибел в ночное время [2].

Согласно выводам проверки, граница санитарного разрыва не соответствует нормативным показателям, дома находятся на расстоянии от 40 до 50 м от железной дороги, кроме того, не были выработаны специализированные мероприятия по снижению негативного акустического воздействия от железной дороги.

Из этого следует, что проблема сверхнормативного акустического воздействия при транспортировке твердых полезных ископаемых железнодорожным транспортом в г. Кемерово является весьма актуальной и требующей решения.

Для оценки акустического воздействия было проведено компьютерное моделирование участка улицы Инициативная при помощи программного комплекса АРМ «Акустика» версии 3.2.3 (рис. 2). Данный программный продукт предназначен для автоматизации процесса оценки, расчета и прогнозирования акустического воздействия источников шума на селитебную территорию.

Программа позволяет создать пространственный план исследуемой местности с учётом застройки и действующих источников шума (точечных и линейных и площадных). Чтобы рассчитать уровни акустического воздействия в любой точке плана на пространстве, а также для визуализации распространения шума на местности программный комплекс предусматривает построение карт шума и шумовых разрезов [3].

В качестве источника шума моделировались грузовые железнодорожные составы. Расчетные точки брались на расстоянии от 25, до 75 м и высотах 1,5, 5,20 и 30 м от источника шума.

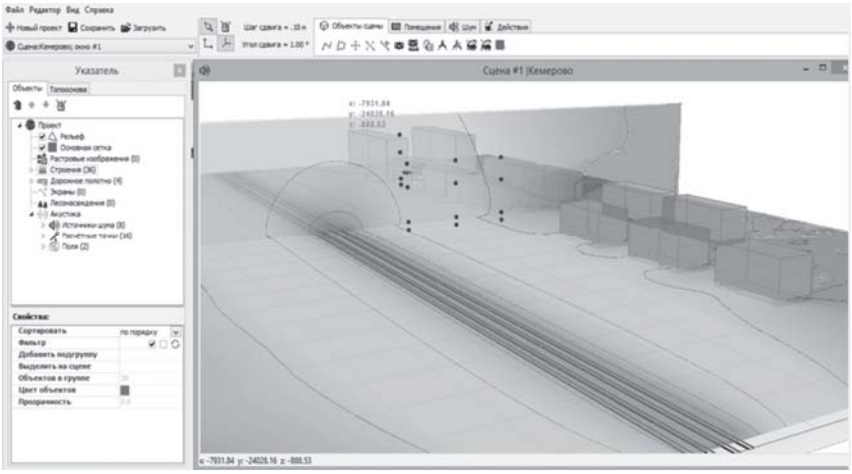


Рис. 2. Моделированный участок улицы Инициативная

Как показывают данные рис. 3, наблюдаются существенные превышения нормативных значений шума на всех расчетных точках, особенно на высоте 5 м (более 55 дБА в дневное время) для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам установленных согласно [6].

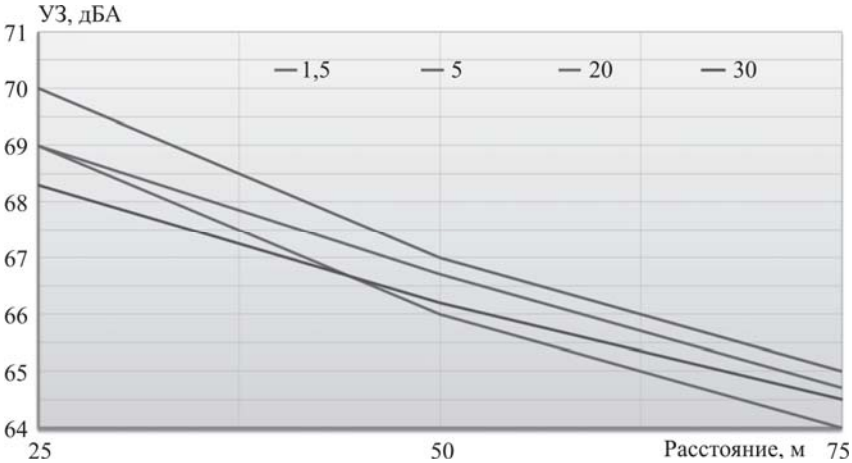


Рис. 3. Эквивалентный (L_{Aeq}) уровень звука в зависимости от расстояния

Значения максимального L_{Amax} и эквивалентного L_{Aeq} уровней звука (рис. 4), измеренных на расстоянии не менее 1 м от фасада здания [1], также находятся в значениях, существенно превышающих нормативные (55 дБА для эквивалентного и 70 дБА для максимального уровней звука).

Следующий этап в методике определения акустического воздействия на население, проживающее в зоне транспортировки полезных ископаемых железнодорожным транспортом, является расчет риска здоровью по методике [4]. Данная методика определяет последовательность в оценке риска здоровью населения, проживающего на селитебных территориях и подверженного внешнему воздействию

шума, источником которого является транспорт (автомобильный, железнодорожный). Цель данной методики заключается в идентификации факторов, представляющих потенциальную опасность жизни и здоровью человека от транспортного шума, а также прогнозирование изменения санитарно-гигиенической обстановки в условиях изменения внешнего акустического воздействия.

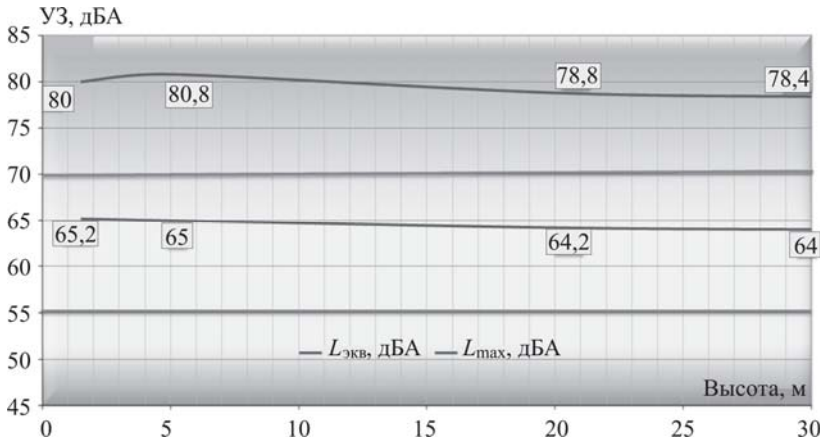


Рис. 4. Эквивалентный (L_{Aeq}) и максимальный уровни звука и (L_{Amax}) на расстоянии 1 м от фасада здания

Для оценки риска воспользуемся данными расчетной точки, расположенной на высоте 5 м и расстоянии 25 м от оси ближайшего магистрального железнодорожного пути. При эквивалентном уровне звука, равном 70 дБА, риск развития заболеваний примет следующий вид (таблица).

Результаты оценки риска для населения от воздействия шумового фактора при уровне шума в 70 дБА

Возраст, t	$R_{ос,ф}$	$R_{ссс,ф}$	$R_{нс,ф}$	$R_{ос}$	$R_{ссс}$	$R_{нс}$	$\Delta R_{ш} = R_{ш}^{Ai} - R_{ф}^{Ai}$			$\tilde{R}_{ш}^{Aсов} = \frac{\Delta R_{ш}^{Aсов}}{1 - R_{ф}^{Aсов}}$		
Лет	ос	ссс	нс	ос	ссс	нс	ос	ссс	нс	ос	ссс	нс
1	0,023	0,007	0,029	0,024	0,010	0,030	0	0,003	0,001	0	0,003	0,001
10	0,026	0,012	0,031	0,030	0,043	0,040	0,004	0,031	0,010	0,004	0,032	0,010
20	0,029	0,019	0,033	0,037	0,101	0,053	0,008	0,082	0,020	0,008	0,084	0,021
30	0,033	0,032	0,036	0,045	0,196	0,066	0,013	0,164	0,031	0,013	0,170	0,032
40	0,037	0,053	0,038	0,055	0,352	0,080	0,018	0,299	0,042	0,018	0,315	0,044
50	0,041	0,088	0,041	0,065	0,608	0,095	0,023	0,520	0,054	0,024	0,570	0,056
60	0,046	0,147	0,044	0,076	1,031	0,111	0,029	0,884	0,067	0,031	1,036	0,070
70	0,052	0,243	0,048	0,088	1,730	0,128	0,036	1,487	0,08	0,038	1,965	0,084

Примечание: риск низкий ≤0,05; риск умеренный 0,05–0,35; риск высокий 0,35–0,6; риск экстремальный ≥0,6.

Как показывают данные, наибольший риск развития заболеваний, связанный с шумовым фактором, приходится на органы сердечно-сосудистой системы человека (рис. 5). Высокая вероятность развития патологий сердечно-сосудистой системы наблюдается после 20 лет акустического воздействия.

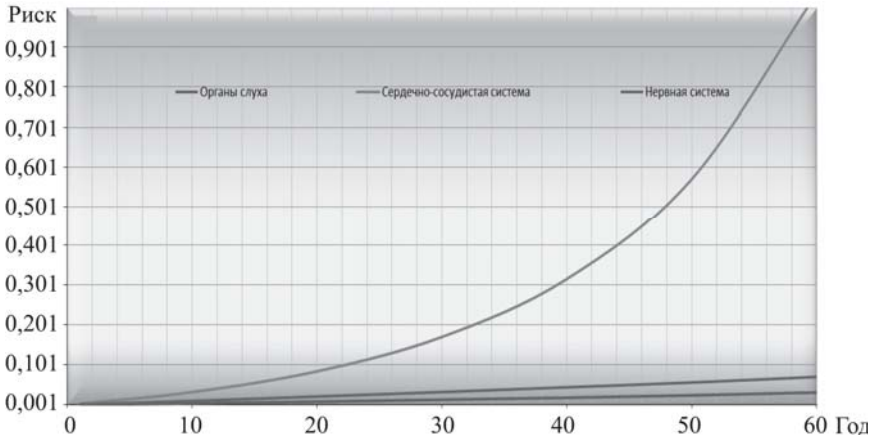


Рис. 5. Риск нарушений органов слуха, сердечно-сосудистой системы, нервной системы

Использование методики [4] при оценке риска здоровью населения от шума железнодорожного транспорта позволяет выявить факторы и системы (органы и системы органов), наиболее подверженные негативным изменениям от сверхнормативного акустического воздействия.

При сверхнормативном акустическом воздействии, вызванном транспортировкой твердых полезных ископаемых железнодорожным транспортом, наблюдается существенный риск развития патологий сердечно-сосудистой системы для населения, проживающего в зоне влияния железнодорожного транспорта. Необходимо проведение мероприятий по шумозащите территорий, прилегающих к железной дороге.

Мероприятия по снижению негативного воздействия необходимо проводить на основе комплексного подхода, включая использование полос зеленых насаждений, установку улучшенного остекления (стеклопакеты), установку акустических экранов, или принять решение о расселении жильцов домов.

После выполнения мероприятий по снижению шума необходимо проведение повторного анализа риска территорий с целью подтверждения правильности выбранных мер.

Список литературы

1. ГОСТ 20444-2014. Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. Дата введения 07.01.2015 г. – М.: Стандартинформ. – 18 с.

2. Западно-Сибирская транспортная прокуратура [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.zsproc.ru/news/2657.html (дата обращения: 20.03.2016)

3. Иванов А.В., Кузьмицкий А.М., Никифоров А.В. Оценка негативного шумового воздействия и риска здоровью населения с помощью программы АРМ «Акустика» 3D [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.noiseview.ru/papers/Acoustics3D.pdf (дата обращения: 18.03.2016)

4. МР 2.1.10.0059–12. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума. Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование РФ: Введ. 23.03.2012 г. – М., 2012. – 40 с.

5. ОАО Угольная компания «Кузбассразрезуголь» [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.kru.ru/ru/about/ (дата обращения: 24.03.2016)

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М: Минздрав РФ, 1996. – 9 с.

7. СУЭК [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.suek.ru/about/ (дата обращения: 24.03.2016)

К вопросу оценки риска для здоровья населения Санкт-Петербурга от водопроводной воды разводящей сети горячего водоснабжения по показателям социально-гигиенического мониторинга

Т.Е. Лим, И.А. Воецкий, М.А. Косьянов, И.В. Чернявская, А.А. Чухланцев, Е.М. Долгобородова

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург», г. Санкт-Петербург, Россия

В условиях современного развития общества ведение социально-гигиенического мониторинга является единственным механизмом получения объективной информации о состоянии здоровья человека и его зависимости от факторов среды обитания, на основании анализа которых может быть проведена оценка риска для здоровья населения, разработаны и осуществлены мероприятия по минимизации риска с учетом приоритетности средовых факторов и нозологических групп [1, 3, 5, 6].

Материалы и методы. В работе использовались результаты исследований воды системы горячего водоснабжения Санкт-Петербурга за 2013 г., полученные в ходе проведения социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург». В процессе оценки экспозиции устанавливалось количественное поступление химических веществ в организм следующими путями: пероральным (в результате употребления горячей питьевой воды) и ингаляционным (при принятии душа или ванны). Пероральный путь в данном случае нельзя считать приоритетным в плане формирования дозовой нагрузки, в связи с тем что, как правило, горячая вода не употребляется населением для питьевых нужд. Данное обстоятельство учтено в анализе неопределенностей. Температура горячей воды была принята за 60 ^{o}C, так как при повышении температуры воды хлороформ быстрее переходит в воздух, что обусловливает получение ингаляционным (и перкутанным) путем дозы, которая может в несколько раз превышать таковую при пероральном поступлении [2].

Водоснабжение Санкт-Петербурга осуществляется из поверхностных и подземных источников. Основным источником водоснабжения является река Нева. Вода из Невы проходит обработку на 5 крупных водопроводных станциях: Главной

водопроводной станции (ГВС); Северной водопроводной станции (СВС); Южной водопроводной станции (ЮВС); Волковской водопроводной станции (ВВС); Водопроводных очистных сооружениях (ВОС) г. Колпино.

В настоящее время около 70 % потребителей Санкт-Петербурга охвачено централизованной системой горячего водоснабжения, остальная часть снабжается от нецентрализованной системы горячего водоснабжения с использованием индивидуальных тепловых пунктов или местных водонагревателей. В основном используется открытая система горячего водоснабжения. В настоящее время все источники приготовления горячей воды переведены на воду питьевого качества от сетей ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Горячее водоснабжение по закрытой схеме в Санкт-Петербурге осуществляют ГУП «ТЭК Санкт-Петербурга» и ООО «Петербургтеплоэнерго». Общая подача горячей воды по закрытой схеме составляет 54 тыс. $м^3$/сут [4]. В Санкт-Петербурге горячая вода при закрытой схеме горячего водоснабжения не отбирается непосредственно из источника. Она готовится исключительно путем нагрева питьевой воды и соответствует показателям. Сведения о фактическом потреблении населением горячей питьевой воды сформированы исходя из статистических и расчетных данных и сведений о действующих нормативах потребления коммунальных услуг.

Действующий норматив удельного водопотребления коммунальной услуги по холодному и горячему водоснабжению в жилых помещениях в многоквартирных и жилых домах определен распоряжением комитета по тарифам Санкт-Петербурга № 250-р от 22.08.2012 г. «Об установлении нормативов потребления коммунальных услуг на территории Санкт-Петербурга». Все этапы забора, производства, подачи и реализации питьевой воды в Санкт-Петербурге охвачены приборным учетом. Таким образом, существующая система учета включает приборы учета, средства передачи данных и их обработки.

По состоянию на 2013 г. система социально-гигиенического мониторинга включала 129 мониторинговых точек исследования воды системы горячего водоснабжения. Перечни мониторинговых точек, перечни исследуемых показателей, кратность проведения исследований ежегодно утверждаются приказом руководителя Управления Роспотребнадзора по городу Санкт-Петербургу. Точки, в которых было отобрано и исследовано менее 12 проб в год, были исключены из исследования (всего 6).

Перечень показателей, на определение содержания которых ориентированы лабораторные исследования, зависит от типа точки. В точках на разводящей сети определялся 1 показатель – железо; на выходе из станций водоподготовки определялись железо, хлороформ и сероводород. Таким образом, в результате проведенной выборки количество исследованных проб для точек с ежемесячной кратностью отбора составило 12, а для точек с ежедневной кратностью отбора – 237 проб. Общее количество исследованных проб составило 3501, количество исследований на определение железа – 3501, сероводорода – 564, хлороформа – 564.

Для всех перечисленных веществ имеются утвержденные предельно допустимые концентрации (ПДК) в питьевой (горячей) воде. При анализе исследуемых загрязняющих веществ в питьевой (горячей) воде установлено, что наибольшие концентрации (и превышения ПДК) в горячей воде отмечаются по показателю «Железо», в то время как по остальным превышений ПДК не наблюдается, средние концентрации хлороформа составляют 0,05 ПДК, а сероводорода – 0,04 ПДК.

При выполнении работы по оценке риска для здоровья населения от воздействия химических веществ в воде горячего водоснабжения по данным мониторинговых исследований установлено:

1. Для оценки риска выбрано 3 загрязняющих вещества, в том числе: 1-го класса опасности – 1 (хлороформ (трихлорметан)), 2-го класса опасности – 1 (сероводород (дигидросульфид)), 3-го класса опасности – 1 (железо).

2. Приоритетными органами и системами, на которые могут оказывать неблагоприятное воздействие химические вещества, исследуемые в горячей воде, являются почки, печень, ЦНС, системы развития, т.е. органы-мишени при хроническом ингаляционном воздействии хлороформа.

3. В результате расчета и ранжирования уровней неканцерогенного риска установлено, что уровни хронического неканцерогенного риска при употреблении горячей воды, подаваемой населению Санкт-Петербурга, имеют допустимые значения по всем веществам как для взрослого населения, так и для детей (HQ<1,0).

Уровни суммарного хронического неканцерогенного риска при пероральном употреблении горячей воды взрослым и детским населением имеют допустимые значения по всем органам и/или системам.

Коэффициент опасности хронического неканцерогенного риска при ингаляционном пути поступления хлороформа, испаряющегося из горячей воды при принятии душа или ванны, как для взрослых, так и для детей не превышает единицы (HQ<1,0).

Суммарный индекс опасности (THI) для взрослых не превышает единицы. Приоритетным путем, формирующим наибольший вклад в суммарный неканцерогенный риск, является ингаляционный путь поступления хлороформа (95 %).

Суммарный индекс опасности (THI) для детей не превышает единицу. Приоритетным путем, формирующим наибольший вклад в суммарный неканцерогенный риск, является ингаляционный путь поступления хлороформа (89 %).

По влиянию на органы и системы наибольший вклад привносит ингаляционный путь поступления хлороформа. Наибольшему влиянию как у взрослых, так и у детей подвергаются следующие органы и системы: почки, печень, ЦНС, системы развития, т.е. органы-мишени при ингаляционном воздействии хлороформа. Уровни суммарного индекса опасности (HI) не превышают единицы.

4. По результатам проведенных расчетов можно сделать **вывод**, что значения индивидуального канцерогенного риска и общего канцерогенного риска (TCR) при пероральном и ингаляционном воздействии хлороформа как для взрослых (4,92E-06), так и для детей (4,43E-06) соответствуют второму диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-6}$, но менее $1 \cdot 10^{-4}$), что соответствует верхней границе приемлемого риска. При этом основной вклад в суммарный канцерогенный риск формируется за счет ингаляционного пути поступления хлороформа.

Популяционный канцерогенный риск при ингаляционном воздействии хлороформа (PCR) (взрослые) составил 19,8 дополнительного случая, при пероральном воздействии хлороформа (PCR) (взрослые) – 1,5 дополнительного случая. Для детей уровень риска по данному показателю составил (PCR) (дети) 2,6 случая. При пероральном употреблении горячей воды аналогичные уровни составили 1,5 случая для взрослых и 0,1 – для детей.

В целом, опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод об отсутствии значительного влияния на здоровье населения рассматриваемых химических веществ, содержащихся в горячей воде систем централизованного водоснабжения открытого типа. Рассчитанные уровни индивидуального канцерогенного риска соответствуют второму диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-6}$, но менее $1 \cdot 10^{-4}$) и подлежат постоянному контролю.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 4–11.

2. Егорова Н.А, Букшук А.А., Красовский Г.Н. Гигиеническая оценка хлорирования питьевой воды с учетом множественности путей поступления в организм // Гигиена и санитария. – 2013. – № 2. – С. 18–24.

3. Научно-методические подходы к классификации хозяйствующих субъектов по риску причинения вреда здоровью граждан для задач планирования контрольно-надзорных мероприятий / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, А.С. Сбоев // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 4. – С. 4–13.

4. Об утверждении схемы водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга на период до 2025 года с учетом перспективы до 2030 года / утв. Постановлением Правительства Санкт-Петербурга № 989 от 11 декабря 2013 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/822402702 (дата обращения: 15.02.2016).

5. 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.

6. Социально-гигиенический мониторинг – интегральная система оценки и управления риском для здоровья населения на региональном уровне / С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, О.В. Диконская, О.Л. Малых, С.В. Ярушин, С.В. Романов, А.С. Корнилков // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 30–32.

Механизмы формирования патологии щитовидной железы и нарушений физического развития у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов

К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, А.Ю. Вандышева, Ю.А. Ивашова

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

Обеспечение населения питьевой водой, соответствующей гигиеническим нормативам качества, относят в настоящее время к наиболее важным медицинским, гигиеническим, научно-техническим и социально-экономическим задачам [6, 8, 11]. По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году», доброкачественной питьевой водой обеспечено 63,9 % населения (93,2 млн чел.) за счет пре-

имущественно городских жителей (81,0 %). Вместе с тем число источников централизованного питьевого водоснабжения и доля водопроводов, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, остаются достаточно высокими – 15,7 и 17,8 %, число проб воды нецентрализованного водоснабжения, превышающих гигиенические нормативы, достигает 27 % [2].

В настоящее время сельское хозяйство является одним из ведущих потребителей воды открытых водоёмов, при этом значительное количество биогенных, в том числе органических азотсодержащих веществ попадает в водоисточники питьевого водоснабжения. При взаимодействии азотистых соединений с алифатическими и ароматическими аминами в водоемах создаются условия для накопления нитратов и образования N-нитрозаминов, токсичных и канцерогеноопасных веществ [4].

По результатам эпидемиологических исследований, за последние 3 года на фоне неуклонного снижения общей заболеваемости детей Пермского края (ПК) в ряде территорий, где доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию нитратов превышала 25 % (до 3,14 ПДК), имел место существенный прирост (до 62,6 %) нарушений физического развития и патологии эндокринной системы у детей. Показатели распространенности болезней щитовидной железы и ожирения за 2012–2014 гг. в 1,8–10,1 раза превышали показатель территорий, обеспеченных питьевой водой, соответствующей требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода» (по уровню болезней щитовидной железы – в 2,0–10,1 раза, ожирения – в 1,8–2,8 раза, других болезней эндокринной системы – в 1,9–5,5 раза) [9].

Негативное воздействие нитратов, поступающих с питьевой водой, на органы эндокринной системы и онтогенез детей в настоящее время связывают с их способностью изменять нейроэндокринную регуляцию обменных процессов и нарушать транспортную функцию системы крови в связи с образованием метгемоглобина. Нарушения тканевого дыхания и антиоксидантной защиты, структурно-функциональные отклонения со стороны щитовидной железы и дисрегуляция гипофизарно-надпочечникового звена гомеостаза создают основу для формирования нарушений физического развития у детей в условиях пероральной экспозиции нитратами [1, 3, 5, 7, 10, 12]. Вместе с тем патогенетические закономерности и клинические особенности формирования тиреоидной патологии и нарушений физического развития у детей, потребляющих питьевую воду неудовлетворительного качества по санитарно-химическим показателям, остаются малоизученными.

Цель исследования – изучить основные механизмы формирования патологии щитовидной железы и нарушений физического развития у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов.

Материалы и методы. Гигиеническая оценка качества питьевой воды на содержание азотистых соединений выполнена на примере территорий Пермского края, население которых постоянно потребляет воду централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с повышенным содержанием нитратов. Питьевое водоснабжение населения территорий исследования осуществляется из поверхностных водозаборов, для оценки качества которых использованы данные мониторинговых наблюдений за период 2012–2014 гг. (ТУ Роспотребнадзора по Пермскому краю) и натурных исследований (ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилак-

тических технологий управления рисками здоровью населения»). Оценка полученных концентраций азотистых соединений в питьевой воде выполнена на основании сравнительного анализа с предельно допустимыми концентрациями в воде централизованных систем питьевого водоснабжения 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».

Группу наблюдения составили 75 детей, постоянно проживающих в поселке городского типа (37 мальчиков и 38 девочек), в возрасте от 3 до 7 лет (5,3 ± 1,23 г.), посещающих дошкольное образовательное учреждение (ДОУ), и 83 ребенка (40 мальчиков и 43 девочек) в возрасте от 7 до 10 лет (8,1 ± 2,14 г.), обучающихся в общеобразовательной школе и потребляющих питьевую воду ненормативного качества по содержанию нитратов (от 1,1 до 3,14 ПДК, в концентрации 0,49–1,41 мг/л), процент нестандартных проб по NO_3 достигал 25–50 %. Группу сравнения составили 82 человека, посещающих детское дошкольное учреждение (5,1 ± 1,11 г.), и 94 ребенка, посещающих среднюю общеобразовательную школу № 1 (7,9 ± 2,03 г.) и потребляющих питьевую воду, соответствующую гигиеническому нормативу. Других загрязняющих питьевую воду веществ, превышающих ПДК и способных оказывать негативное влияние на эндокринную систему и гормоногенез на территориях исследования, выявлено не было, группы были сопоставимы по полу и возрасту ($p \geq 0{,}05$). При анализе медико-социальных анкет достоверных различий между группами по структуре, объёмам и калоражу питания, двигательной активности и социально-экономическим показателям не выявлено ($p \geq 0{,}05$).

Исследования образцов крови на содержание N-нитрозаминов (N-нитрозодиметиламина и N-нитрозодиэтиламина) выполняли методом хромато-масс-спектрометрии: газовый хроматограф «Agilent 7890A» (USA) с масс-селективным детектором 5975C и квадрупольным масс-анализатором. Режим ионизации электронным ударом при 70 эВ. Оценку содержания нитратов в моче детей выполняли с применением системы капиллярного электрофореза «Капель».

Углубленное клинико-лабораторное и функциональное обследование включало: 1) анализ амбулаторных карт развития (форма № 112/у), результатов углублённого осмотра врачами-специалистами (педиатр, эндокринолог), оценку физического развития, медико-социальное анкетирование; 2) исследование состояния основного обмена: уровня глюкозы, инсулина, общего холестерина, липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) и лептина в сыворотке крови; 3) определение общей антиоксидантной активности сыворотки (ОАС), содержания малонового диальдегида (МДА) в плазме крови, функциональной активности глутатион-S-трансферазы (Гл-S-Т), АСАТ; 4) анализ состояния тиреоидного гомеостаза (ТТГ, Т4 свободный, антитела к тиреоглобулину (АТ к ТГ) и тиреопероксодазе (АТ к ТПО), йод в моче); 5) изучение уровня метгемоглобина, кортизола, серотонина; 6) ультразвуковое сканирование щитовидной железы по стандартной методике на аппарате «Toshiba VIAMO» (Япония) с использованием линейного мультичастотного датчика. Лабораторная диагностика выполнялась по стандартным методикам с помощью спектрофотометра ПЭ-5300в («Экохим», Россия), биохимического «Konelab 20» («ThermoFisher», Финляндия) и иммуноферментного «Infinite F50» («Tecan», Австрия) анализаторов.

Анализ полученной информации осуществлялся статистическими методами («Statistica 6.0») и с помощью специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями «MS-Office». Сравнение групп по количественным признакам проводили с использованием двухвыборочного критерия Стьюдента; оценку зависимостей между признаками – методом корреляционно-регрессионного анализа для количественных переменных.

Результаты и их обсуждение. В ходе химико-аналитического исследования у детей группы наблюдения среднее содержание N-нитрозодиметиламина (0,00022 ± 0,0001 мкг/см^3) и N-нитрозодиэтиламина (0,002 ± 0,00012 мкг/см^3) в крови в 4,4–2,9 раза превышало показатель группы сравнения (0,00005 ± 0,00004 мкг/см^3 и 0,00068 ± 0,00009 мкг/см^3) (p = 0,05), нитратов в моче (49,22 ± 11,69 мг/дм^3) в 2,4 раза (20,2 ± 3,13 мг/дм^3) (p = 0,001).

При анализе медико-социальных анкет в группе наблюдения выявлены: у детей до 6 лет – сниженный вес при рождении, задержка темпов физического развития, наличие жалоб диспепсического характера и патологии ЖКТ – тошнота, боли и тяжесть в эпигастрии, отрыжка тухлым, сниженный аппетит (p = 0,04–0,05); у детей старше 6 лет – опережающие темпы физического развития, наличие неврологических жалоб на головные боли и нарушение зрения, ранний, в 3–5 лет, дебют ожирения (p = 0,03–0,05). Важно, что 68,5–76,7 % семей для приготовления пищи использовали водопроводную воду без дополнительной очистки (p = 0,45). В группах исследования у 39,2–35,3 % детей выявлена недостаточная физическая активность (в т.ч. активные игры на свежем воздухе менее 1 часа в сутки, отсутствие дополнительных занятий в спортивных секциях) (p>0,05).

В группе наблюдения нарушения физического развития и заболевания эндокринной системы занимали 3-е ранговое место в *структуре детской патологии* (31,4–37,3 %) и отмечались в 1,7–2,1 раза чаще (14,8–22,1 %), чем в группе сравнения (p = 0,042–0,049) (табл. 1). У детей дошкольного возраста в структуре заболеваемости преобладали нарушения питания – 32,3 % (белково-энергетическая недостаточность (E44.1, E46) – 16,8 %), что в 1,2 раза чаще (27,0 %), чем в группе сравнения (9,4–17,6 %, p = 0,19–0,05). У детей школьного возраста преимущественно диагностировались: избыточное питание (E67.8) – 20,8 % и ожирение (E66.0) – 4,6 %, что 3,6 раза чаще, чем в группе сравнения (2,3–4,7 %, p = 0,02–0,57). Относительный риск развития у детей группы наблюдения нарушений физического развития и эндокринной патологии был в 2,3 раза выше, чем в группе сравнения (OR = 2,35; DI = 1,22–4,53; p = 0,016).

Таблица 1

Структура нарушений физического развития и заболеваний эндокринной системы у детей групп исследования, %

Нозология	Группа наблюдения		Группа сравнения		*p1*	*p2*
	ДОУ	школа	ДОУ	школа		
Белково-энергетическая недостаточность (E44.1, E46)	**16,8**	4,6	**8,6**	4,7	**0,05**	1,0
Избыточное питание (E67.8)	15,5	**20,8**	9,0	**4,7**	0,19	**0,02**
Ожирение (E66.0)	–	4,6	2,3	2,3	0,37	0,57
Высокорослость (E34.4)	11,2	**13,8**	6,8	4,7	0,419	**0,049**
Низкорослость (E34.3)	5,6	–	4,5	2,3	0,72	0,317

Примечание: p1–2 – достоверность различий группы наблюдения с группой сравнения.

При *оценке физического развития* в группах наблюдения обращали на себя внимание дефицит массы тела у детей дошкольного возраста (25,0 %) и избыточность питания и высокорослость у детей школьного возраста (27,3–24,2 %), выявленные в 3,7–4,3 раза чаще, чем в группе сравнения (5,8; 7,3 и 9,7 % соответственно, p = 0,02–0,05). Нормальное физическое развитие выявлено у 43,7–60,6 % детей, что в 1,1–1,7 раза реже, чем на территории, отвечающей гигиеническим нормативам по содержанию нитратов в питьевой воде (73,1–65,8 %, p = 0,001–0,45). Сравнительная характеристика гармоничности развития выявила, что у детей групп наблюдения в 2,4 раза чаще по сравнению с детьми группы сравнения (20,4 и 8,4 % соответственно, p = 0,04) отмечалось дисгармоничное физическое развитие.

У детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов, установлена достоверная причинно-следственная связь вероятности нарушений физического развития (R^2 = 0,42–0,75; 64,9≤F≤162,3, p = 0,001) и патологии эндокринной (E00-E90) системы (R^2 = 0,3–0,8; 96,7≤F≥708,9; p = 0,001) с повышенным содержанием N-нитрозаминов в крови и нитратов в моче.

В *ходе лабораторного исследования* у 29,3 *% детей дошкольного возраста* установлено повышение уровня метгемоглобина в крови (0,174 ± 0,011 г/100 см^3) в 1,2 раза относительно группы сравнения (0,15 ± 0,01, г/100 см^3, p = 0,002). Выявлено достоверное снижение среднего содержания гемоглобина внутри эритроцита (332,743 ± 1,45 г/дм^3, p = 0,0001). Диагностировано нарушение детоксикационной функции печени, снижение содержания глутатион-S-трансферазы в сыворотке крови (62,5 ± 35,6 нг/см^3), показатели которых были в 2,2 раза ниже группы сравнения (134,3 ± 39,2, p = 0,0001). Частота регистрации проб со сниженным относительно физиологической нормы содержанием Гл-S-Т составила 100 %, что в 3,0 раза выше, чем в группе сравнения – 33,3 % (p = 0,03).

При *лабораторном исследовании в группе детей школьного возраста,* проживающих в условиях экспозиции нитратами, выявлена дисфункция нейроэндокринной регуляции и сниженное тиреоидное обеспечение. Содержание ТТГ у 40,0 % из них (1,83 ± 0,1 мкМЕ/см^3) в 1,2 раза превышало уровни группы сравнения (1,5 ± 0,2 мкМЕ/см^3, p = 0,02), при этом у 41,2 % детей выявлен сниженный в 1,14 раза уровень Т4 свободного (13,7 ± 0,3 пкмоль/л) относительно группы сравнения (15,6 ± 0,5, p = 0,02). У 22,5–44 % детей установлено повышение в 1,2–1,9 раза содержания антител к ТГ (22,8 ± 4,8 МЕ/см^3) и ТПО (3,43 ± 1,956 МЕ/см^3) относительно группы сравнения (18,5 ± 4,2 и 1,82 ± 0,6 МЕ/см^3 соответственно, p = 0,04–0,05). Содержание йода в моче в группах исследования не имело достоверных различий (10,1 ± 3,0 и 9,7 ± 2,5, p = 0,54), находилось на нижней границе физиологической нормы (10,0–50 мкг/100 см^3) и характеризовало районы исследования как территории лёгкого йодного дефицита. У 66,7 % детей группы наблюдения имело место повышение в 1,7–1,3 раза уровня инсулина (13,1 ± 1,2 мкМЕ/см^3) относительно группы сравнения (7,72 ± 2,9 мкМЕ/см^3) и физиологической нормы (10,0 ± 1,7 мкМЕ/см^3) (p = 0,01–0,05). Среднегрупповое содержание лептина (9,5 ± 1,21 нг/мл) находилось в пределах нормативных значений, вместе с тем у 66,7 % обследованных оно было в 1,6 раза ниже показателя группы сравнения – 15,9 ± 4,8 нг/мл (p = 0,05). У 40,0–56,2 детей выявлен повышенный в 1,1–1,3 раза уровень общего холестерина (4,3 ± 0,37 ммоль/дм^3), ЛПНП (2,8 ± 0,7 ммоль/дм^3) и АЛАТ 17,8 ± 3,9 ммоль/дм^3 против – 3,8 ± 0,27; 2,1 ± 0,8; 14,8 ± 1,1 ммоль/дм^3 соответственно в группе сравнения (p = 0,03–0,05). У 47,0 % детей установлено повышение относительно группы сравнения уровня кортизола

(460,7 ± 90,7 нм/см^3), что в 1,2 раза выше показателя сравниваемой группы (401,5 ± 55,0 нм/см^3) (p = 0,01), у 42,1 % – снижение уровня серотонина (80,2 ± 12,3 нг/мл) в 1,6 раза ниже относительно группы сравнения (127,6 ± 18,8 p = 0,001).

У детей школьного возраста также установлена активация процессов свободно-радикального окисления с накоплением продуктов пероксидации. Показатель конечного продукта перекисного окисления липидов – малоновый диальдегид в плазме крови обследованных детей – в среднем составил 3,5 ± 0,6 мкмоль/см^3, что достоверно в 1,2 раза выше аналогичного показателя в группе сравнения (3,0 ± 0,5 мкмоль/см^3, p = 0,05). Частота регистрации повышенного уровня МДА в плазме крови относительно верхней границы физиологической нормы у детей группы наблюдения составила 68,2 %, что в 1,4 раза выше, чем в группе сравнения – 46,5 % (p = 0,01). У трети детей обнаружено повышение интегрального показателя – общей антиоксидантной активности сыворотки крови (37,9 ± 1,6 %), что в 1,6 раза выше, чем в группе сравнения – 21 % (33,9 ± 1,6 %) (p = 0,001).

Установлена достоверная причинно-следственная связь: вероятности отклонения показателей, характеризующих дисфункцию нейроэндокринной регуляции с уровнем нитратов в моче (табл. 2).

Таблица 2

Параметры моделей «зависимости вероятности отклонения маркеров, характеризующих нейроэндокринную регуляцию с воздействием факторов среды обитания – экскреция нитратов с мочой» у детей групп исследования

Направление изменения	Показатель	*b0*	*b1*	*F*	R^2	*p*
Повышение	ТТГ	–3,166	0,021	2,02	0,12	0,04
Повышение	Кортизол	–3,058	0,041	137,8	0,52	0,001
Снижение	Серотонин	–2,199	0,025	42,43	0,25	0,001
Снижение	Т4 свободный	–3,713	0,026	56,7	0,57	0,001
Повышение	Малоновый диальдегид плазмы	0,311	0,02	51,08	0,29	0,001
Снижение	АОА	0,201	0,015	37,7	0,23	0,001
Повышение	Холестерин общий	–4,499	0,056	95,67	0,63	0,001
Повышение	АСАТ	–2,383	0,015	8,6	0,1	0,004

Примечание: p – достоверность отличия.

Вероятность повышения уровня ТТГ (R^2 = 0,12; F = 2,02, p = 0,04) и кортизола (R^2 = 052; F = 137,8, p = 0,001), снижения Т4 св. и серотонина (R^2 = 0,25–0,57; 42,4≤F≤56,7, p = 0,001) возрастает, при росте концентрации нитратов в моче; вероятность повышения АОА, МДА (R^2 = 0,23–0,29; 37,7≤F≤51,1, p = 0,001) и увеличения уровня общего холестерина и АСАТ (R^2 = 0,1–0,63; 8,6≤F≤95,7, p = 0,001–0,004) возрастает при повышении экскреции нитратов с мочой.

В группе наблюдения *ультразвуковые нарушения* щитовидной железы выявлены у 34,5 % обследованных детей школьного возраста, это в 2,6 раза больше, чем в группе сравнения (13,0 %, p = 0,02), при этом сравниваемые группы были равноценны по йодному обеспечению и имели легкую степень тяжести йодного дефицита по медиане йодурии (табл. 3).

Изменения объема железы регистрировались в 2,4 раза чаще в группе наблюдения (26,2 против 11,2 %, p = 0,02). У 13,1 % выявлено достоверное увеличение объема щитовидной железы относительно группы сравнения (5,6 %, p = 0,049),

у 10,7 % снижение тиреоидного объёма, не диагностируемое в сравниваемой группе (p = 0,004), что свидетельствует о нарушении развития органа и процессов регуляции со стороны гипоталамо-гипофизарных структур и приводит к снижению функции щитовидной железы на фоне экспозиции нитратами с питьевой водой.

Таблица 3

Результаты УЗ-исследования щитовидной железы у детей групп исследования (%)

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	p
Признаков патологии не выявлено	65,5	87,0	0,02
Гиперплазия щитовидной железы	13,1	5,6	0,049
Снижение тиреоидного объёма	10,7	0,0	0,004
Диффузные изменения щитовидной железы	13,1	5,6	0,049
Очаговые изменения щитовидной железы	6,0	1,9	0,045

Примечание: p – достоверность различий показателей у детей сравниваемых групп.

При сравнительной оценке групп, помимо объёмных отклонений, выявлены значимые изменения структуры щитовидной железы (19,1 %), которые диагностировались в 2,5 раза чаще, чем в группе сравнения (7,5 %) и проявлялись диффузными (13,1 %) и очаговыми (6,0 %) нарушениями (относительно 5,6 и 1,9 %, p = 0,045–0,049). Установлена достоверная причинно-следственная связь: вероятности формирования тиреоидных нарушений с уровнем нитратов в моче (R^2 = 0,52; F = 173,3; p = 0,001). Относительный риск развития патологии щитовидной железы был в 3,5 раза выше, чем в группе сравнения (OR = 3,52; DI = 1,73–7; p = 0,001), ультразвуковые характеристики щитовидной железы коррелировали с экскрецией нитратов с мочой – r = 0,14–0,15.

При сравнительной оценке данных ультразвукового исследования надпочечников выявлено, что у детей школьного возраста группы наблюдения толщина надпочечников находилась в пределах физиологической нормы (7,67 ± 1,04–8,07 ± ± 0,89 мм и 8,78 ± 1,07–9,78 ± 1,07 мм), однако была в 1,1–1,2 раза больше, чем в группах сравнения (p = 0,266–0,048), что косвенно свидетельствует о морфологической компенсации функциональной активности железы и подтверждается данными лабораторных исследований. Эхо-структура надпочечников была однородной и не отличалась в сравниваемых группах ($p \geq 0,05$). У 38,9 % детей выявлены ультразвуковые признаки умеренного (реактивного) диффузного поражения печени (OR = 1,32; $p \leq 0,05$).

Выводы. Таким образом, результаты клинико-лабораторных исследований формирования эндокринной патологии (нарушения щитовидной железы и физического развития) у детей, потребляющих питьевую воду ненадлежащего качества по содержанию азотистых веществ (0,49–1,41 мг/л по NO_3), выявили значимые клинико-функциональные и лабораторные отклонения, которые зависили от длительности экспозиции, возраста и сопутствующего соматического статуса обследованных. Установлено, что активное метгемоглобинобразование с нарушением тканевого дыхания и функционирования ферментных систем печени с развитием белково-энергетической недостаточности (E44.1-E46) наиболее актуально для детей младшего возраста (до 6 лет) и детей с патологией ЖКТ, в то время как у детей старшего возраста (6–10 лет) наблюдаются преимущественные отклонения со стороны нейроэндокринной регуляции и антиоксидантной защиты, с потенцированием соматического развития и увеличением весо-ростовых показателей (E66.0-E67.8).

В качестве основных механизмов негативного перорального воздействия азотсодержащих соединений (нитраты, нитриты, N-нитрозамины) выступают дисфункция нейроэндокринной регуляции, обусловленная нарушением механизмов соподчинения и обратной связи гипоталамо-надпочечниковой и гипоталамо-тиреоидный осей, с развитием субклинического гипотиреоидного состояния, снижение функциональной активности ферментных систем биотрансформации продуктов метаболизма в печени, подавление антиоксидантной защиты и нарушение транспортной функции системы крови.

Выполненные исследования позволяют сформировать комплекс информативных биохимических показателей диагностики патологии щитовидной железы и нарушений физического развития, ассоциированных с потреблением нитратов, разработать и реализовать технологии профилактики формирующихся метаболических и функциональных нарушений обменных процессов у детей.

Список литературы

1. Ажипа Я.И. Реакция эндокринных желез на нитратную интоксикацию // Эндокринная система организма и вредные факторы внешней среды: матер. 2-й всес. конференции. – Л., 1983. – С. 7–10.

2. Бастраков С.И., Николаев А.П. Оценка риска качества питьевой воды для здоровья населения // Санитарный врач. – 2013. – № 3. – С. 9 –10.

3. Бухарова Е.М. Влияние факторов городской среды на физическое развитие и состояние здоровья детей // Здравоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 5. – С. 18–21.

4. Возможности эндогенного образования нитрозаминов в желудочном соке *in vitro* / С.М. Галачиев, Л.М. Макоева, Ф.К. Джиоев, Л.Х. Хаева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1 (7). – С. 1678–1680.

5. Иванова А.С., Пахрова О.А., Назаров С.Б. Состояние эритроцитарной системы белых крыс при длительной нитратной интоксикации // Гигиена и санитария. – 2004. – № 1. – С. 58–60.

6. 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. 4–14.

7. Лужецкий К.П., Устинова О.Ю., Землянова М.А. Тиреоидный профиль и антиоксидантный статус у детей в условиях природного дефицита эссенциальных микроэлементов и ингаляционного воздействия струмогенов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 5–2. – С. 723–727.

8. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 5–9.

9. Отчет о научно-исследовательской работе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» / Научно-методические обоснования методов диагностики, профилактики и коррекции у детей нарушений физического развития, ассоциированных с химическими техногенными факторами, тропными к эндокринной системе. Номер госрегистрации 115050610155. – М., 2015.

10. Рожков И.М. Структурно-функциональные изменения в системе «аденогипофиз-периферийные эндокринные железы» в условиях длительного действия нитратов и ее коррекции: автореф. дис. … д-ра биол. наук. – Киев: Киевский национальный университет, 2006. – 240 с.

11. Устинова О.Ю., Вандышева А.Ю., Аминова А.И. Особенности антропометрического и морфофункционального статуса детей дошкольного возраста, проживающих на территории с неблагополучным состоянием сети хозяйственно-питьевого водоснабжения // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения: материалы 2-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под общ. ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, чл.-корр. Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2011. – С. 45–49.

12. Nitrate and Nitrite in Drinking-water. Draft background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality 24 November 2015 [Электронный ресурс]. –URL: http: //www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitrate-nitrite-background-24nov-v2.pdf (дата обращения: 24.03.2016)

Состояние источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и здоровье населения г. Медногорска

Т.М. Макарова[1], В.Ю. Коновалов[2], Г.В. Садчикова[2], А.А. Неплохов[2,3], Е.Г. Плотникова[1], Е.М. Гусельникова[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Оренбургской области, г. Оренбург, Россия
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области», г. Оренбург, Россия
[3]ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Оренбург, Россия

Проблема обеспечения доброкачественной питьевой водой – одна из важнейших приоритетных задач, решение которой необходимо для сохранения здоровья населения.

Оценка влияния питьевой воды на здоровье населения является важнейшим компонентом комплексного анализа, устанавливающего зависимости между воздействием факторов окружающей среды и состоянием здоровья [6]. Химические компоненты питьевой воды (алюминий, хлор, мышьяк, марганец, свинец, формальдегид, кадмий и др.), являясь патогенетическими факторами риска, увеличивают вероятность возникновения самых разнообразных болезней и патологических состояний [1]. Для обеспечения гарантированной безопасности питьевой воды необходимо принятие стратегии управления и развития водохозяйственного комплекса,

включающей реализацию мер, направленных на сохранение здоровья населения, внедрение эффективных технологий водоподготовки, информативных и надежных подходов к оценке безопасности питьевой воды. Одним из приоритетных направлений исследований на современном этапе развития гигиены окружающей среды в нашей стране является разработка и использование методов интегральной оценки качества питьевой воды [3, 4].

На основании вышеизложенного была выполнена интегральная оценка качества питьевой воды с оценкой состояния здоровья населения г. Медногорска.

Интегральная оценка питьевой воды проведена при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой, подаваемой населению из Рамазановского водозабора г. Медногорска, на основании результатов лабораторных исследований за 2011–2014 гг. Исходной информацией послужили пробы, отобранные организацией, обеспечивающей водоснабжение г. Медногорска – ООО «ВодоСнабжение» (скважины) и пробы ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области» (скважины, насосная и разводящая сеть). Интегральная оценка питьевой воды выполнена по показателям химической безвредности в соответствии с МР 2.1.4.0032–11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности», алгоритм оценки включал: 1) оценку появления ольфакторно-рефлекторных эффектов; 2) оценку неканцерогенных эффектов (беспороговая модель); 3) оценку канцерогенных эффектов; 4) оценку интегрального показателя (суммация эффектов).

По данным проведенных расчетов установлено, что риск ольфакторно- рефлекторных эффектов в питьевой воде на всех этапах оценки (в скважинах, на насосной станции, из разводящей сети (в том числе в мониторинговой точке)) не превышал приемлемого уровня (0,1).

Наибольший вклад в интегральный показатель безвредности питьевой воды из Рамазановского водозабора г. Медногорска вносят вещества, обладающие канцерогенным эффектом воздействия (97,4 %). В расчет канцерогенного риска включены 15 веществ, из которых наиболее значимыми являются в скважинах 6 веществ (по данным ООО «ВодоСнабжение»): мышьяк, свинец, бенз(а)пирен, бериллий, кадмий, хром $^{+6}$; в скважинах 5 веществ (по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в Оренбургской области»): мышьяк, свинец, бенз(а)пирен, бериллий, кадмий; на насосной станции 13 веществ: мышьяк, свинец, хром $^{+6}$, 2,4-Д, бенз(а)пирен, хлороформ, тетрахлорметан, 1,2-дихлорэтан, тетрахлорэтилен, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромоформ, трихлорэтилен; в разводящей сети, в том числе в мониторинговой точке, 14 веществ: мышьяк, свинец, хром$^{+6}$, 2,4-Д, бенз(а)пирен, бензол, хлороформ, тетрахлорметан, 1,2-дихлорэтан, тетрахлорэтилен, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромоформ, трихлорэтилен. Значение суммарного канцерогенного риска превысило величину приемлемого риска, основной вклад в неприемлемый уровень канцерогенного риска вносят мышьяк (от 60 до 93 %) и хром$^{+6}$ (от 21 до 37 %).

В анализ оценки неканцерогенного риска включено 31 химическое вещество питьевой воды, обладающее санитарно-токсикологическим эффектом воздействия: мышьяк, свинец, хром$^{+6}$, 2,4-Д, бенз(а)пирен, бензол, хлороформ, тетрахлорметан, 1,2-дихлорэтан, тетрахлорэтилен, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромоформ, трихлорэтилен, медь, молибден, никель, нитраты, нитриты, ртуть, фтор, бор, селен, йод и т.д. Результаты проведенных расчетов показали, что суммарный неканцерогенный риск превышает приемлемый уровень в воде скважин. В разво-

дящей сети, в том числе и в мониторинговой точке, значения риска не превышают приемлемого уровня. Наибольший вклад в уровень суммарного риска развития токсических эффектов вносят: никель, хром$^{+6}$, свинец, мышьяк, содержащиеся в пределах гигиенических нормативов.

С учетом особенностей воздействия химических веществ, обладающих ольфакторно-рефлекторным, санитарно-токсикологическим и канцерогенным эффектом воздействия, проведена оценка интегрального показателя качества питьевой воды.

Интегральный показатель качества питьевой воды данного водозабора превышает приемлемое значение за счет уровня канцерогенного риска.

Результаты интегральной оценки, перечисленные выше, нельзя считать абсолютно точными из-за наличия неопределенностей, присутствующих при выполнении подобных работ. К ним необходимо отнести: погрешность лабораторных методов при проведении исследований (по мышьяку), чувствительность методик, влияющих на полученные фактические концентрации, неопределенности, связанные с неравным количеством выполненных исследований по каждому из ингредиентов за исследуемый период (что оказывает влияние на репрезентативность полученных значений средних концентраций) [2].

На следующем этапе дана оценка первичной заболеваемости всего населения г. Медногорска, детского населения, в том числе и по показателям заболеваемости злокачественными новообразованиями за период с 2006 по 2014 г.

По данным статистических сборников Министерства здравоохранения Оренбургской области, в 2014 г. показатель первичной заболеваемости *всего населения* Медногорска составил 989,5 на 1000 всего населения (2-е ранговое место среди территорий Оренбургской области). Данный показатель превысил областной на 25,6 %. За исследуемый период (2006–2014 гг.) наибольший показатель первичной заболеваемости всего населения Медногорска зарегистрирован в 2014 г. (рис. 1).

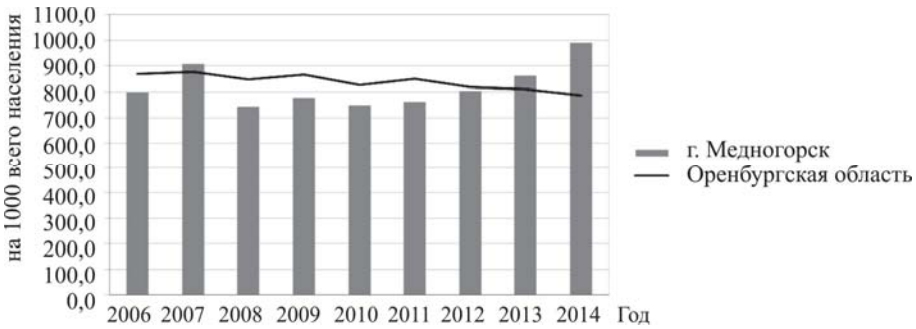


Рис. 1. Динамика показателя первичной заболеваемости всего населения г. Медногорска и Оренбургской области с 2006 по 2014 г.

В структуре первичной заболеваемости *всего населения* Медногорска на первом месте болезни органов дыхания (37,4 %), на втором – болезни органов пищеварения (23,1 %), на третьем – травмы и отравления (10,2 %), на четвертом – болезни кожи и подкожной клетчатки (5,2 %), на пятом – болезни мочеполовой системы (5,0 %), на шестом – болезни глаза и его придаточного аппарата (4,0 %).

В 2014 г. показатель первичной заболеваемости *детского населения* Медногорска составил 2026,4 на 1000 всего населения (3-е ранговое место среди территорий Оренбургской области). Данный показатель превысил областной на 21,7 %. За исследуемый период (2006–2014 гг.) наибольший показатель первичной заболеваемости детского населения Медногорска зарегистрирован в 2007 и 2014 г. (рис. 2).

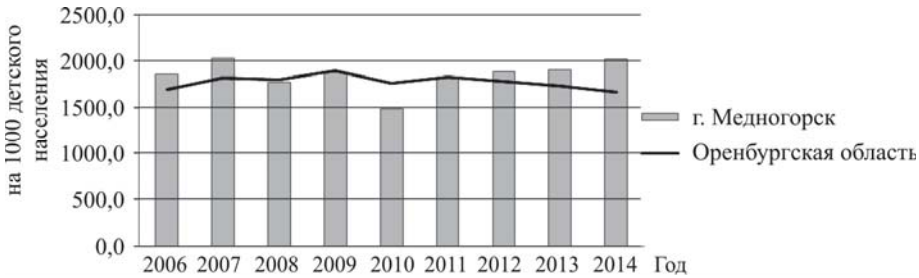


Рис. 2. Динамика показателя первичной заболеваемости детского населения г. Медногорска и Оренбургской области с 2006 по 2014 г.

В структуре первичной заболеваемости *детского населения* Медногорска на первом месте – болезни органов дыхания (64 %), на втором – болезни органов пищеварения (11 %), на третьем – травмы и отравления (5,3 %), на четвертом – инфекционные болезни (4,6 %), на пятом – болезни кожи и подкожной клетчатки (3,9 %), на шестом – болезни уха (3,7 %).

В динамике показателя первичной заболеваемости всего населения, в том числе и детского, отмечается устойчивая тенденция к росту (рис. 1, 2).

Первичная заболеваемость злокачественными новообразованиями населения г. Медногорска в 2006–2014 гг. превышает областное значение (рис. 3), занимая – 4-е ранговое место (по среднемноголетнему показателю среди территорий Оренбургской области).

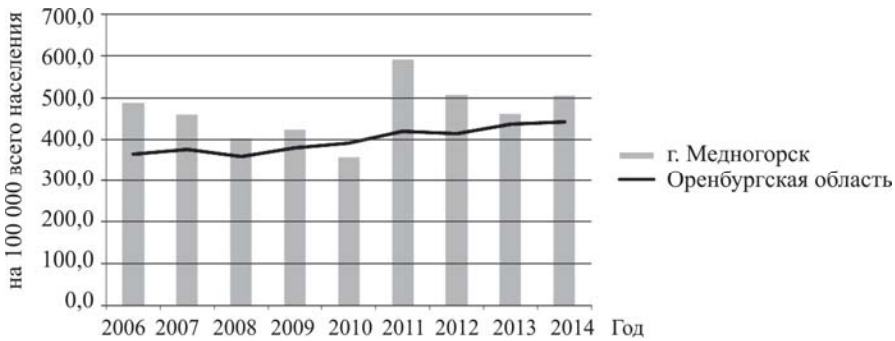


Рис. 3. Динамика показателя первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями всего населения г. Медногорска и Оренбургской области с 2006 по 2014 г.

Выводы:

1. Существующее качество питьевой воды, подаваемой потребителям, не обеспечивает безвредность для здоровья населения. Прежде всего оно обусловлено содержанием в питьевой водопроводной воде химических веществ, обладающих канцерогенными свойствами, а именно мышьяка и хрома. Следовательно, требуется проведение дополнительных мероприятий по водоподготовке и обеспечению надлежащего качества питьевой воды в г. Медногорске.

2. Показатели первичной заболеваемости всего населения г. Медногорска, в том числе детского, превышают областные значения. В структуре первичной заболеваемости лидируют болезни органов дыхания, пищеварения, травмы и отравления.

3. Показатель первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями населения г. Медногорска на протяжении последних лет значительно выше, чем по Оренбургской области.

Список литературы

1. К вопросу о региональном нормировании химических веществ в воде Архангельской области / И.И. Бобун, С.И. Иванов, Т.Н. Унгуряну, А.Б. Гудков, Н.К. Лазарева // Гигиена и санитария. – 2011. – № 3. – С. 91–95.

2. К вопросу оценки риска для здоровья населения Санкт-Петербурга при употреблении питьевой воды в зависимости от зоны обслуживания водопроводных станций / В.И. Курчанов, Т.Е. Лим, И.А. Воецкий, Е.М. Долгобородова // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: матер. VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Пермь, 13–15 мая 2015 г.) / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2015. – С. 182–185.

3. Красовский Г.Н., Рахманин Ю.А., Егорова Н.А. Гигиеническое обоснование оптимизации интегральной оценки питьевой воды по индексу качества воды // Гигиена и санитария. – 2015. – № 5. – С. 5–10.

4. Мельцер А.В., Киселев А.В., Ерастова Н.В. Гигиеническое обоснование оценки качества питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности с использованием методологии оценки риска здоровью населения // Профилактическая и клиническая медицина. – 2015. – № 3 (56). – С. 12–17.

5. Оценка вклада факторов среды обитания в формирование демографической ситуации на региональном уровне / Н.Е. Вяльцина, В.М. Боев, Н.Н. Верещагин, В.В. Боев, Н.В. Туева // Гигиена и санитария. – 2009. – № 4. – С. 20–21.

6. Рахманин Ю.А. 100 лет законодательного регулирования качества питьевой воды, ретроспектива, современное состояние и перспективы / Ю.А. Рахманин, Г.Н. Красовский, Н.А. Егорова, Р.И. Михайлова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 5–17.

Состояние адаптационных механизмов у детей с хроническими заболеваниями органов дыхания в условиях загрязнения воздуха химическими соединениями техногенного происхождения

О.А. Маклакова, О.Ю. Устинова, А.С. Яковлева

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

За последние пять лет в Российской Федерации отмечается снижение общей заболеваемости детского населения на 12 %. Однако в 2014 г. по данным официальной статистики в 30 субъектах Российской Федерации показатели заболеваемости детей хроническими бронхитами, бронхиальной астмой были выше среднероссийского уровня [7].

В настоящее время в атмосферном воздухе промышленных центров присутствует смесь химических загрязнителей от предприятий и автотранспорта, включающая взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид азота, ароматические углеводороды, формальдегид и другие [6, 8]. Несмотря на то что в последние годы отмечается снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха, в 2014 г. напряженная ситуация по качеству атмосферного воздуха имела место в Уральском, Дальневосточном и Сибирском округах [8]. Проведенные исследования последних лет показывают, что напряженная экологическая ситуация создает риск формирования нарушений состояния здоровья детского населения [2, 3, 4, 9].

Согласно данным ряда исследований показано, что уровень функционирования кардиореспираторной системы является индикаторным показателем адаптивных реакций организма. Установлено, что присутствие техногенных химических веществ в организме приводит к развитию специфических и неспецифических нарушений адаптации, кардиореспираторной системы, проявляющихся как развитием преморбидных состояний, так и тенденцией к хронизации заболеваний [1, 3, 5, 9]. В связи с этим особое значение имеет изучение функциональных показателей кардиореспираторной, вегетативной систем и нервно-психического состояния, отражающих степень их адаптированности к условиям среды обитания. Выявление и характеристика преморбидных состояний организма при развитии процессов дезадаптации является важным направлением исследования для последующей выработки мероприятий по сохранению здоровья детей в реальных условиях проживания.

Цель исследования – выявить особенности адаптационных механизмов у детей с хроническими заболеваниями органов дыхания в условиях загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами, бензолом, толуолом, фенолом и формальдегидом.

Материалы и методы. Для оценки состояния адаптационных механизмов у детей с хроническими заболеваниями органов дыхания, ассоциированными с воздействием взвешенных веществ, бензола, толуола, фенола и формальдегида, обследовано 82 ребенка с бронхиальной астмой и рецидивирующим бронхитом в перио-

де ремиссии в возрасте 6–13 лет. Группу наблюдения составили 43 человека (средний возраст 9,8 ± 0,53 г.; 47,6 % мальчиков и 52,4 % девочек), проживающих на территориях Пермского края с неудовлетворительным качеством атмосферного воздуха по санитарно-химическим показателям. По данным систематических натурных исследований, проведённых ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» в 2013–2014 гг. в рамках социально-гигиенического мониторинга, на территориях проживания детей группы наблюдения отмечено превышение содержания взвешенных частиц до 1,8–2,2 $ПДК_{мр}$, формальдегида – до 1,1 $ПДК_{мр}$, уровень бензола, толуола и фенола обнаруживался ниже 1,0 ПДК. В группу сравнения вошли 39 детей (средний возраст 9,3 ± 0,55 г.; 53,5 % мальчиков и 46,5 % девочек), проживающих в условиях санитарно-гигиенического благополучия. Группы были сопоставимы по гендерному, возрастному и социальным критериям.

Медико-биологические исследования проводились в соответствии с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1975 г., с доп. 1983 г.), и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP) и включали медико-социальное анкетирование, клиническое, функциональное и инструментальное обследование. Для оценки состояния дыхательной системы выполняли спирографии с измерением жизненной ёмкости лёгких и тестом с форсированным выдохом на компьютерном спирографе «Schiller SP-10» (RU, ООО «Экомед+», 1999) и импульсную осциллометрию с применением оборудования фирмы «Erich Jaeger» (Германия). Исследование электрофизиологической функции миокарда проводили путем записи электрокардиограммы (ЭКГ) на аппарате «Schiller AT-10plus»; изучение состояния различных звеньев вегетативной нервной системы – с помощью кардиоритмографической программы «Поли-Спектр» по стандартной методике. Психоэмоциональное напряжение оценивали с помощью модифицированного теста М. Люшера с расчетом интерпретационных коэффициентов, разработанных Г.А. Аминевым, показателя суммарного отклонения (СО) от аутогенной нормы и вегетативного коэффициента по формулам А.И. Юрьева и К. Шипова.

Химико-аналитическое исследование включало определение в крови детей алифатических альдегидов (формальдегида) – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по МУК 4.1.2111-06; ароматических углеводородов (бензола, толуола) и фенола – методом газовой хроматографии в соответствии с МУК 4.1.765-99 и МУК 4.1.2108-06.

Анализ полученной информации осуществлялся статистическими методами («Statistica 6.0») и с помощью специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями «MS-Office». Достоверность численных значений оценивалась по критериям Фишера, Стьюдента; оценку зависимостей между признаками выполняли по расчету показателя отношения шансов (*OR*) и его доверительного интервала (*DI*). Критерием наличия связи являлось $OR \geq 1$ [11].

Результаты и их обсуждение. В ходе химико-аналитического исследования у детей группы наблюдения установлено присутствие в крови бензола (0,013 ± 0,0024 мг/дм^3) и толуола (0,025 ± 0,0047 мг/дм^3), которые отсутствовали у детей сравниваемой группы ($p = 0{,}001$). Концентрация фенола в крови детей группы наблюдения была в 3,2 раза достоверно выше показателя группы сравнения (0,013 ± 0,005 мг/дм^3 и 0,0041 ± 0,004 мг/дм^3 соответственно, $p = 0{,}01$). Содержание формальдегида в крови определялось на уровне 0,0057 ± 0,0016 мг/дм^3, что статистически значимо превышало показатель группы сравнения (0,0025 ± 0,0011 мг/дм^3, $p = 0{,}001$).

При анализе медико-социальных анкет достоверных различий между группами по социальным показателям не выявлено. Установлено, что родители детей группы наблюдения достоверно чаще указывали на наличие у детей жалоб психовегетативного характера в виде быстрой утомляемости (46,5 и 23,1 %, $p = 0{,}027$), головных болей (37,2 и 17,9 %, $p = 0{,}03$), слабости (37,2 и 15,4 %, $p = 0{,}02$), повышенной раздражительности (34,8 и 20,5 %, ОШ = 1,59, $p = 0{,}07$) и тревожности (16,3 и 7,7 %, ОШ = 2,33, $p = 0{,}14$). Кроме того, боли в области сердца или перебои ритма при физической нагрузке отмечали 23,3 % детей, проживающих на территории с загрязнением атмосферного воздуха техногенными химическими веществами, что в 2,2 раза чаще по отношению к сравниваемой группе (10,3 %, ОШ = 2,72, $p = 0{,}07$). Относительный риск появления жалоб вегетативного характера был в 2,9 раза выше в группе наблюдения ($OR = 2{,}9$; $DI = 1{,}11–7{,}54$; $p = 0{,}047$).

При оценке цветового теста М. Люшера выявлено, что у обследованных детей показатель продуктивности нервно-психической напряженности (коэффициент суммарного отклонения от аутогенной нормы СО) находился в диапазоне 14,09 ± 2,08 до 16,34 ± 1,58 балла, что соответствует статистической средневыборочной норме. Однако в группе наблюдения отклонения от нормы встречались в 2,38 раза чаще сравниваемой группы (61,3 и 25,7 % соответственно, $p = 0{,}004$), что свидетельствовало о наличии у большинства детей непродуктивной напряженности и повышенной утомляемости. Преобладание отрицательных эмоций выявлено у 12,9 % обследованных группы наблюдения (группа сравнения 2,9 %, $p = 0{,}12$). Относительный риск развития нарушений адаптационных процессов со стороны эмоциональной сферы в группе наблюдения был в 5,04 раза выше группы сравнения ($OR = 5{,}04$; $DI = 0{,}55–25{,}53$; $p = 0{,}28$). Кроме того, низкая работоспособность и истощение резервных возможностей (вегетативный коэффициент) встречались в 1,5 раза чаще у детей, проживающих на территории с загрязнением атмосферного воздуха химическими веществами техногенного происхождения.

Оценка функции внешнего дыхания показала, что у детей группы наблюдения жизненная емкость легких была в 1,24 раза меньше, чем у обследованных группы сравнения ($p = 0{,}012$). Кроме того, у детей группы наблюдения выявлено достоверное снижение объемных скоростных показателей (MEF 50, MEF 25, MEF 25–75) на уровне средних и мелких бронхов ($p = 0{,}001–0{,}002$) (табл. 1).

Таблица 1

Среднегрупповые показатели спирограммы обследованных детей ($M \pm m$), %

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	p^*
SVC	95,46 ± 13,22	118,36 ± 13,07	0,012
MEF 50	87,58 ± 5,35	105,02 ± 8,57	0,001
MEF 25	80,14 ± 8,66	102,56 ± 5,45	0,002
MEF 25–75	72,59 ± 10,17	97,95 ± 11,18	0,001

Примечание: p^* – достоверность различий показателей у детей сравниваемых групп.

Согласно данным импульсной осциллометрии, у 23,8 % детей, проживающих в условиях аэрогенного воздействия техногенных факторов среды обитания, отмечались признаки периферической обструкции дыхательных путей в период ремиссии хронических заболеваний органов дыхания (в группе сравнения 7,5 %, $p = 0{,}028$). Относительный риск развития периферической обструкции был в 3,84 раза выше в группе наблюдения ($OR = 3{,}84$; $DI = 1{,}04–14{,}31$; $p = 0{,}06$).

Результаты функционального исследования сердца показали, что у 60,9–56,4 % детей, проживающих на исследуемых территориях, отмечались нарушения электрофизиологических свойств миокарда в виде нарушения процессов возбудимости, проводимости и автоматизма (p = 0,65). Синусовая аритмия и брадикардия встречались в группах примерно с одинаковой частотой и не имели достоверных различий (40,6 против 48,7 % в группе сравнения, p = 0,42). Синусовая тахикардия достоверно в 3,1 раза чаще регистрировалась у детей группы наблюдения (15,6 против 5,1 % группы сравнения, p = 0,001). Изменения процессов проводимости миокарда в виде неполной блокады правой ножки пучка Гиса и нарушения внутрижелудочковой проводимости регистрировались в 2,1 раза чаще у детей группы наблюдения (21,9 против 10,3 % группы сравнения, p = 0,07). В целом относительный риск развития нарушений процессов возбудимости и проводимости миокарда у детей группы наблюдения в 2,4 раза превышал аналогичный у детей группы сравнения (OR = 2,41; DI = 0,95–6,11; p = 0,1).

Анализ показателей кардиоинтервалографии показал, что у детей группы наблюдения преобладал эйтонический тип исходного вегетативного тонуса (36,8 %), симпатико-тонический и ваготонический варианты встречались с одинаковой частотой (31,6 %); в группе сравнения чаще встречалась ваготония (40 %), а симпатикотония диагностировалась в 1,4 раза реже (23,3 %), чем в группе наблюдения (31,6 %, p = 0,45).

Спектральный анализ вегетативной регуляции сердечного ритма выявил у детей, проживающих в неблагоприятных условиях среды обитания, снижение активности парасимпатического отдела автономной нервной системы (TP, LF/HF, HF, %) на фоне возрастающего влияния нейрогуморального и метаболического механизма регуляции (VLF, %), что свидетельствовало о повышенном функциональном напряжении механизмов адаптации. В то время как у детей группы сравнения преобладал парасимпатический тип автономной нервной регуляции сердечного ритма (HF, % и LF, %) (табл. 2).

Таблица 2

Показатели спектрального анализа вегетативной регуляции сердца у обследованных детей ($M \pm m$)

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	p*
TP, мс^2	7484,31 ± 1650,19	8282,8 ± 1890,97	0,53
LF/HF	0,97 ± 0,28	0,73 ± 0,18	0,15
HF, %	41,12 ± 5,4	48,64 ± 5,85	0,063
LF, %	28,82 ± 3,05	29,21 ± 4,23	0,88
VLF, %	30,05 ± 4,29	22,14 ± 4,37	0,012
TP, мс^2	4022,51 ± 798,89	3365,9 ± 812,27	0,26
LF/HF	4,28 ± 1,05	3,33 ± 0,85	0,16
HF2, %	13,93 ± 2,61	14,23 ± 2,4	0,87
LF2, %	42,74 ± 3,25	37,09 ± 4,42	0,043
VLF2, %	41,46 ± 4,39	48,67 ± 4,29	0,023

Примечание: p* – достоверность различий между группами наблюдения и сравнения.

Оценка вегетативной реактивности, по данным ортостатической пробы, показала, что у 60,5–70,0 детей исследуемых групп отмечался гиперсимпатикотонический тип ответной реакции, свидетельствующий о напряжении адаптацион-

но-компенсаторных механизмов поддержания гомеостаза с участием гуморально-метаболического звена регуляции. Однако только у детей (5,3 %, $p = 0,42$), проживающих в условиях аэрогенного воздействия техногенных химических факторов, была выявлена асимпатико-тоническая реактивность, характеризовавшаяся нарушением ответа всех звеньев вегетативной регуляции сердечного ритма и срывом адаптационно-компенсаторных механизмов. Показатели спектрального анализа в ортостатической пробе свидетельствовали о том, что у детей группы наблюдения регуляция сердечного ритма осуществлялась за счет усиления влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы (TC, LF/HF, LF2 %) и гуморально-метаболических механизмов (VLF2 %) при снижении вагусной активности (HF2 %), а в группе сравнения активировались центральные эрготропные и гуморальные уровни регуляции сердца, которые были в 1,2 раза достоверно выше, чем в группе наблюдения ($p = 0,023$) (см. табл. 2). Полученные данные свидетельствуют о том, что регуляция сердечного ритма переходит с рефлекторного вегетативного уровня на гуморально-метаболический, который в меньшей степени обеспечивает адекватный гомеостаз.

Выводы. У детей, проживающих в условиях хронического аэрогенного воздействия химических веществ техногенного происхождения, обладающих нейротоксическим (бензол, толуол, фенол) [3, 6], сенсибилизирующим (формальдегид, толуол, взвешенные вещества) [3, 5, 6] и фиброгенным (бензол, толуол, взвешенные вещества) действием [3, 6, 10], в период ремиссии хронических бронхолегочных заболеваний (бронхиальная астма, рецидивирующий бронхит) имеет место сочетанная дезадаптация функционального состояния центральной и вегетативной нервной системы на фоне кардиореспираторных нарушений. Нарушение нейровегетативной регуляции кардиореспираторной системы проявляется в снижении функциональных легочных показателей (жизненной емкости легких, объемных скоростных показателей), изменении вариабельности сердечного ритма на сегментарном (парасимпатическом, симпатическом) и центральном (надсегментарном, корковом и подкорковом) уровнях со смещением вегетативного баланса в сторону симпатикотонии. Дезорганизация психоэмоционального состояния и непродуктивность нервно-психической напряженности приводят к развитию переутомления и низкой работоспособности. Полученные данные свидетельствуют о значительном напряжении адаптационно-компенсаторных механизмов с тенденцией к истощению в поддержании гомеостаза, что способствует прогрессированию бронхолегочной и сердечно-сосудистой патологии у детей в условиях загрязнения воздуха химическими соединениями техногенного происхождения.

Список литературы

1. Великанова Л.П. Выявление предикторов риска психосоматической дезадаптации у младших школьников посредством психодиагностического скрининга // Педиатрия. – 2007. – Т. 87, № 4. – С. 136–139.

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

3. Горюнова А.В. Адаптация у детей // Российский медицинский журнал. – 2012. – № 24. – С. 1194–1198.

4. Иванов С.Н., Огородова Л.М., Старовойтова Е.А. Клинико-функциональная оценка кардиореспираторной системы у детей с бронхиальной астмой // Бюллетень. – 2007. – Вып. 24. – С. 47–51.

5. Клинико-анамнестические особенности у детей с рецидивирующими и хроническими заболеваниями органов дыхания в промышленном регионе / А.Ж. Нуриахметова, Р.М. Файзуллина // Медицинский вестник Башкортостана. – 2013. – № 3. – С. 67–71.

6. Куценко С.А. Основы токсикологии. – СПб.: Фолиант, 2002. – 570 с.

7. Общая заболеваемость детского населения России (0–14 лет) в 2014 году: статистические материалы // Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации. – М., 2015. – Ч. VI. – 144 с.

8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: государственный доклад // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – М., 2015. – 206 с.

9. Семенова М.В., Шибков А.А. Межпопуляционные эколого-физиологические особенности детей школьного возраста: монография. – Челябинск: изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2011. – 211 с.

10. Соодаева С.К. Свободнорадикальные механизмы повреждения при болезнях органов дыхания // Пульмонология. – 2012. – № 1. – С. 5–10.

11. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. – М.: Медиа Сфера, 1998. – 352 с.

Роль генетических факторов в формировании опухолевых заболеваний у работников промышленного предприятия и населения сопредельных территорий

Г.Ф. Мухаммадиева, Д.О. Каримов, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова

ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

В формировании профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний задействовано множество факторов, таких как экологическая обстановка, вредные производственные выбросы и наследственная предрасположенность. Окружающая среда является основным источником канцерогенных и модифицирующих канцерогенез агентов, определяющих риск заболеваемости раком различных органов [3, 4, 13]. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что производственные факторы и технологические процессы могут оказать существенное влияние на риск возникновения злокачественных новообразований [1, 6, 9].

Так, работники, занятые в производстве стекловолокна, подвергаются комплексному воздействию выделяющихся в воздух рабочей зоны химических веществ, входящих в состав замасливателей, пыли стекловолокна и неблагоприятного микроклимата, что приводит к развитию профессиональных новообразований.

В промышленном районе г. Уфы сконцентрированы основные предприятия химической и нефтехимической промышленности, которые являются источниками загрязнения атмосферного воздуха такими химическими веществами, как бенз(а)пирен, свинец, оксид азота, хлорфенол, эпихлоргидрин, формальдегид, стирол, хлороформ и др. Анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями населения г. Уфы показал стабильный рост заболеваемости с 2000 по 2008 г. практически по всем нозологическим формам [2, 8].

Важно подчеркнуть, что даже при практически равной канцерогенной нагрузке онкологические заболевания возникают далеко не у всех людей, что говорит о существовании индивидуальной предрасположенности. Определенные аллели ряда полиморфных генов являются генетическими факторами риска, формирующими наследственную предрасположенность к развитию неопластических процессов [5, 7, 14].

В основе развития профессиональных новообразований кожи лежит пролиферация эпителиальных клеток кожи у работников, подвергающихся длительным воздействиям производственных вредностей. В канцерогенезе принимают участие гены-супрессоры опухолевого роста, нарушение функциональной активности белковых продуктов которых провоцирует генетическую нестабильность, а также гены ферментов биотрансформации ксенобиотиков, ответственные за метаболизм канцерогенов [15, 16]. Основными регуляторами опухолевого процесса являются белок p53 – супрессор опухолевого роста, семейство цитохрома P450 (CYP1A1, CYP2E1), глутатион-S-трансферазы.

В последнее время хронический лимфолейкоз (ХЛЛ) диагностируется все чаще у молодых пациентов [11, 12]. Как и у любого другого онкогенеза, формирование ХЛЛ базируется на нормальных механизмах дифференцировки, апоптоза и клеточного цикла. Изменения состояния ключевых генов, активирующих или контролирующих созревание лимфоцитов, могут привести к развитию опухоли [10]. Основную роль в процессах канцерогенеза играют гены цитокиновой сети (TNFA) и онкогены (BAX, MDM2).

Все более очевидно, что для повышения надежности и специфичности прогноза данных заболеваний необходимо использование целой панели маркеров. Результаты молекулярно-генетических исследований могут быть основанием для выявления индивидуального риска развития заболевания и могут служить основой для нового подхода к профилактике профессиональных заболеваний.

Материалы и методы. Объектом исследования явились работники производства стекловолокна и больные ХМЛ, проживающие на территориях с неблагоприятной экологической обстановкой.

Гигиенические исследования условий труда и их оценка выполнены в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05. Профессиональные риски оценивали в соответствии с требованиями руководства Р 2.2.1766-03.

В исследование включено 170 работников производства стекловолокна, которые были распределены по группам:

– в I группу вошел 71 больной с профессиональными новообразованиями кожи;

– во II группу включены 99 операторов получения непрерывного стекловолокна, не имеющих профессиональных заболеваний кожи.

В качестве материалов для генетических исследований использованы образцы ДНК, выделенные из лимфоцитов периферической венозной крови работников методом фенольно-хлороформным. Анализ полиморфных локусов генов ферментов первой (цитохромов CYP1A1, CYP2E1) и второй (глутатионтрансфераз GSTT1, GSTP1) фаз биотрансформации ксенобиотиков, а также трех полиморфных вариантов гена TP53 проводили методом полимеразной цепной реакции синтеза ДНК (ПЦР) и ПДРФ-анализа с последующим электрофорезом в 7%-ном полиакриаламидном геле.

Группу исследования молекулярно-генетических факторов развития гемобластозов составили 124 больных с В-клеточным вариантом хронического лимфолейкоза (В-ХЛЛ) и 196 человек группы контроля. Генотипирование полиморфных локусов генов TNFA, BAX проводилось методом полимеразной цепной реакции синтеза ДНК (ПЦР) на амплификаторе «Терцик» производства ООО «ДНК-Технология» в автоматическом режиме.

Статистический анализ результатов исследования проводили с использованием статистических программ: IBM SPSS «Statistica v.21», «Microsoft Excel». Различия между группами по соотношению генотипов и аллелей оценивали с помощью непараметрического критерия χ^2 с поправкой Йетса на непрерывность. Статистически значимыми считали различия при $p<0,05$.

Риск развития и ассоциацию молекулярно-генетических маркеров с прогнозом заболеваний оценивали с помощью отношения шансов (odds ratio, *OR*).

Результаты и их обсуждение. Проведенные нами исследования показали, что в условиях производства непрерывного стекловолокна для каждого из отдельно взятых вредных веществ коэффициент суммации соответствует классу 3.2. Химический фактор (класс 3.2) в сочетании с нагревающим микроклиматом (класс 3.2), производственным шумом (класс 3.2) и тяжестью трудового процесса (класс 3.1) формируют условия труда, соответствующие классу 3.3, что соответствует высокой категории профессионального риска.

Несомненно, что на риск развития профессиональных новообразований кожи у работников производства стекловолокна влияли такие факторы, как интенсивность и продолжительность действия канцерогенов, индивидуальные особенности организма.

С целью выявления генетических факторов риска развития профессиональных новообразований кожи проведен анализ ассоциации полиморфных вариантов гена-супрессора опухолевого роста TP53 (rs 1042522, rs 1625895, rs 17878362) и генов-ферментов детоксикации ксенобиотиков (CYP1A1, CYP2E2, GSTT1, GSTP1).

Проведенный анализ полиморфного локуса Ex4+119G>C гена *TP53* показал наличие различий в распределении генотипов и аллелей в объединенной выборке больных и группе здоровых работников со стажем более 10 лет. Обнаружено значительное снижение частоты гомозиготного генотипа G/G до 38,0 % у лиц с профессиональными новообразованиями кожи по сравнению с 58,5 % у здоровых работников ($\chi^2 = 4,32$, $p = 0,038$; $OR = 0,44$; 95 % *CI* 0,20–0,96). Частота аллеля C у больных оказалась достоверно выше ($\chi^2 = 4,94$, $p = 0,027$). Показатель отношения шансов, равный 1,97, указывает на рисковую значимость аллеля C в развитии новообразований кожи профессионального генеза (95 % *CI* 1,08–3,63).

Исследования полиморфного локуса IVS3 16 bp Del/Ins гена TP53 показали повышение частоты гомозиготного генотипа w/w у здоровых работников производства

стекловолокна с большим стажем до 86,8 % по сравнению с 64,8 % у больных (χ^2 = 6,57, p = 0,01). Предположительно, генотип w/w является маркером устойчивости к развитию профессиональных новообразований кожи (*OR* = 0,28; 95 % *CI* 0,10–0,77). Частота редкого аллеля 16bp была достоверно выше в группе больных (19,0 %), чем у здоровых работников (6,6 %) (χ^2 = 6,89, p = 0,01; *OR* = 3,32; 95 % *CI* 1,31–8,78).

При изучении полиморфного локуса IVS6+62A>G гена TP53 у работников производства стекловолокна выявлено статистически значимое повышение генотипа G/A в объединенной выборке больных до 29,6 % по сравнению с 7,6 % в группе здоровых операторов с большим стажем (χ^2 = 7,83, p = 0,006). Частота редкого аллеля A составила 17,6 % у больных и 3,8 % в группе здоровых (χ^2 = 9,95, p = 0,003; *OR* = 5,45; 95 % *CI* 1,72–19,15), что указывает на рисковую значимость этого аллеля в развитии профессиональных новообразований кожи.

По полиморфным локусам генов CYP1A1, CYP2E2, GSTT1 и GSTP1 существенных различий между группами профессиональных больных и здоровых работников не обнаружено.

Принимая во внимание значимость вклада полиморфизма гена TP53 в развитие новообразований кожи, в рамках действующего трудового законодательства при приеме на работу рекомендуется проводить молекулярно-генетическое обследование. Выявление восприимчивых индивидов к воздействию вредных производственных факторов может уменьшить риск развития профессиональных новообразований кожи у работников производства стекловолокна.

Для выявления генетических маркеров риска развития ХЛЛ проведен сравнительный анализ распределения частот генотипов и аллелей полиморфных вариантов генов цитокиновой сети (TNFA (rs1800629)), онкогенов (BAX (rs4645878).

При сравнении общей выборки больных ХЛЛ и группы контроля выявлены достоверные различия по частотам генотипов полиморфного локуса –308G>A гена *TNFA*. В группе больных ХЛЛ достоверно чаще встречался генотип GG по сравнению с группой контроля (80,65 и 64,80 % соответственно; χ^2 = 8,50; p = 0,005). Напротив, генотип GA достоверно чаще встречался в группе здоровых индивидов (32,65 %), тогда как его частота в группе больных ХЛЛ составила 18,55 % (χ^2 = 6,94; p = 0,009). По частотам генотипа AA достоверных различий не обнаружено. Частота аллеля G полиморфного локуса –308G>A гена TNFA в группе больных ХЛЛ оказалась достоверно выше, чем в группе контроля (89,92 и 81,12 % соответственно; χ^2 = 8,33; p = 0,005). Существенные различия также наблюдались по частоте аллеля A: в контрольной группе – 18,88 %, в группе больных ХЛЛ – 10,88 % (χ^2 = 8,33; p = 0,005).

При анализе полиморфного локуса –248G>A гена BAX, с одной стороны, гомозиготный генотип GG достоверно чаще встречался в группе больных ХЛЛ (63,71 %), тогда как в группе здоровых индивидов частота его составила 46,30 % ($\chi2$ = 6,40; p = 0,012). Данный генотип является фактором предрасположенности к развитию заболевания (OR = 2,04; 95 % CI 1,20–3,45). Также показано, что аллель G чаще встречался в группе больных ХЛЛ – 75,00 % – против 65,28 в группе контроля (χ^2 = 4,79; p = 0,029). Показатель отношения шансов для аллеля G составил 1,60 (95 % *CI* 1,07–2,39). На основе проведенного исследования можно предположить, что аллель A полиморфного локуса –248G>A гена BAX приводит к снижению экспрессии этого гена, что способствует противоапоптотическому действию BCL-2, в результате чего нарушается клеточный контроль пролиферации лимфоцитов.

Выводы. Таким образом, маркерами повышенного риска развития хронического лимфолейкоза являются генотип GG (*OR* = 2,26; 95 % *CI* 1,33–3,86) и аллель G (*OR* = 2,08; 95 % *CI* 1,28–3,37) полиморфного локуса –308G>A гена TNFA, генотип GG (*OR* = 2,45; 95 % *CI* 1,41–4,26) и аллель G (*OR* = 1,936; 95 % *CI* 1,263–2,968) полиморфного локуса –248G>A гена BAX.

Выявленные молекулярно-генетические маркеры могут быть использованы в качестве прогностического критерия индивидуального риска развития заболеваний.

Список литературы

1. Андриановский В.И., Липатов Г.Я. Смертность от злокачественных новообразований рабочих, занятых в комплексной переработке отходов электролитического рафинирования меди // Санитарный врач. – 2012. – № 11. – С. 3–45.

2. Аскарова З.Ф., Аскаров Р.А., Чуенкова Г.А. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в крупном промышленном городе // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2013. – № 1. – С. 12–16.

3. Гигиеническая оценка опасности канцерогенных факторов атмосферного воздуха / О.Н. Литвиченко, И.А. Черниченко, Т.В. Коваленко, Г.Г. Зинченко // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 14–17.

4. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: аналит. обзор. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2003. – 138 с.

5. Заридзе Д.Г. Молекулярная эпидемиология рака: обзор // Биохимия. – 2008. – Т. 73, № 5. – С. 661–674.

6. Канцерогены производственной среды и онкологическая заболеваемость на углеперерабатывающих производствах Кузбасса / О.А. Дудкина, В.И. Минина, С.А. Ларин [и др.] // Политравма. – 2011. – № 1. – С. 91–97.

7. Комлева Е.О. Молекулярные и генетические маркеры опухолевого роста. – СПб., 2010. – 148 с.

8. Овсянникова Л.Б. Гигиеническая оценка опасности техногенного влияния окружающей среды на здоровье населения // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 64–65.

9. Серебряков П.В. Использование оценки канцерогенного риска на горнорудных и металлургических предприятиях Заполярья // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 95–98.

10. Сиротина С.С., Якунченко Т.И. Молекулярные и генетические механизмы патогенеза хронического лимфолейкоза // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2013. – Т. 22, № 11. – С. 185–190.

11. Стругов В.В., Стадник Е.А. Ретроспективное исследование результатов применения режимов FC/FCR в первой линии терапии хронического лимфолейкоза // Трансляционная медицина. – 2012. – № 6 (17). – С. 104–115.

12. Цымбалов О.В. Новые представления на этиологию лимфолейкоза и значение стоматологической санации // Междунар. журнал прикладных и фундамент. исследований. – 2014. – № 2. – С. 205–209.

13. Швагер О.В. Канцерогены атмосферного воздуха и онкологическая заболеваемость // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 12. – С. 6–9.

14. A Comprehensive Genetic Approach for Improving Prediction of Skin Cancer Risk in Humans / A.I. Vazquez, G. de los Campos, Y.C. Klimentidis [et al.] // Genetics. – 2012. – Vol. 192, № 4. – P. 1493–1502.

15. Pavanello S., Clonfero E. Individual susceptibility to occupational carcinogens: the evidence from biomonitoring and molecular epidemiology studies // G. Ital Med Lav Ergon. – 2004. – Vol. 26, № 4. – P. 311–321.

16. Zheltukhin A.O., Chumakov P.M. Constitutive and induced functions of the P53 gene // Biochemistry (Moscow). – 2010. – Vol. 75, № 13. – P. 1692–1721.

Анализ онкозаболеваемости и факторов риска для здоровья населения, подвергающегося многолетнему воздействию загрязнения окружающей среды мышьяком и свинцом (на примере г. Свирска Иркутской области)

А.Н. Пережогин, И.Г. Жданова-Заплесвичко

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области, г. Иркутск, Россия

Проблема профилактики и снижения уровня социально значимых заболеваний, в том числе заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО), является для Иркутской области особенно актуальной, так как показатели заболеваемости и смертности от ЗНО превышают среднероссийский уровень. В 2014 г. уровень первичной онкозаболеваемости в Иркутской области составил 429,4 на 100 тыс. населения, что на 10,7 % выше общероссийского показателя (388,0). Стандартизованный по половозрастной структуре показатель заболеваемости ЗНО в Иркутской области составил 287,9, что на 22,4 % выше среднероссийского (235,24). Превышение заболеваемости ЗНО отмечается как у мужчин, так и у женщин: стандартизованные показатели заболеваемости ЗНО мужчин составили в Иркутской области 355,84, что выше среднероссийского уровня (277,64) на 28,2 %; стандартизованные показатели заболеваемости ЗНО женщин составили в Иркутской области 258,97, что выше среднероссийского уровня (216,94) на 19,4 % [2].

Стандартизованный показатель смертности от ЗНО в Иркутской области выше среднероссийского на 13,7 % и составил 130,25 (РФ – 114,59), в том числе уровень смертности мужчин Иркутской области от ЗНО составил 193,65 (РФ – 164,24), (выше среднероссийского на 17,9 %), стандартизованный показатель смертности женщин Иркутской области от ЗНО составил 96,31 (РФ – 85,37), что выше среднероссийского на 12,8 % [2].

Наиболее неблагополучная ситуация по уровню заболеваемости и смертности населения от ЗНО в Иркутской области на протяжении ряда лет регистрируется в г. Свирске.

Материалы и методы. Анализ онкозаболеваемости населения г. Свирска проводился по данным статистической отчетной формы № 7 «Сведения о заболеваниях злокачественными новообразованиями» за период 2003–2014 гг. Учитывая малую численность населения г. Свирска (13,2 тыс.человек), для исключения влияния данного фактора на достоверность статистических данных нами проведен расчет и анализ средних показателей заболеваемости ЗНО за периоды: 2003–2006 гг.; 2007–2010 гг. и 2011–2014 гг., а также группировка показателей по основным локализациям. Анализировались показатели заболеваемости мужчин и женщин ЗНО органов пищеварения (суммарно), молочной железы, кожи, половых органов, лимфоидной и кроветворной ткани, почек и мочевого пузыря, группы «ЗНО гортани, трахеи, бронхов, легких», головного мозга и ЦНС, щитовидной железы.

Оценка факторов среды обитания населения г. Свирска проведена с использованием данных Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (сведения о содержании химических веществ в атмосферном воздухе, питьевой воде, почве, продуктах питания) за 2003–2014 гг. Уровень индивидуального канцерогенного и неканцерогенного рисков рассчитывался для ингаляционного и перорального путей поступления в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [5].

Результаты и их обсуждение. В 2014 г. относительный показатель первичной онкозаболеваемости в г. Свирске составил 613,9 на 100 тыс. населения и достоверно превышал среднеобластной показатель (430,2) на 42,7 % (p<0,05).

Темп прироста показателя онкозаболеваемости в г. Свирске за последние 10 лет составил 72,9 % (с 355,0 на 100 тыс. в 2005 г. до 613,9 в 2014 г.). По Иркутской области темп прироста за аналогичный период был ниже и составил 26,4 % (увеличение с 329,6 в 2005 г. до 430,2 в 2014 г.).

До 2008 года г. Свирск находился в середине списка из 42 муниципальных образований Иркутской области (23–24 ранговые позиции из 42). С 2008 г. – входил в десятку лидеров по заболеваемости ЗНО в Иркутской области. С 2011 г. – г. Свирск занимал 1, 2-й ранги по уровню первичной заболеваемости ЗНО.

Относительные показатели заболеваемости ЗНО женщин г. Свирска на протяжении 2003–2006 гг., 2007–2010 гг. составляли 316,6 и 354,07 и были достоверно ниже среднеобластных показателей, равных 336,0 и 378,7 соответственно. За период 2011–2014 гг. показатель онкозаболеваемости женщин г. Свирска составил 552,8 и превышал областной уровень (424,4) на 30,0 % (рис. 1).

Анализ показателей онкозаболеваемости по отдельным группам локализаций свидетельствует, что наиболее высокие показатели заболеваемости ЗНО у женщин в среднем за период 2011–2014 гг. регистрировались по следующим приоритетным локализациям: ЗНО органов пищеварения (показатели на 100 тыс. женщин г. Свирска и Иркутской области составляли 136,5 и 100,97 соответственно); молочной железы (112,62 и 79,56), кожи (88,73 и 61,58), женских половых органов (75,08 и 75,75) (табл. 1).

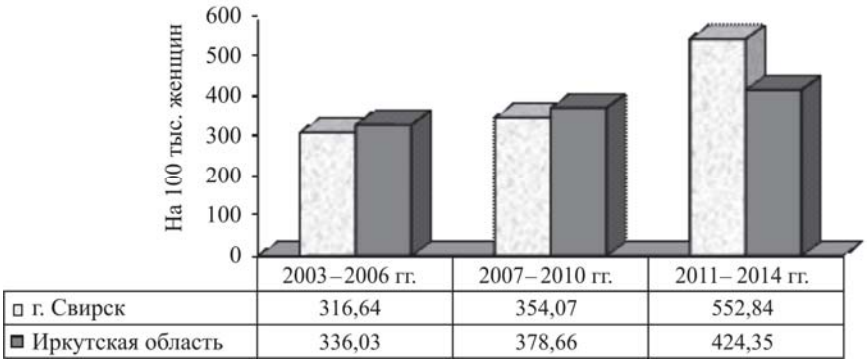


Рис. 1. Динамика показателей впервые выявленной заболеваемости ЗНО женщин г. Свирска и Иркутской области

Таблица 1

Показатели заболеваемости ЗНО по основным локализациям у женщин г. Свирска и Иркутской области (на 100 тыс. женщин)

№ п/п	Локализация ЗНО	2003–2006 гг.		2007–2010 гг.		2011–2014 гг.	
		Свирск	Иркутская область	Свирск	Иркутская область	Свирск	Иркутская область
1	Органы пищеварения	60,16	83,78	103,00	89,63	136,50	100,97
2	Молочная железа	56,99	64,92	67,60	74,18	112,62	79,56
3	Кожа	44,33	40,67	51,50	52,51	88,73	61,58
4	Половые органы	72,83	58,35	64,38	64,03	75,08	75,74
5	Лимфоидная и кроветворная ткань	9,50	16,73	6,44	17,72	34,13	20,26
6	Почки, мочевой пузырь	12,67	15,93	12,88	19,91	27,30	22,60
7	Гортань, трахея, бронхи, легкие	15,83	15,07	16,09	18,03	17,06	20,5
8	Головной мозг и ЦНС	0,00	4,41	6,44	4,65	13,65	5,91
9	Щитовидная железа	9,50	11,50	3,22	12,26	10,24	12,99
10	ВСЕГО	316,64	336,03	354,07	378,66	552,84	424,35

Как следует из табл. 2, более высокие показатели онкозаболеваемости у женщин г. Свирска отмечались по большинству локализаций, в том числе ЗНО органов пищеварения (превышение областного уровня в среднем за период 2011–2014 гг. составляло 35,2 %), молочной железы (на 41,6 %), кожи (на 44,1 %), лимфоидной и кроветворной ткани (на 68,5 %), мочевыделительной системы (на 20,8 %), головного мозга (в 2,3 раза).

Уровень онкозаболеваемости мужчин г. Свирска на протяжении анализируемого периода был выше среднеобластных показателей, в том числе в среднем за период 2003–2006 гг. – на 2,7 %, за 2007–2010 гг. – на 17,1 %, за 2011–2014 гг. – на 36,8 % (рис. 2).

Анализ показателей онкозаболеваемости по отдельным локализациям свидетельствует, что наиболее высокие показатели заболеваемости ЗНО у мужчин г. Свирска в среднем за период 2011–2014 гг. регистрировались по следующим приоритетным локализациям: ЗНО органов пищеварения (показатели на 100 тыс. мужчин г. Свирска и Иркутской области составляли 179,19 и 120,33 соответственно), органов дыхания (127,99 и 92,45), половых органов (59,73 и 55,07), мочевыделительной системы (59,73 и 39,39), кожи (42,66 и 39,88) (табл. 2).

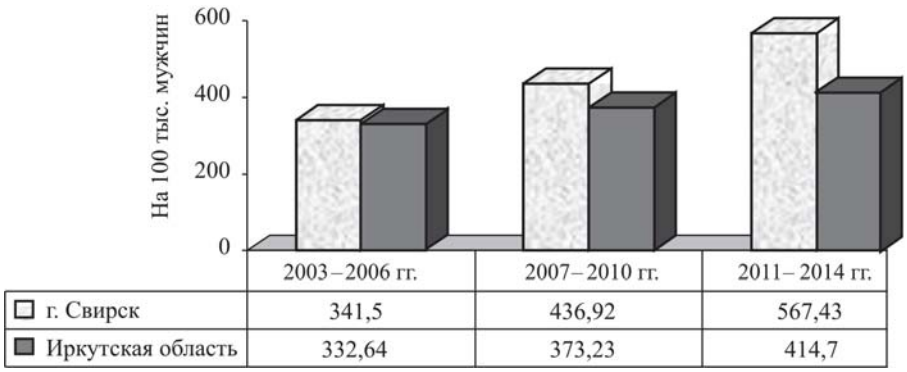


Рис. 2. Динамика показателей впервые выявленной заболеваемости ЗНО мужчин г. Свирска и Иркутской области

Таблица 2

Показатели заболеваемости ЗНО по основным локализациям у мужчин г. Свирска и Иркутской области (на 100 тыс. мужчин)

№ п/п	Локализация ЗНО	2003–2006 гг.		2007–2010 гг.		2011–2014 гг.	
		Свирск	Иркутская область	Свирск	Иркутская область	Свирск	Иркутская область
1	Органы пищеварения	112,58	103,67	137,77	110,41	179,19	120,33
2	Гортань, трахея, бронхи, легкие	48,79	80,84	125,96	89,17	127,99	92,45
3	Половые органы	22,52	22,79	27,55	37,18	59,73	55,07
4	Почки, мочевой пузырь	33,77	31,05	43,30	33,32	59,73	39,39
5	Кожа	11,26	31,67	31,49	37,60	42,66	39,88
6	Лимфоидная и кроветворная ткань	18,76	17,55	23,62	19,12	12,80	20,73
7	Головной мозг и ЦНС	11,26	5,06	15,74	5,78	8,53	6,82
8	Щитовидная железа	3,75	1,82	0,00	2,16	0,00	2,35
9	ВСЕГО	341,50	332,64	436,92	373,23	567,43	414,70

По большинству локализаций показатели онкозаболеваемости мужчин г. Свирска были выше среднеобластных, в том числе ЗНО органов пищеварения (на 48,9 %), органов дыхания (на 38,4 %), почек и мочевого пузыря (на 51,6 %), головного мозга (на 25,1 %), половых органов (на 8,5 %), кожи (на 7,0 %). Ниже среднеобластных в Свирске были показатели заболеваемости мужчин по 2 локализациям: ЗНО лимфоидной и кроветворной ткани (на 38,3 %), щитовидной железы.

Высокие уровни онкозаболеваемости населения г. Свирска являются причиной высоких уровней смертности от онкозаболеваний. По уровню смертности от ЗНО в 2010–2014 гг. г. Свирск занимал 1–2-е ранговые места среди 42 муниципальных образований Иркутской области. Темп прироста показателя смертности от ЗНО в г. Свирске за период 2007–2014 гг. составил 35,5 % (по Иркутской области + 9,0 %).

Оценка качества атмосферного воздуха за изучаемый период по данным лабораторного контроля на постах мониторинга ФГБУ «Иркутское УГМС» показала, что концентрации химических веществ, в т.ч. обладающих канцерогенными свойствами, в основном соответствовали гигиеническим нормативам. По данным лабо-

раторных исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области», отмечались случаи превышения ПДК по содержанию свинца до 2012 г. (3–23 % проб). В 2013–2015 гг. качество атмосферного воздуха соответствовало требованиям гигиенических нормативов.

В целях оценки риска загрязнения атмосферного воздуха для здоровья населения нами рассчитаны уровни индивидуального канцерогенного и неканцерогенного рисков для здоровья населения г. Свирска.

Уровень индивидуального канцерогенного риска при ингаляционном поступлении рассчитывался за период 2003–2014 гг. по 2 исследуемым в атмосферном воздухе г. Свирска канцерогенным веществам (свинец и никель) и составлял $4{,}1 \cdot 10^{-6}$ – $1{,}02 \cdot 10^{-5}$, что характеризуется как «приемлемый».

Уровень суммарного неканцерогенного риска, связанный с загрязнением атмосферного воздуха за период 2003–2014 гг., находился в диапазоне от 4,1 (2006 г.) до 7,5 (2014 г.). Установлено, что загрязнение атмосферного воздуха оказывало наиболее значимое потенциальное влияние на органы дыхания (в 2014 г. коэффициент составлял 7,4), заболевания крови (2,5), смертность (3,6). Следует отметить, что уровни фактической заболеваемости у детей г. Свирска в среднем за 2010–2014 гг. превышали среднеобластные показатели заболеваемости болезнями крови (в том числе анемии) – в 2,7 раза, хроническим бронхитом – в 2,8 раза, астмой – в 1,6 раза [4].

В воде источников водоснабжения г. Свирска, питьевой воде содержание химических веществ на протяжении изучаемого периода соответствовало гигиеническим нормативам. Тяжелые металлы и канцерогенные вещества (свинец, мышьяк, кадмий, марганец, медь, цинк) при лабораторном исследовании питьевой воды не обнаружены. Уровни неканцерогенного риска при пероральном водном пути поступления характеризуются как приемлемые.

Качество почвы изучалось в 2 мониторинговых точках, расположенных на территориях детских дошкольных учреждений, на территории садоводства, расположенного в жилой зоне города Свирска. Анализ данных свидетельствует, что концентрации свинца и мышьяка, которые являются веществами с доказанной канцерогенной активностью, превышали гигиенические нормативы до 2013 г. включительно. В 2014–2015 гг. качество почвы соответствовало требованиям гигиенических нормативов, вместе с тем концентрации свинца и мышьяка в почве г. Свирска остаются наиболее высокими в Иркутской области. Максимальное содержание мышьяка в почве (валовая форма) составляло 0,97 ПДК в 2014 г., 0,85 ПДК – в 2015 г.; максимальные концентрации свинца (валовая форма) в 2014 г. составляли 0,96 ПДК, в 2015 г. – 0,98 ПДК.

По данным ФГБУ «Иркутское УГМС», по суммарному показателю загрязнения почв (Zф = 11,3) почвы города Свирска и его окрестностей относятся к категории «допустимое загрязнение». Вместе с тем обследование почвенного покрова г. Свирска и его окрестностей в 2014 г. выявило загрязнение почв свинцом и цинком в пределах 25 км вокруг города. Превышения ПДК свинца отмечены в 80 % проб во всех обследованных зонах, среднее значение по городу составляет 6,1 ПДК. Фоновый уровень содержания свинца в почве (26 мг/кг) был превышен в 83 % проб, уровень кларка (10 мг/кг) – в 100 %.

Контаминация почвы мышьяком связана с формированием вторичного очага техногенного загрязнения на промплощадке разрушенного металлургического завода, функционировавшего в 1930–1940 гг. Ликвидация отходов данного производства была выполнена в 2013 г. в рамках федеральной целевой программы «Нацио-

нальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2014 годы)». Загрязнение атмосферного воздуха и почвы свинцом обусловлено деятельностью предприятий по производству свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, заготовке и переработке аккумуляторного лома.

Загрязнение почвы токсикантами, их миграция в водоемы и накопление в донных отложениях может приводить к контаминации мышьяком и свинцом местных пищевых продуктов (овощи, рыба и др.). В работах О.Н. Гордеевой с соавт. [1] было показано, что в условиях г. Свирска в системе «почва – растение» токсиканты мигрируют по пищевой цепи, приводя к контаминации мышьяком и свинцом растительных продуктов местного производства, в том числе в количествах, превышающих гигиенические нормативы. В результате биоиндикации выявлено техногенное поступление мышьяка в водоемы в районе г. Свирск, в 78 % проб рыбы были установлены повышенные концентрации мышьяка (в среднем в 1,3–2,4 раза).

Выводы. Исследования, проведенные Восточно-Сибирским институтом медико-экологических исследований и институтом Геохимии СО РАН, показали, что в пробах волос детей 7–16-летнего возраста отмечено накопление мышьяка в количествах, превышающих фоновые уровни в десять раз. Доля детей с повышенным уровнем мышьяка в волосах составила 30 %, свинца – 40 %. Средняя концентрация мышьяка в волосах детей Свирска была выше, чем у детей контрольной группы в 22 раза и составляла 0,88 мкг/кг (максимальный уровень – 3,9 мкг/кг). В контрольной группе (дети г. Иркутска) эти величины составляли 0,04 и 0,05 мкг/кг, соответственно [3].

В целях углубленного анализа ситуации, изучения причинно-следственных связей, дальнейшей разработки медико-профилактических мероприятий в г. Свирске Управлением Роспотребнадзора по Иркутской области информированы органы государственной власти. Министерством здравоохранения Иркутской области, областным онкологическим диспансеров в 2016 г. запланировано проведение углубленного обследования населения, в том числе в рамках диспансеризации.

Список литературы

1. Гордеева О.Н., Белоголова Г.А., Гребенщикова В.И. Распределение и миграция тяжелых металлов и мышьяка в системе «почва – растение» в условиях г. Свирска (Южное Прибайкалье) // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 3. – С. 108–113.

2. Злокачественные новообразования в России в 2014 году (заболеваемость и смертность) / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ НМИРЦ Минздрава России, 2016. – 250 с.

3. Медико-экологические проблемы длительного техногенного загрязнения почвы в Иркутской области / Н.В. Ефимова, И.В. Безгодов, С.С. Бичев, И.В. Донских, В.И. Гребенщикова // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 42–44.

4. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Иркутской области: информационно-аналитический бюллетень за 2014 год / И.Г. Жданова-Заплесвичко, О.А. Дубровина, Л.Д. Гусаченко, М.В. Кузьмина [и др.] / под общ. ред. А.Н. Пережогина. – Иркутск, 2015. – 80 с.

5. 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.

Оценка экспозиции загрязнителей окружающей среды при потреблении овощей и фруктов, выращиваемых в сфере воздействия горнорудного комбината

Д.А. Пипоян, М.Р. Бегларян, Г.Р. Амбарцумян, А.К. Сагателян

Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА, г. Ереван, Республика Армении

Безопасность пищевых продуктов является приоритетным направлением здравоохранения как в Армении, так и во всем мире [1]. Поэтому в 2009 г. правительство Армении начало разработку стратегии гармонизации законодательства в области санитарии и фитосанитарии с международными стандартами. В 2010 г. Президентом РА было принято решение о создании Государственной службы безопасности пищевых продуктов. Согласно решению правительства от 30 декабря 2010 г., целью службы является внедрение международных принципов и принятие решений, основанных на принципе анализа рисков. Поскольку одним из требований принципа анализа риска является сепарация оценки и управления рисков, решением Премьер-министра РА № 835-N от 11 октября 2010 г. при Центре эколого-ноосферных исследований НАН РА (Экоцентр) был создан Информационно-аналитический центр оценки риска пищевой цепи (далее – Центр). До создания Центра в республике не применялись методы оценки экспозиции по TDS (*Total Dietary Study*), поэтому приоритетными задачами Центра стали создание научно-технической базы и применение методик для осуществления полевых работ.

Экоцентр обладает большой базой данных почв, ирригационных вод и загрязнения продовольственных товаров в областях горнорудной промышленности, но отсутствие данных по рациону и исследованию диеты лишало возможности получить законченную оценку степени риска.

Работа горнорудных комбинатов оказывает негативное влияние на состояние агробиоценозов. В результате загрязнения почвы тяжелые металлы могут накапливаться в сельскохозяйственной продукции [6]. Токсичность тяжелых металлов хорошо известна. В настоящее время развитие токсикологии увеличило знание о воздействии тяжелых металлов на человеческий организм, а результаты современных исследований об их потреблении через пищевую цепь стали доступны [4, 5]. Существуют различные эффекты токсичности (острый, хронический или субхронический): нейротоксический, канцерогенный, мутагенный или тератогенный [2]. Известно, что долговременное потребление фруктов и овощей, загрязненных тяжелыми металлами, такими как свинец, медь и цинк, может вызвать канцерогенные эффекты, в особенности рак желудочно-кишечного тракта [7].

Материалы и методы. С целью оценки риска загрязнения сельхозпродукции, выращиваемой на территориях, находящихся под влиянием Алавердского гор-

норудного комплекса, в 2013 г. были исследованы компоненты агробиоценозов, расположенных в г. Алаверди и прилегающих селах Негоц и Каркоп, а также сельхозпродукция местного производства, попадающая на рынок г. Алаверди. Отбор проб был осуществлен согласно требованиями WHO и FAO [8]. В рамках данного исследования в лаборатории Экоцентра было изучено 45 образцов свежих фруктов. С помощью атомного-абсорбционного спектрометра (AAS, Perkin Elmer AAnalyst 800, US) было определено содержание тяжелых металлов (Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cd, As). Статистический анализ полученных данных был осуществлен программами SPSS и «Microsoft Excel».

Для расчета суточного потребления тяжелого металла (*DIM*) у мужчин и у женщин была использована нижеуказанная формула [3]

$$DIM = C_{metal}\, Div \,/\, B_w,$$

где C_{metal} – содержание металла во фрукте или овоще (мг/кг), *Div* – суточное потребление фрукта или овоща (кг), а B_w – средняя масса тела потребителя (кг).

Для расчета индекса риска здоровья (*HRI*) для мужчин и для женщин была использована нижеуказанная формула

$$HRI = DIM \,/\, RfD,$$

где *RfD* – референтная доза металла.

Если *HRI* больше чем 1, то потребление продуктов считается небезопасным [3].

Для расчета индекса опасности (*HI*) использована следующая формула

$$HI = \sum HRI = HRI_{\mathrm{Cu}} + HRI_{\mathrm{Ni}} + HRI_{\mathrm{Pb}} + HRI_{\mathrm{Zn}} + HRI_{\mathrm{Hg}} + HRI_{\mathrm{As}} + HRI_{\mathrm{Cd}}.$$

Во время осуществления расчета было взято среднее содержание каждого тяжелого металла в каждой из собранных проб фруктов и овощей.

Данные о суточном потреблении фруктов и овощей были получены посредством опроса местного населения. Во время опроса были использованы методы «Вопросник по изучению частоты потребления» (*Food frequency questionnaire*), и метод воспроизведения 24-часового питания [8].

Результаты и их обсуждение. Результаты подсчета индекса риска здоровья (*HRI*) населения при потреблении фруктов и овощей обобщены в табл. 1.

Из табл. 1 становится ясно, что HRI_{Cu} имеет большие значения, в частности для картофеля, фасоли, кизила, малины, винограда и инжира, более того, индекс риска для картофеля и клубники превышает допустимый предел как для мужчин, так и для женщин. Индекс риска при потреблении фасоли для женщин превышает допустимый предел, а для мужчин – приближается к допустимому пределу. HRI_{Ni} для кизила, малины, фасоли и яблока имеет высокую величину.

HRI_{Pb} сравнительно низкие, в отличие от HRI_{Zn}, в случае с которым, при единичном потреблении картофеля и фасоли, превышается допустимый предел. Большинство проб фруктов и овощей имеют низкий *HRI* для Hg, за исключением кукурузы, в случае которой, как для мужчин, так и для женщин, идекс риска равен 0.2.

HRI_{As} для определенных проб равен нулю, в то время как для кукурузы превышает допустимый предел.

Таблица 1

Индекс риска здоровья (*HRI*) населения при потребелении фруктов и овощей

Фрукты и овощи	Пол	Бот. наимен.	Металл						
			Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	As	Cd
Кукуруза	М	*Z. mays*	0,1214	0,1038	0,0355	0,2179	0,2075	1,1687	0,0818
	Ж		0,1340	0,1145	0,0392	0,2405	0,2290	1,2899	0,0903
Яблоко	М	*Malus domestica*	0,0484	0,1947	0,0627	0,0569	0,0031	0,0089	0,0089
	Ж		0,0642	0,2583	0,0832	0,0755	0,0041	0,0118	0,0118
Слива	М	*Prunus domestica*	0,0550	0,0270	0,0053	0,0260	0,0040	0,0116	0,0016
	Ж		0,0537	0,0263	0,0052	0,0254	0,0039	0,0113	0,0016
Огурец	М	*Cucumis sativus*	0,0342	0,0489	0,0013	0,1905	0,0044	0,0163	0,0117
	Ж		0,0359	0,0513	0,0013	0,1998	0,0046	0,0171	0,0123
Инжир	М	*Ficus carica*	0,5198	0,2676	0,1346	0,1350	0,2516	0,0000	0,0044
	Ж		0,5997	0,3087	0,1553	0,1558	0,2903	0,0000	0,0051
Кизил	М	*Cornus*	0,0111	0,0061	0,0059	0,0058	0,0021	0,0000	0,0041
	Ж		0,6740	0,3553	0,0000	0,2301	0,0000	0,0000	0,0093
Малина	М	*Rubus ideaeus*	0,8295	0,4373	0,0000	0,2832	0,0000	0,0000	0,0115
	Ж		0,7773	0,1041	0,1143	0,0988	0,0067	0,0178	0,0083
Виноград	М	*Vitis vinifera*	0,7773	0,1041	0,1143	0,0988	0,0067	0,0178	0,0083
	Ж		0,7474	0,1001	0,1099	0,0950	0,0064	0,0171	0,0079
Картофель	М	*S. tuberosum*	1,3262	0,0729	0,0129	1,3241	0,0001	0,0001	0,0005
	Ж		1,5303	0,0841	0,0148	1,5278	0,0001	0,0001	0,0006
Фасоль	М	*Ph. vulgaris*	0,9276	0,1473	0,0125	1,8071	0,0001	0,0001	0,0003
	Ж		1,0703	0,1700	0,0144	2,0851	0,0001	0,0001	0,0004
Лук	М	*A. cera*	0,0934	0,0053	0,0025	0,0300	0,0005	0,1880	0,0047
	Ж		0,0719	0,0041	0,0019	0,0231	0,0004	0,1446	0,0036
Зелень	М	–	0,3463	0,0478	0,0130	0,1133	0,0017	0,0000	0,0653
	Ж		0,3996	0,0551	0,0150	0,1308	00020	0,0000	0,0754

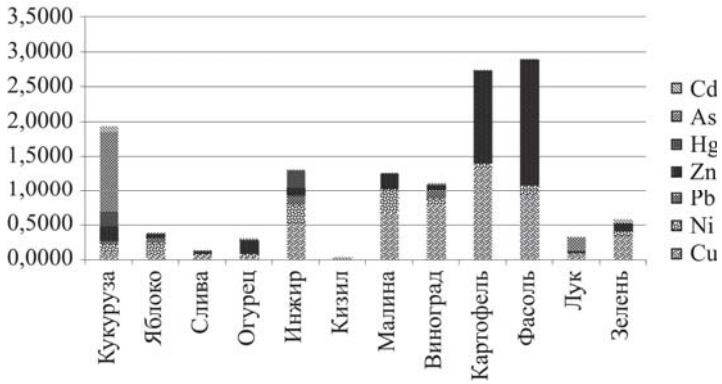


Рис. 1. Индекс риска здоровья (*HRI*) для мужчин

На рис. 3 подытожены показатели индекса опасности (*HI*).

Результаты по индексу опасности (*HI*) загрязнителей как для мужчин, так и для женщин показывают, что из изученных продуктов значения для фасоли, картофеля, кукурузы, малины, инжира и винограда превышают допустимый предел.

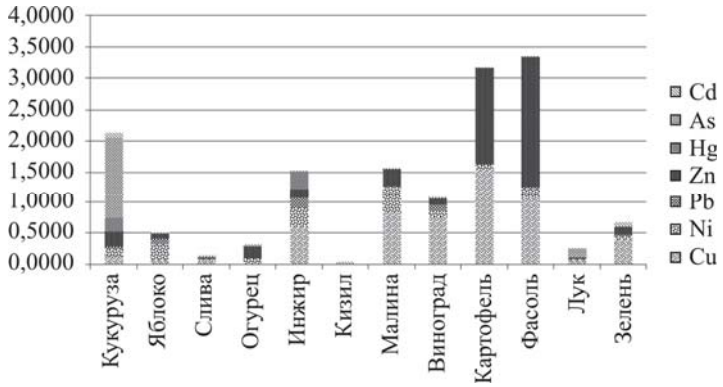


Рис. 2. Индекс риска здоровья (*HRI*) для женщин

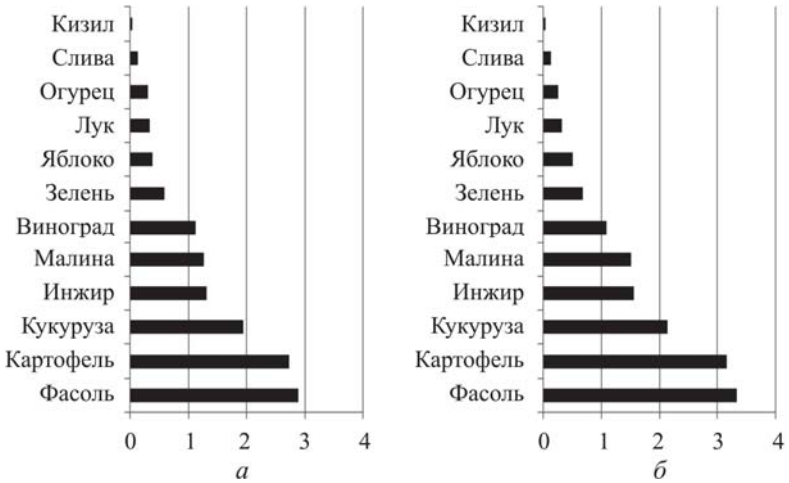


Рис. 3. Индекс опасности (*HI*) загрязнителей
для мужчин (*а*) и для женщин (*б*)

Выводы. Подводя итоги исследования, можно утверждать, что фрукты и овощи, выращенные районах горнорудной промышленности, накапливают количество загрязнителей, которое превышает допустимый предел риска и не гарантирует уровень здоровья потребителей.

Список литературы

1. D'Mello J.P.F. Food safety: Contaminants and Toxins // CABI Publishing, Wallingford, Oxon. – UK, Cambridge, MA., 2003. – 480 p.

2. EU (2002). Heavy Metals in Wastes, European Commission on Environment [Электронный ресурс]. – URL: http: //ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/heavy_metalsreport.pdf (дата обращения: 22.03.2016)

3. Health risk of heavy metals in contaminated soils and food crops irrigated with waste water in Beijing, China / S. Khan, Q. Cao, Y.M. Zheng, Y.Z. Huang, Y.G. Zhu // Environ. Pollut. – 2008. – Vol. 152. – P. 686–692.

4. Heavy metal content of vegetables irrigated with mixtures of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe: implication for human health / M. Muchuweti, J.W. Birkett, E. Chinyanga, R. Zvauya, M.D. Scrimshaw, J.N. Lister // Agri. Ecosys. Environ. – 2006. – Vol. 112. – P. 41–48.

5. Moreira F.R., Moreira J.C. Effects of lead exposure on the human body and health implications Rev // Panam.Salud. Publica. – 2004. – Vol. 15. – P. 119–129.

6. Saghatelyan A., Sahakyan L., Belyaeva O. Food Safety Issues of the Mining Impact Territories // Conference Proceedings of the 13th International Multidisciplinary Scientific Geoconference (SGEM 2013), 16–22 June, Albena, Bulgaria. Ecology, Economics, Education and Legislation. – 2013. – Vol. 1. – P. 489–496.

7. Tricopoulas D. Epidemiology of cancer. In: De Vita, V.T. (Ed) Cancer: Principles and Practice of Oncology // Lippincott Company, Philadelphia. – 1997. – P. 231–258.

8. WHO (2008). Dietary exposure assessment of chemicals in food. Report of Joint FAO/WHO Consultation, Annapolis, Maryland, USA, 2–6 May, 2005.

Сравнительная оценка комплексного воздействия неблагоприятных факторов среды на физическое развитие школьников двух районов г. Новосибирска

А.Я. Поляков, Т.Л. Гигуз, А.В. Сорокина, Н.Д. Богачанов

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

На современном этапе сохранение здоровья детского населения является актуальной проблемой, требующей всестороннего изучения. Социальная значимость здоровья детей обусловлена тем, что они представляют репродуктивный, интеллектуальный и экономический резерв общества и определяют его дальнейшее развитие [5].

Цель исследования – изучение особенностей морфофункционального статуса детей школьного возраста в зависимости от характера воздействия факторов риска окружающей среды, включающих комплекс эколого-гигиенических, социально-гигиенических и медико-биологическими факторов.

В качестве показателей физического развития рассматривались основные антропометрические параметры (длина и масса тела), рассчитывался массо-ростовой индекс, проводилась комплексная оценка физического развития учащихся для выявления степени его гармоничности. Антропометрические измерения проводились общепринятыми методами. При статистической обработке использовался статистический пакет «Statistica 6.0». Под наблюдением находились 837 человек обоего по-

ла (446 девочек и 391 мальчик), обучающихся в средних общеобразовательных учебных заведениях, расположенных на двух территориях города (Правобережной и Левобережной).

В процессе гигиенической оценки, проводимой в результате многолетнего цикла работ института по мониторингу состояния здоровья детского населения Новосибирска и оценке значения факторов окружающей среды в формировании уровня здоровья детей, выявлено, что интенсивность общей нагрузки факторов окружающей среды, рассчитанной по показателям аэрогенной, акустической нагрузки и химического загрязнения почв на обеих наблюдаемых территориях, оценивается как «средняя».

Оценка комплекса медико-биологических и социально-гигиенических факторов проводилась с помощью медико-экологического анкетирования.

При этом установлено, что при несущественных различиях в характеристике гигиенических условий и режима обучения выявлены наиболее значимые различия со стороны показателей медико-биологических и социально-гигиенических факторов. Так, среди опрошенных, проживающих на территории правобережных районов, почти в 5 раз чаще матери школьников трудились в неблагоприятных производственных условиях. Несколько чаще респонденты указывали на осложненное течение беременности и родов, меньше среди них было детей, находившихся на грудном вскармливании. Большее число опрошенных указывали на то, что их дети провели летние каникулы в городе, значительно меньше семей (8,9 против 24,1 %) отдыхали летом на южных курортах, что свидетельствует о недостаточно рациональной организации летнего отдыха детей, проживающих на данной территории.

Учитывая это, были проанализированы основные параметры физического развития школьников 7–17 лет как одного из важнейших показателей, тесно связанных с условиями внешней среды, социально-гигиеническими и медико-биологическими факторами [1–4].

Сравнение средних величин антропометрических показателей школьников, проживающих на разных территориях, выявило в Левобережье более высокие параметры длины и массы тела в большинстве возрастно-половых групп, наиболее выраженные у мальчиков. Так, суммарное увеличение длины тела у мальчиков от 7 до 16 лет в Левобережье составляло 52,6, а в Правобережье – 44,7 см; у девочек соответственно 43,8 и 40,0 см. Масса тела возрастала у мальчиков Левобережья на 40,1, Правобережья – на 30,5 кг.

Полученные данные согласуются с результатами комплексной оценки физического развития. Так, в среднем среди мальчиков, проживающих в Левобережье, было вдвое меньше низкорослых детей (соответственно 7,7 и 15,3 %) и вдвое больше – высокорослых (соответственно 30,6 и 15,8 %) по сравнению с Правобережьем. В наибольшей степени эти отличия проявлялись в группе 15–17-летних школьников, где соотношение низкорослых мальчиков между Левобережьем и Правобережьем составляло 4,8 и 21,7 %, а высокорослых – 38,1 и 9,1 %. Одновременно среди них в Левобережье было почти втрое меньше лиц с дефицитом массы тела (соответственно 14,3 и 40,9 %) и больше – с ее избытком (соответственно 23,8 и 13,6 %).

По числу низкорослых девочек не выявлено существенных отличий между изученными территориями, но процент высокорослых школьниц в Левобережье был выше (в среднем 28,0 и 18,1 %). А в группе 7–9-летних девочек эти отличия были более существенными, соответственно 25,7 и 9,2 %.

Более высокий уровень физического развития школьников Левобережья по сравнению с Правобережными районами по антропометрическим параметрам и гармоничности развития подтверждается и более высокими показателями массо-ростового индекса у учащихся, проживающих в Левобережных районах города Новосибирска.

Таким образом, проведенное исследование свидетельствует о более выраженном неблагоприятном воздействии комплекса факторов на морфофункциональный статус школьников, проживающих на территории Правобережья, среди которых наибольшую значимость имеют медико-биологические и социально-гигиенические факторы, что имеет важное значение при выборе приоритетных направлений профилактических и оздоровительных мероприятий.

Таким образом, анализ результатов проведенного исследования показал, что приоритетными факторами риска формирования различий в морфофункциональном статусе школьников являются медико-биологические и социально-гигиенические, что должно определять выбор приоритетных направлений профилактических и оздоровительных мероприятий.

Список литературы

1. Баранов А.А. Состояние здоровья детей в Российской Федерации // Педиатрия. – 2012. – Т. 91, № 3. – С. 9–14.

2. Гигуз Т.Л., Сорокина А.В., Поляков А.Я. Оценка физического развития детского населения школьного возраста г. Новосибирска при комплексном воздействии факторов среды обитания // Актуальные проблемы здоровья детей и подростков и пути их решения: матер. 3-го Всерос. конгресса с междунар. участием по школьной и университетской медицине / под ред. чл.-корр. РАМН профессора В.Р. Кучмы. – М., 2012. – С. 97–99.

3. Значение различных факторов среды в формировании функциональных отклонений у учащихся учебных заведений различного типа / А.В. Сорокина, А.Я. Поляков, Т.Л. Гигуз, К.П. Петруничева, Н.Д. Богачанов // Вопросы санитарно-эпидемиологического благополучия населения Сибирского Федерального округа: матер. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2014. – С. 188–190.

4. Онищенко Г.Г. Обеспечение санитарно-гигиенического благополучия детского населения России // Гигиена и санитария. – 2008. – № 2. – С. 72–77.

5. Основные проблемы в организации физической активности школьников Екатеринбурга / Л.Н. Липанова, Г.М. Насыбуллина, А.С. Гончарова, О.В. Моисеенко, А.С. Багикова, Ю.В. Жаринова // I Конгресс Российского общества школьной и университетской медицины и здоровья: материалы конгресса. – М., 2008. – С. 106–107.

Опыт организации работы по формированию реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в рамках внедрения риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности

М.В. Полякова, С.В. Ивашинникова

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

В мировой практике активно используются методы оценки риска, что делает возможность более точно учитывать особенности осуществления хозяйственной деятельности в той или иной сфере производства или оказания услуг. В большинстве сфер деятельности действуют как крупные, так и малые предприятия, использующие различные технологии и оборудование. При этом, как правило, объемы производства и соответствующие им риски сосредоточены в небольшой группе компаний (5–10 %). Использование методов оценки риска позволяет снизить общую административную нагрузку на субъекты хозяйственной деятельности с одновременным повышением уровня эффективности контрольно-надзорных мероприятий, сократить число избыточных проверок и высвободить достаточное количество ресурсов для проведения мероприятий по разъяснению обязательных требований.

В целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, защиты прав потребителей, устранения избыточных административных барьеров для деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, а также совершенствования контрольно-надзорной деятельности приказом Роспотребнадзора № 1302 от 26 декабря 2014 г. «О внедрении методических рекомендаций в «пилотных» территориальных органах Роспотребнадзора» была организована работа по опробации риск-ориентированного подхода к осуществлению контрольно-надзорной деятельности. Для этих целей было выбрано 9 Управлений Роспотребнадзора. Приморский край также принимал участие в работе «пилотного» проекта, ограничившись территорией г. Владивостока, в рамках договора со ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (г. Пермь). В рамках пилотного проекта проводилась отработка методики риск-ориентированного планирования и создание программного продукта для формирования реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, в отношении которых предусмотрено осуществление федерального государственного надзора в области защиты прав потребителей и благополучия человека (далее – Реестр) [1–3].

Первоначально формирование Реестра осуществлялось на основе предложенного шаблона в формате электронных таблиц «Excel», который в ходе работы несколько раз оптимизировался. В соответствии с приказом Роспотребнадзора к 1 апреля 2015 г. специалистами Управления был составлен по предложенной форме Реестр юридиче-

ских лиц и индивидуальных предпринимателей по г. Владивостоку и направлен во ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Полученный опыт формирования Реестра позволил с 13 апреля 2015 г. организовать аналогичную работу во всех территориальных отделах Управления Роспотребнадзора по Приморскому краю.

Таким образом, в июне 2015 г. к моменту выхода приказа Роспотребнадзора № 464 от 25.05.2015 г. о внедрении методики риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорную деятельность всех управлений Роспотребнадзора Реестр по Приморскому краю в основном уже был сформирован. Организация дальнейшей работы заключалась во внедрении разработанного ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» программного обеспечения, внесении корректировок в уже имеющиеся данные, а также систематическом дополнении Реестра новыми сведениями.

Учитывая, что в формировании Реестра принимают участие специалисты различных отделов и территориальных отделов Управления, было принято решение, что специалисты на местах по-прежнему заполняют шаблоны установленной формы в формате «Excel», которые направляются для проверки полноты и достоверности внесенных сведений в отдел социально-гигиенического мониторинга и затем централизованно вносятся в соответствующий программный продукт. При этом для специалистов обеспечен доступ к работе с Реестром (при условии ввода логина и пароля) только для ознакомления, без права внесения в него изменений, что позволяет избежать дополнительных ошибок и неточностей.

С целью внедрения в работу риск-ориентированного подхода к осуществлению контрольно-надзорной деятельности в Управлении проведены следующие организационно-методические мероприятия: в еженедельном режиме на планерках при руководителе Управления Роспотребнадзора осуществлялся контроль реализации мероприятий по внедрению методики, проведены 4 обучающих семинара-совещания для специалистов Управления, семинар-совещание с представителями бизнес-сообщества при участии Уполномоченного по защите прав предпринимателей в Приморском крае.

Специалисты Управления в рамках апробации и совершенствования методики риск-ориентированного подхода участвовали (в том числе с предложениями по оптимизации методики и программного обеспечения): 2–13 февраля 2015 г. в закрытом интернет-форуме на сайте ФБУН «Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 13–15 мая 2015 г. в VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» в г. Перми (в том числе в работе «круглого стола» и семинаре-тренинге «Совершенствование деятельности по контролю (надзору) с учетом риск-ориентированных подходов при планировании надзорных мероприятий»), 4–5 июня 2015 г. – в региональном совещании «О внедрении риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорную деятельность территориальных органов Роспотребнадзора» в г. Хабаровске.

Региональные реестры юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, подлежащих федеральному государственному надзору в установленной сфере деятельности, являются основой для формирования Федерального реестра, который с 5 февраля 2016 г. подлежит ежемесячному обновлению. На начало февраля 2016 г.

Реестр по Приморскому краю содержал 10 417 субъектов, которые включали в себя 17 270 объектов (табл. 1).

Таблица 1

Структура категорий субъектов, включенных в Реестр по Приморскому краю

Категория субъекта	Абс.(%)	Из них ИП (%)
Микробизнес	5786 (55,5)	3601
Малый бизнес	2607 (25,1)	523
Средний бизнес	268 (2,6)	9
Крупный бизнес	137 (1,3)	1
Бюджетные организации	1158 (11,1)	–
Прочие	461 (4,4)	–
Всего	10417	4134 (39,7)

План проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на 2016 г. в Приморском крае сформирован уже с учетом риск-ориентированного подхода и насчитывает 502 субъекта. При этом в соответствии с законодательством исключен из надзорных мероприятий микро- и малый бизнес, за исключением особых категорий (деятельность в сфере образования, медицинская деятельность) (табл. 2).

Таблица 2

Структура плана плановых проверок Управления Роспотребнадзора по Приморскому краю на 2016 г.

Вид деятельности	Абс.	%
Количество проверок ЮЛ и ИП, включенных в ежегодный план	502	100
в том числе по видам деятельности: – деятельность в сфере здравоохранения	77	15,3
– деятельность в сфере образования	320	63,1
– деятельность в сфере предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг	10	2,0
– деятельность в сфере производства пищевых продуктов, включая напитки; производство табачных изделий	16	3,2
– деятельность в сфере общественного питания	8	1,6
– деятельность в сфере торговли пищевыми продуктами	1	0,2
– деятельность промышленных предприятий	34	6,8
– деятельность в сфере сельского хозяйства	3	0,6
– деятельность в сфере транспорта	17	3,4
– иные виды деятельности	19	3,8

Распределение Плана плановых проверок на 2016 г. по классам опасности: 1-й класс – 6 %, 2-й класс – 6 %, 3-й класс – 18 %, 4-й класс – 54 %, 5-й класс – 9 %, 6-й класс – 7 %.

В настоящее время контрольно-надзорная деятельность органами Роспотребнадзора проводится в соответствии с Федеральным законом № 294-ФЗ от 26.12.2008 г. «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального

контроля». Регулярно дополняемый Реестр юридических лиц и индивидуальных предпринимателей позволяет формировать на его основе ежегодные планы плановых проверок с разбивкой по классам опасности и при внесении соответствующих изменений на законодательном уровне в практической деятельности в кратчайшие сроки корректировать как перечень субъектов, подлежащих надзорным мероприятиям, так и объемы, содержание и периодичность проведения проверок.

Список литературы

1. Классификация хозяйствующих субъектов и видов деятельности по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: метод. рекомендации / утв. приказом Роспотребнадзора № 1008 от 30 сентября 2015 года [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=1735 (дата обращения: 18.02.2016).

2. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития. – М.–Пермь, 2014. – С. 53–63.

3. Расчет показателей, характеризующих численность населения под воздействием факторов потенциального риска причинения вреда здоровью человека объектами санитарно-эпидемиологического надзора: метод. рекомендации / утв. приказом Роспотребнадзора № 1025 от 07 октября 2015 года [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/420330655 (дата обращения: 18.02.2016).

Обоснование управленческих решений по обеспечению доброкачественного питьевого водоснабжения Великого Новгорода

А.П. Росоловский[1], А.В. Киселев[2]

[1]Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новгородской области, г. Великий Новгород, Россия
[2] ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», г. Санкт-Петербург, Россия

Проблема обеспечения населения России питьевой водой нормативного качества и в достаточном количестве стала одной из главных и определяющих успешное проведение экономических реформ и усиление их социальной направленности. Эта же проблема актуальна и для многих стран мирового сообщества, при этом в индустриально развитых государствах на постиндустриальном периоде их развития проблема качества питьевой воды приобрела выраженный социальный характер.

В последние годы в России острота этой проблемы позволяет говорить о наметившемся кризисе питьевого водоснабжения, связанном с комплексом обозначившихся законодательно-правовых, экономических, экологических и технологических

проблем. В сложившихся кризисных условиях функционирования водохозяйственной отрасли доминирующий характер приобретает необходимость определения мероприятий, направленных на обеспечение достаточного и безопасного для здоровья населения питьевого водоснабжения, что требует решения целого комплекса задач, включая не только социальные, политические и гигиенические, но и географические, а также инженерные и экономические.

Основу гигиенических требований к воде, предназначенной для удовлетворения питьевых и бытовых потребностей человека, составляет принцип, ставящий в центр внимания те качества воды, от которых зависят его здоровье и качество жизни, а именно: питьевая вода должна быть безопасна в эпидемиологическом отношении, безвредна по химическому составу и обладать благоприятными органолептическими свойствами [6]. При этом одним из признанных в отечественной и международной практике научно-исследовательских и изыскательных работ методологических подходов измерения интенсивности негативных последствий загрязнения среды обитания человека является методология оценки риска для здоровья населения [1, 2].

По нашему мнению, применительно к условиям Новгородской области приоритет водного фактора в структуре общего санитарно-эпидемиологического неблагополучия очевиден, так как его долевой вклад составляет 22,0 %. В этом аспекте очевидно актуальным является совершенствование и реализация методических подходов к оценке качества питьевой воды, позволяющих осуществлять оптимальный выбор приоритетных мер повышения эффективности водоочистки, целенаправленной реконструкции и модернизации водопроводных систем для минимизации риска здоровью населения и получения максимального результата при оптимальных затратах [3–5].

Цель исследования – обоснование управленческих решений по обеспечению оптимального временного гигиенического норматива ПДК качества питьевой воды по содержанию железа, подаваемой водопроводами населению Великого Новгорода, по критериям безопасности для здоровья и с учетом технологических возможностей водопроводных сооружений города.

Материалы и методы. Исследование выполнено на основе методологии оценки риска для здоровья населения. Оценка риска при потреблении питьевой воды проводилась в соответствии требованиям МР 2.1.4.0032-11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности» и руководства Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Оценка качества питьевой воды осуществлялась в соответствии с 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» (с изменениями на 28 июня 2010 г.).

Исходными данными исследования явились характеристики источника водоснабжения, систем водоочистки, состояния сетей городского водопровода, а также результаты лабораторного мониторинга качества питьевой воды в 73 контрольных точках за период 2008–2015 гг. Общее количество анализируемых результатов исследований составило 18 483.

Выполнение идентификации опасности включало сбор и анализ исходных данных, а также получение объективной характеристики поверхностного водоисточника и информации о факторах, которые могут оказать влияние на качество воды.

Источником водоснабжения Великого Новгорода является р. Волхов, берущая начало из озера Ильмень и впадающая в Ладожское озеро, площадь водосбора – 67,5 тыс. км^2, протяженность – 224 км. Одной из особенностей данного водного объекта является то, что зимой он почти не замерзает, что отрицательно сказывается на качестве воды. Режим течения скоростей р. Волхов находится в зависимости от величины переменного подпора от плотины Волховской ГЭС. При отсутствии подпора скорости течение р. Волхов колеблется в пределах 0,2–1,0 м/с.

По своему качеству волховская вода характеризуется высокой цветностью, большим количеством органических веществ гумусового происхождения, низкой минерализацией, высокой бактериальной загрязненностью (удельный комбинаторный индекс загрязнения вод соответствует 3-му классу качества воды, разряд «а» – «загрязненная»).

В настоящее время систему водоснабжения города формирует комплекс 2 водопроводных станций: левобережные водоочистные сооружения (ЛВС) и водоочистные сооружения мкр. Кречевицы (ВОС мкр. Кречевицы). Каждые водоочистные сооружения имеют свой поверхностный водозабор.

Схема очистки воды на водопроводных станциях двухступенчатая. Для очистки природных вод применяется коагулирование. В качестве коагулянта на станции используется сернокислый алюминий. Для интенсификации процесса коагулирования применяется флокулянт (полиакриламид). Дезинфекция питьевой воды происходит с помощью газообразного (жидкого) хлора на ЛВС, с использованием жидкого гипохлорита натрия на ВОС мкр. Кречевицы (до 4 квартала 2013 г. – комбинированного дезинфектанта «Диоксид хлора и хлор», до сентября 2012 г. – гипохлорит кальция) (на станциях применяется метод двойного хлорирования).

Для подачи воды потребителям в распределительной сети используются преимущественно чугунные и стальные трубы, при этом около 53 % сетей, выполненных из чугуна и стали, требуют замены. Столь высокий процент изношенности сетей способствует увеличению загрязненности воды в процессе транспортировки ее в распределительной сети.

Содержание железа в питьевой воде, поступающей в сети городского водопровода, преимущественно соответствовало гигиеническому нормативу 0,3 мг/л. В распределительной сети средние концентрации железа за анализируемый период составляли 0,52–0,65 мг/л, максимальные концентрации железа в питьевой воде достигали 13,5 мг/л. В 89 % исследований средние концентрации железа не превышали значения 1 мг/л (наибольшие уровни характерны для воды водоразборных колонок).

Оценка экспозиционной нагрузки показала, что среднегодовые концентрации железа перед подачей воды в распределительную сеть с левобережных водоочистных сооружений и ВОС мкр. Кречевицы составляли 0,19 и 0,16 мг/л соответственно, в распределительной сети города – 0,64 мг/л. Уровни поступления железа с питьевой водой на территории города за период наблюдения составили 0,0183 мг/кг/день.

Следует отметить, что среднегодовые концентрации свыше 1,0 мг/л для всего анализируемого периода рассчитаны для 13 контрольных точек, расположенных в отдаленных и тупиковых частях городского водопровода, в том числе в 12 точках на водоразборных колонках.

При среднегодовой концентрации железа в воде 1,0 мг/л его уровни поступления составляют 0,023 мг/кг день.

Максимальные концентрации железа ниже 1,0 мг/л для всего анализируемого периода рассчитаны для питьевой воды РЧВ перед подачей ее в распределительную сеть и в 15 контрольных точках распределительной сети. В 5 контрольных точках содержание железа в питьевой воде регистрировалось на уровне 1,01–1,05 мг/л.

Анализ результатов риска показал, что вероятность развития неканцерогенных эффектов при хроническом поступлении железа с питьевой водой для населения г. Великий Новгород незначительна (максимальное значение рассчитано для питьевой воды водоразборных колонок в 2009 г. и составляет 0,0015, отношение к приемлемому значению не превышает 0,03) и практически не оказывает влияния на величину интегрального показателя опасности питьевой воды.

В воде, поступающей в распределительную сеть с водоочистных сооружений, уровни рефлекторно-ольфакторного риска, неканцерогенного риска и величина интегрального показателя опасности не превышают приемлемых величин. Максимальное значение интегрального показателя опасности питьевой воды в рассматриваемый период составило 0,04.

Уровни риска развития рефлекторно-ольфакторных эффектов и, соответственно, величины интегрального показателя опасности питьевой воды из распределительной сети города превышают приемлемые величины и составляют в целом по городу 3,57.

Следует отметить, что приемлемые значения интегрального показателя опасности питьевой воды за весь анализируемый период рассчитаны для 15 точек распределительной сети. Для 20 контрольных точек расчётные уровни интегрального показателя опасности питьевой воды превышали среднегородское значение.

Анализ динамики показателей за период с 2008 по 2015 г. позволил выявить снижение уровней риска в целом по городу практически в 2 раза (преимущественно за счет наметившейся тенденции улучшения качества воды из водоразборных колонок), однако уровни интегрального показателя опасности воздействия железа при поступлении с питьевой водой как из водозаборных колонок, так и из распределительной сети превышают приемлемый уровень 1,0.

Превышения приемлемого уровня риска рефлекторно-ольфакторных эффектов в питьевой воде из водоразборных колонок за анализируемый период находились в пределах от 1,41 до 4,85, в среднем за время наблюдения – 3,88; величина интегрального показателя опасности составляла в отдельные годы от 1,43 до 4,87, в среднем – 3,90. Наиболее высокие значения интегрального показателя рассчитаны для 2009 и 2011 г., минимальные – в 2015 г.

В точках контроля качества питьевой воды, расположенных в домах (распределительная сеть), величины риска рефлекторно-ольфакторных эффектов за анализируемый период находились в пределах от 0,44 до 2,69, среднее значение – 1,92. Значение интегрального показателя опасности колебалось в отдельные годы от 0,45 до 2,71, в среднем – 1,93. Наиболее высокие значения интегрального показателя рассчитаны для 2014 г., минимальные – в 2008 и 2015 г. Следует отметить, что приемлемые значения интегрального показателя опасности железа в питьевой воде из распределительной сети чаще отмечались для домов с износом сетей до 88 %.

Выводы. Таким образом, на основании выполненного исследования установлено, что неканцерогенный риск здоровью населения Великого Новгорода при

употреблении им питьевой воды, ориентированный на ожидаемый рост заболеваемости патологиями, связанными с особенностями токсического действия железа, не превышает приемлемого уровня.

Выявленные неприемлемые уровни интегрального показателя опасности питьевой воды обусловлены риском развития рефлекторно-ольфакторных эффектов при воздействии железа, что требует принятия дополнительных мер по регулированию качества воды. Учитывая степень изношенности водопроводных сетей и различие уровней риска в воде, выходящей из ВОС в город и в распределительных сетях города, целесообразно предусмотреть проведение ремонтных работ по замене изношенных сетей, прежде всего, в районе расположения контрольных точек, для которых выявлены высокие уровни риска развития рефлекторно-ольфакторных эффектов.

При соблюдении содержания железа в питьевой воде на уровне 1 мг/л и менее (временно утвержденный гигиенический норматив) риск для здоровья населения находится на приемлемом уровне, что позволило рекомендовать данную величину для гигиенической оценки качества воды, подаваемой централизованными системами города.

Итогом исследования явилось постановление главного государственного санитарного врача по Новгородской области № 10 от 05.10.2015 г. «Об установлении временного отклонения гигиенического норматива железа в воде, подаваемой централизованной системой водоснабжения Великого Новгорода».

Список литературы

1. Зайцева Н.В., Май И.В. Правовые аспекты оценки риска для здоровья населения при обеспечении безопасности товаров: мировой зарубежный опыт и практика таможенного союза // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 3. – С. 4–17.

2. Май И.В., Седусова Э.В., Лебедева Т.М. Правовые основы оценки риска для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания в Российской Федерации: текущее состояние и перспективы // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: матер. IV Всерос. конф. – Пермь, 2015. – С. 27–30.

3. Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Киселев А.В. Гигиеническое обоснование применения программного комплекса «Эколог. Питьевая вода» для интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности // Профилактическая и клиническая медицина. – 2013. – № 1 (46). – С. 17–20.

4. Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Киселев А.В. Опыт реализации метода интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности в Санкт-Петербурге // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 31–34.

5. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин [и др.] / под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

6. Руководство по контролю качества питьевой воды: рекомендации // Всемирная организация здравоохранения. – Женева, 1994. – 2-е издание, Т. 1. – 256 с.

Определение приоритетов в социально-гигиеническом мониторинге в детерминанте изучения экологической патологии на городских территориях

Н.М. Сергеева[1], Н.М. Цунина[1], И.И. Березин[2], Л.В. Аюпова[1]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Самарской области, г. Самара, Россия
[2]ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

Использовались данные Приволжского УГМС, Министерства здравоохранения Самарской области, Управления Роспотребнадзора по Самарской области, ФЦГиЭ Роспотребнадзора, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области».

Биогеохимические особенности территорий Самарской области заключаются в том, что в воде питьевой, почве и продуктах питания местного производства недостаточное содержание (или отсутствие) йода, фтора, селена, приводящее к эндемичным заболеваниям [2]. Антропотехногенное загрязнение окружающей среды потенцирует развитие экологической патологии у населения городов с развитой промышленностью, что особенно прослеживается на примерах заболеваемости детского населения как наиболее чувствительной части населения на негативные воздействия загрязненной окружающей среды [4]. Экологически зависимая патология и экологически обусловленная патология могут иметь общую этиологию, похожие симптомы и синдромы. Изучение негативного влияния химических загрязнителей в окружающей среде (ПК «ГеоИнфо», «оценка риска здоровью населения») позволяет определить транспарентные детерминанты, приоритеты в социально-гигиеническом мониторинге, связанные с экологической патологией, что необходимо в развитии дифференциальной гигиенической диагностики и для научно-практического обоснования профилактических мероприятий.

Изучение качества атмосферного воздуха в системе СГМ проводилось по данным 37 постов наблюдения на 9 городских территориях Самарской области. За 3 года (с 2013 по 2015 г.) было изучено 153 322 исследования на содержание химических веществ в атмосферном воздухе населенных мест Самарской области.

Приоритетными по вкладу в загрязнение атмосферного воздуха являлись следующие производства и изучаемые на них вещества: *производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов* (взвешенные вещества, гидроксибензол – C_6H_6O, дигидросульфид – H_2S, диметилбензол смесь (о-, м-, п- изомеров) – C_8H_{10}, сера диоксид (или сера (IV) оксид) – SO_2, углерод оксид – CO_2, азота диоксид – NO_2, этилбензол – $C_6H_5C_2H_5$); *химическое производство* (C_6H_6O, CO_2, формальдегид – CH_3NO, NO_2, аммиак – NH_3, H_2S, C_8H_{10}, SO_2, $C_6H_5C_2H_5$); *производство транспортных средств и оборудования* (бензол – C_6H_6, взвешенные вещества, H_2S,

CO_2, CH_3NO, NO_2, C_8H_{10}, метилбензол – C_7H_8, SO_2, $C_6H_5C_2H_5$); *производство и распределение энергии, газа и воды* (C_6H_6, CO_2, NO_2, NH_3, $C_6H_5C_2H_5$, SO_2); *производство резиновых и пластмассовых изделий* (С6Н6, взвешенные вещества, CO_2, NO_2, CH_3NO); *прочие производства (из обрабатывающих производств* – взвешенные вещества; гидрохлорид – C_lH; NO_2; CO_2); *добыча топливно-энергетических полезных ископаемых*; а также металлургическое производство и производство готовых металлических изделий; представление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг; производство машин и оборудования; транспорт и связь. При этом наибольшая нагрузка на атмосферный воздух от загрязнителей перечисленных производств приходилась на города Новокуйбышевск, Тольятти, Самара, Отрадный и затем – на Похвистнево, Сызрань, Чапаевск; в Жигулевске основным источником загрязнения атмосферного воздуха являлось производство прочих неметаллических минеральных продуктов (приоритеты выбирались с учетом количества отраслей промышленности, в данном случае от 7 до 3, и количества выбрасываемых загрязнителей в атмосферный воздух – от 35 до 3, величины концентраций поллютантов).

За 2013–2015 гг. в структуре исследований поллютантов «по кратности к ПДК» составляли:

а) 1,1–2,0 ПДК – CH_3NO (21 %); NO_2 (18 %); C_6H_6O (13 %); CO_2 (12 %); H_2S (8 %); взвешенные вещества (6 %); по 5 % – фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор) – FH и C_8H_{10}; по 3 % – C_lH и этенилбензол – C_6H_8; по 1 % – C_6H_6, метилбензол – C_7H_8, углерод – C, SO_2;

б) 2,1–5,0 ПДК – CH_3NO (35 %); H_2S (15 %); CO_2 (14 %); C_6H_8 (12 %); NO_2 (11 %); C_6H_6O (10 %); NH_3 (6 %); по 5 % – FH и C_lH; в) «>5,1 ПДК» – H_2S (75 %); CH_3NO (25 %).

Оценка степени загрязнения воздуха городов области по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА, сумма средних концентраций в единицах ПДК с учетом класса опасности соответствующего загрязняющего вещества) характеризуется как «низкая» за трехлетние периоды 2010–2012 гг. (в диапазоне *min* 0,49 и *max* 0,94) и 2013–2015 гг. (в диапазоне *min* 0,37 и *max* 0,77).

По городу Самара (областной центр с развитой промышленностью), по расчетам СГМ, суммарный показатель загрязнения $К_{сум.}$ = 0,67 (не более 1), превышений гигиенических нормативов нет (в расчет входили степень загрязнения отдельными загрязнителями; коэффициент, величина которого зависит от класса опасности вещества). Комплексный показатель P = 4,5, что соответствует слабому уровню загрязнения атмосферного воздуха населенных мест от промышленных предприятий. При оценке риска здоровью индивидуальный канцерогенный риск *HRIc* от загрязнения атмосферного воздуха от CH_3NO составил 4,23452E-05, что расценивается, как целевой риск для населенных мест России.

С 2010 по 2015 г. количество мониторинговых точек (МТ) по контролю качества питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (ЦХПВ) на территории Самарской области имеет тенденцию к уменьшению (на 162 единицы) и составляет 14,06 % от общего количества таковых точек по РФ.

По последним данным ФИФ СГМ (карты), в 2014 г. Самарская область ПФО отмечалась среди других территорий России как территория «риска» по следующим показателям воды ЦХПВ: по показателю общей жесткости (с превышением > = 10 мг/экв/л в составе 7 ФО); по содержанию химических веществ (в составе 7 ФО); а также по содержанию патогенных и условно-патогенных микроорганиз-

мов. По данным РИФ СГМ, в 2012–2015 гг. наиболее высокие показатели жесткости воды ЦХПВ (с превышением > = 10 мг/экв/л) и выше среднеобластного уровня, составившего 9,7 мг/экв/л, регистрировались по городам Новокуйбышевск, Чапаевск, Октябрьск, Отрадный. Изучение среднегодовых концентраций веществ в воде питьевой систем ЦХПВ показало: содержание фтора – F (2-й класс опасности, ПДК = 1,5 мг/л), в среднем по области составило 0,3 мг/л (ниже норматива); сульфатов (по SO_4) – (4-й класс опасности, ПДК 500 мг/л), по области – 172,6 мг/л (ниже норматива), но в г. Новокуйбышевск – 626,5 мг/л (выше норматива); железа – Fe (3-й класс опасности, ПДК 0,3 мг/л), в среднем по области – 0,27 мг/л (ниже норматива); марганца – Mn (ПДК 0,1 мг/л, 3-й класс опасности) выше среднеобластного уровня, составившего 0,05 мг/л – в г.Тольятти (0,15 мг/л); аммиак и аммоний-ион (по азоту) – (4-й класс опасности, ПДК 1,5 мг/л) по области 0,38 мг/л (ниже норматива); нитратов (по NO_3) – (3-й класс опасности, ПДК 45 мг/л), среднеобластной показатель – 9,8 мг/л (ниже норматива); 7) нитритов (по NO_2) – (3-й класс опасности, ПДК 3,3 мг/л), среднеобластной уровень 0,05 мг/л (ниже норматива); 8) хлоридов (по Cl) – (4-й класс опасности, ПДК 350 мг/л), среднеобластной уровень 84,63 мг/л (ниже норматива).

По данным ФИФ СГМ (карты), в 2014 г. в Самарской области среди других территорий России по микробиологическому загрязнению воды питьевой систем ЦХПВ «другие микроорганизмы» отмечались до 5 % проб (по РФ *max* показатель составил до 10 % исследований), общие колиформы – до 5 % проб (по РФ *max* показатель составил до 50 % исследований), термотолерантные колиформные бактерии – до 5 % положительных проб (по РФ *max* показатель составил до 50 % исследований). По данным РИФ СГМ, в 2015 г. результаты анализа воды питьевой на микробиологические показатели улучшились (единичные положительные пробы) и по паразитологическим показателям не было положительных проб.

При оценке риска здоровью *HRIc* – индивидуальная вероятность развития злокачественных новообразований от употребления питьевой воды систем ЦХПВ среди всего населения в г. Самара на протяжении всей жизни (суммарный индивидуальный канцерогенный риск) в 2011–2014 гг. составила 2 случая на 100 тыс. человек – «приемлемый» уровень риска. Популяционный суммарный канцерогенный риск составил 165,25 случая заболеваний на 100 тыс. человек. Наибольший вклад в прогнозируемое развитие риска неканцерогенных эффектов *HRI* от употребления питьевой воды систем ЦХПВ вносят хлориды, бериллий, мышьяк, фтор, молибден, нитраты, хром и др.; в общий суммарный риск развития неканцерогенных эффектов – болезни иммунной системы, слизистых оболочек – 36 %; болезни желудочно-кишечного тракта, печени – 36 %; болезни зубов, костной ткани – 9 %; болезни крови, сердечно-сосудистой системы – 9 %; болезни ЦНС, нервной системы – 8 %; болезни почек – 2 %; болезни органов дыхания – 0,35 % и др.

Контроль за загрязнением почвы в Самарской области проводился по 6 МТ, по видам территории размещения, 2 из них – на селитебной территории, 4 – в зонах рекреаций. Изучение сведений «тип почв/форма содержания» показало: в г. Самара – нейтральные (суглинистые и глинистые) почвы с pH KCl > 5,5/ валовое и чернозем/валовое; подвижная форма; в г. Тольятти – песчаные/супесчаные/валовое; подвижная форма; в г. Новокуйбышевск – кислые (суглинистые и глинистые) с pH KCl < 5,5/валовое; в г. Сызрань – нейтральные (суглинистые и глинистые) почвы с pH KCl > 5,5/ валовое.

По сведениям из ФИФ СГМ по химическому загрязнению Самарская область не являлась территорией «риска» (по РФ химическое загрязнение было в пределах min – Zc >16 ед. и max – Zc >32 ед., на территориях 9 ФО, составивших 1/2 всей территории РФ); по микробиологическому загрязнению почвы область относилась к территории «риска» (в составе ряда территорий по загрязнению почвы из 8 ФО; 1/3 всей территории РФ загрязнена возбудителями кишечных инфекций); по загрязнению почвы возбудителями паразитарных заболеваний область не являлась территорией «риска» (загрязнение регистрировалось в 9 ФО – на более 2/3 всей территории РФ); территориями «риска» по паразитологической загрязненности почвы, граничащими с Самарской областью, являлись Республика Татарстан (все перечисленные возбудители) и Ульяновская область (власоглав). По сведениям из РИФ СГМ, на санитарно-химические показатели в 2013–2015 гг. было проведено 1 063 исследования почвы в городах области. Превышений гигиенических нормативов по среднегодовым показателям в среднем по городам не было (концентрации веществ на уровне до 1,0 ПДК): медь (Cu) – 0,67 мг/кг (ПДК 3, класс опасности 2) – (изучение в городах Самара и Тольятти); мышьяк (As) – 0,65 мг/кг (ДУ 2, класс опасности 1) – (в городах Самара и Тольятти); никель (Ni) – 0,21 мг/кг (ПДК 4, класс опасности 2) – (в городах Самара и Тольятти); ртуть (Hg) – 0,21 мг/кг (ПДК 2,1, класс опасности 1) – (в городах Самара, Тольятти, Сызрань, Новокуйбышевск); свинец (Pb) – 11,369 мг/кг (ПДК 6, класс опасности 1), выше гигиенического норматива – в 3,6 раза – в г.Самара (21,77 мг/кг), выше в 3 раза в г. Сызрани (18,2 мг/кг) и ниже норматива – в городах Тольятти и Новокуйбышевск; цинка (Cd) – 7,08 (ПДК 23, класс опасности 1), ниже норматива и городах Самара и Тольятти.

Мониторинг содержания возбудителей кишечных инфекций в почвах городов осуществлялся по 6 показателям; за 2013–2015 гг. было проведено 355 исследований; с фактическим содержанием возбудителей из проведенных исследований по г. Сызрань – 57,4 %; по г. Самара – 41,5 %; по г. Тольятти – 38,4 %, по г. Новокуйбышевск – 34,83 %; на содержание паразитарных заболеваний – 288 исследований (нет фактического содержания возбудителей).

Оценка канцерогенного риска [5] *HRIc*, связанного с загрязнением почвы, показала, что он – целевой риск для населенных мест России и повседневный по отношению к приоритетным для изучения канцерогенам. Оценка неканцерогенного риска HRI показала, что в будущем ожидается рост патологии, характеризующей неблагоприятное влияние загрязненной среды обитания токсикантами на развитие экологически зависимой (антропотехногенного генеза) патологии – гормональную систему (эндокринные болезни), кровь, затем – ЦНС, нервную систему, иммунную систему (ослабление организма, следовательно, рост инфекционной и др. патологии); желудочно-кишечный тракт.

На содержание контаминантов во всех группах продуктов питания по г. Самара за 2012–2014 гг. рассмотрена информация по 7 717 исследованиям, что составляет 45 % от количества всех исследований по Самарской области (в 2015 г. – 3 450 исследований – 54 % от проведенных исследований по области). Среди наименований групп контаминантов и их видов чаще встречались: токсичные элементы – кадмий, свинец, мышьяк, ртуть, медь; среди пестицидов – ГХЦГ, ДДТ, афлатоксин В1, препараты_2,4-Д, ртутьсодержащие; среди микотоксинов – афлатоксин В1, Т-2 токсин, зеараленон, дезоксинилваленол, а также нитраты – нитраты и др.

Оценка риска здоровью населения показала, что риск развития рака от употребления продуктов питания, загрязненных контаминантами, наиболее велик при употреблении плодоовощной продукции (мышьяк, кадмий, ДДТ), сахара и кондитерских изделий (мышьяк, кадмий, гексахлорбензол, свинец), затем молока и молочных продуктов (мышьяк, кадмий) и др.

В неканцерогенный риск наибольший вклад вносят железо (1-е ранговое место, HQ = 6E-10^{-3}), никель (2-е ранговое место, HQ = 4,8E-10^{-6}), медь (3-е ранговое место, HQ = 4,8E-10^{-6}), свинец (4-е ранговое место, HQ = 1,2E-10^{-6}) и др. По вкладу химических веществ по условным расчетам поражаемые органы и системы (по убывающей) находятся в таком порядке: печень – 42 %, сердечно-сосудистая система – 22 %, желудочно-кишечный тракт – 21 %, ЦНС, нервная система – 6 %, репродуктивная система, гормон – 7 и по 1 % – иммунная система и кожа.

По величине неканцерогенных рисков HQ за 2012–2014 гг. сахар и кондитерские изделия занимали 1-е ранговое место (загрязнение железом, никелем, медью, свинцом, мышьяком, кадмием, гексахлорбензолом, афлатоксином В1 – в порядке убывания показателя HQ); масличное сырье и жировые продукты занимали 2-е ранговое место (загрязнение железом, медью, никелем, кадмием, мышьяком, ртутью, афлатоксином В1 – в порядке убывания показателя HQ); рыба живая, рыба-сырец, охлажденная, мороженая, фарш, филе (морская), мясо морских животных (загрязнение свинцом, мышьяком, ртутью, ДДТ, кадмием, афлатоксином В1, бенз(а)пиреном) – в порядке убывания показателя HQ и др.

Выводы. Изучение эндемичной патологии является одним из направлений деятельности социально-гигиенического мониторинга в Самарской области. Выявление приоритетов в системе «среда обитания – здоровье населения» позволяет приблизиться к выяснению причин повышения уровня смертности и заболеваемости населения, в том числе – развития экологической патологии. Одними из приоритетных веществ для изучения в атмосферном воздухе городов являются формальдегид, дигидросульфид, гидроксибензол, углерод оксид (по количеству исследований, в т.ч. с превышением ПДК, с учетом класса опасности) по таким отраслям промышленности, как производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов, химическое производство, производство транспортных средств и оборудования, производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования и др. Необходимо далее проводить расчеты суммарных и комплексных показателей загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА, $К_{сум.}$, Р), за последние 3 года они в пределах нормативов, но ситуация может меняться. При изучении воды питьевой систем ЦХПВ в городах выделен ряд приоритетных химических веществ (с превышением ПДК по отдельным мониторинговым точкам на всех территориях области), но среднегодовые концентрации за последнее время с превышением ПДК по сульфатам регистрировались только в г. Новокуйбышевск (влияют на деятельность желудочно-кишечного тракта, способствуют повышению уровня желче- и мочекаменной болезни); повышенные уровни общей жесткости воды фиксировались в городах Новокуйбышевск, Чапаевск, Октябрьск, Отрадный (влияют на деятельность сердечно-сосудистой, мочевыделительной системы, электролитный обмен, репродуктивную функцию женского организма, функционирование системы пищеварения). В почве городов Самара и Сызрань отмечались превышения среднегодовых концентраций свинца; в продуктах питания – кадмий, медь. Известно, что химическая контаминация продуктов питания вносит значительный вклад в формирование

канцерогенного [1] и неканцерогенного риска [6], что свидетельствует о необходимости системного регулирования безопасности агротехнического производства, дальнейшего совершенствования государственного контроля содержания ксенобиотиков, длительное воздействие которых даже в небольших количествах приводит к увеличению риска возникновения экологически обусловленных заболеваний [3]. По ряду городов и др. территорий области фиксировались повышенные уровни смертности населения, общей заболеваемости, в т.ч. по классам экологически зависимой заболеваемости. Так, повышенные уровни смертности по причине смерти от болезней системы кровообращения, злокачественных новообразований, болезней органов дыхания, болезней органов пищеварения наблюдались в городах Чапаевск, Самара, Сызрань, Жигулевск, Отрадный, Новокуйбышевск; общей впервые выявленной заболеваемости у всего населения – в городах Самара и Тольятти; повышенный уровень заболеваемости впервые выявленными злокачественными новообразованиями у детей отмечался в городах Самара, Тольятти, Жигулевск, Новокуйбышевск и др. В социально-гигиеническом мониторинге на региональном уровне имеются геоинформационные карты и база данных для нанесения информации с учетом новых выделенных приоритетов по среде обитания и здоровью населения, в т.ч. – по классам экопатологии.

При проведении оценки риска здоровью населения выяснилось, что имеется фон для продолжения роста экологически зависимых болезней; болезней сердечно-сосудистой системы, болезней органов дыхания, болезней иммунной системы, болезней зубов и костной ткани, болезней нервной системы, эндокринных заболеваний и др. Однако в целом риски, связанные с загрязнением химическими веществами атмосферного воздуха, воды питьевой, почвы и продуктов питания, характеризуются как приемлемые и целевые для населенных мест России.

Список литературы

1. Гигиеническая оценка неблагоприятных социальных, санитарно-гигиенических факторов окружающей среды на территории алтайского края / А.А. Ушаков, В.В. Турбинский, И.Г. Пащенко, А.С. Катунина // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 50–61.

2. Котельников Г.П., Самыкина Л.Н. Стратегия ликвидации йоддефицита на территории Самарской области // Экология и здоровье человека: тр. X Всерос. конгр. – Самара, 2005. – С. 137–139.

3. Литвинова О.С. К вопросу совершенствования контроля за содержанием остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 1. – С. 18–21.

4. Особенности эндокринных нарушений у детей, проживающих в условиях высокого риска ингаляционного воздействия бензола, фенола и без(а)пирена / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, Л.Н. Палагина // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 97–103.

5. 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.

6. Феттер В.В., Поляков А.Д. Сравнительная оценка риска здоровью населения, детерминированного химической контаминацией пищевых продуктов различного происхождения // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 55–67.

Особенности иммунной регуляции у детей, потребляющих воду с повышенным содержанием нитратов

К.Г. Старкова[1], О.В. Долгих[1,2], Е.А. Отавина[1], А.А. Мазунина[2], Н.В. Безрученко[1,2], М.А. Гусельников[2], Т.А. Легостаева[1], А. Колегова[2]

[1] ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

Исследование функциональных возможностей иммунной системы в условиях многофакторного внешнесредового окружения связано, в том числе, с выявлением приоритетных механизмов и маркерных показателей, определяющих особенности адаптационных возможностей и устойчивость организма в измененной среде обитания [1–4].

Цель работы – исследовать показатели иммунной регуляции у детей, проживающих в условиях потребления питьевой воды с повышенным содержанием нитратов.

Материалы и методы. Выполнено иммунологическое диагностическое обследование 35 детей (18 мальчиков и 17 девочек) в возрасте от 3 до 7 лет, посещающих детские дошкольные учреждения, постоянно проживающих на территории с повышенным содержанием нитратов в воде хозяйственно-бытового водоснабжения. Группу сравнения составили 43 ребенка (22 мальчика и 21 девочка) из «условно чистого» района, употребляющих питьевую воду с допустимыми значениями санитарно-химических показателей качества.

Измерение массовых концентраций нитрат-ионов в пробах воды и биосредах проводилось методом капиллярного электрофореза. Исследования биосред на содержание N-нитрозаминов, которые являются производными нитратов в организме, выполнялось хромато-масс-спектрометрическим методом. Содержание IgE общего, IgG4, медиаторов простагландинов E2 и F2α определяли методом иммуноферментного анализа, специфические антитела к нитрозаминам – аллергосорбентным тестированием с ферментной меткой. Количественное исследование цистеиниловых лейкотриенов (LTC4/D4/E4) проводили с помощью «CAST ELISA» (Cellular antigen stimulation test ELISA), стимулируя клетки специфическим для группы наблюдения аллергеном.

При статистическом анализе полученных данных использовали метод вариационной статистики с расчетом средней арифметической и её стандартной ошибки и *t*-критерия Стьюдента, оценку зависимостей между признаками проводили методом корреляционно-регрессионного анализа с расчетом критерия Фи-

шера и коэффициента детерминации (R^2). Различия между группами считали достоверными при $p<0,05$.

Результаты исследований качества воды хозяйственно-питьевого водоснабжения детских учреждений на обследованной территории свидетельствовали о превышении концентрации нитрат-ионов относительно территории сравнения в 2,8 раза ($p<0,05$), при этом отмечено 13 % проб с уровнем, не соответствующим установленным ПДК.

В крови детей дошкольного возраста, проживающих на территории наблюдения, установлено более высокое, в 3,5 раза, содержание N-нитрозаминов в крови относительно группы сравнения ($p<0,05$). Кроме того, отмечено присутствие N-нитрозаминов в моче обследованных детей при отсутствии этих соединений в пробах группы сравнения ($p<0,05$).

Результаты клинико-лабораторного исследования выявили у детей основной группы достоверно повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень общей сенсибилизации (табл. 1) ($p<0,05$), однако достоверных отклонений относительно группы сравнения не наблюдалось. Кроме того, в 26,7 % случаев отмечено возрастание концентрации IgG4 антител, разница достоверна по критерию кратности превышения нормы ($p<0,05$). Уровень специфической сенсибилизации к N-нитрозодиметиламину был повышен у 20,7 % обследованных, хотя достоверных отличий от референтного диапазона выявить не удалось. Повышаются шансы возрастания IgG к N-нитрозодиметиламину при увеличении концентрации нитратов в моче (R^2 = 0,94 при $p<0,05$).

Таблица 1

Содержание маркеров сенсибилизации у детей в условиях воздействия нитратов

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения
IgE общий, МЕ/мл	0–50,0	308,1 ± 139,2*
IgG4, г/л	0,1–1,2	0,923 ± 0,329
IgG спец. к N-нитрозодиметиламину, усл. ед.	0–0,1	0,059 ± 0,043

Примечание: * – разница достоверна относительно референтного интервала ($p<0,05$).

Кроме того, уровень спонтанного синтеза неспецифических медиаторов лейкотриенов у детей, потребляющих воду с повышенным содержанием нитратов, по сравнению с детьми из благополучного по данному показателю района был повышен в 2,1 раза (табл. 2), однако находился в пределах референтных значений (<150 пг/см^3) в обеих группах. После проведения клеточной антигенной стимуляции клеток в условиях эксперимента активация высвобождения *de novo* лейкотриенов в основной группе повысилась в 1,4 раза при отсутствии подобного эффекта в группе сравнения. При этом уровень индуцированной продукции LTC4/D4/E4 в обследуемой группе был достоверно выше, чем контрольные показатели ($p<0,05$).

Содержание провоспалительного медиатора простагландина E2 в крови детей группы наблюдения достоверно превышало, в среднем в 2,8 раза, показатели сравнения (табл. 3). Одновременно не зафиксировано достоверных межгрупповых различий по концентрации PgF2α. Учитывая во многом антагонистические особенности влияния указанных простагландинов, необходимо рассматривать соотноше-

ние PgE2/PgF2α, которое в обследуемой группе было достоверно выше в 3,4 раза, чем в группе сравнения (p<0,05).

Таблица 2

Спонтанная и индуцированная продукция лейкотриенов LTC4/D4/E4 клетками периферической крови детей (эксперимент)

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения
Спонтанная продукция LTC4/D4/E4, пг/см^3	110,16 ± 11,093*	52,98 ± 7,410
Продукция LTC4/D4/E4, индуцированная N-нитрозодиметиламином, пг/см^3	151,0 ± 24,60*	42,36 ± 5,846

Примечание: * – разница достоверна относительно группы сравнения (p<0,05).

Таблица 3

Уровень концентрации простагландинов в крови обследованных детей

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения
PG E2, пг/см^3	1 268,75 ± 305,819*	457,503 ± 172,107
PG F2α, пг/см^3	672,66 ± 61,446	799,51 ± 97,088
PG E2/PG F2α	2,612 ± 0,793*	0,776 ± 0,304

Примечание: * – разница достоверна относительно группы сравнения (p<0,05).

Таким образом, проведенное исследование у детей, проживающих в условиях потребления питьевой воды с повышенным содержанием нитратов, показывает изменения функциональных иммунных показателей, связанные с повышением общей сенсибилизации организма в сочетании с повышенной продукцией регуляторных медиаторов простагландина E2 и лейкотриенов.

Список литературы

1. Зайцева Н.В., Долгих О.В., Дианова Д.Г. Влияние контаминации формальдегидом на показатели иммунной системы детей // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 5 (2). – С. 702–704.

2. Определение специфических IgE и маркеров активации у детей в условиях техногенной нагрузки / О.В. Долгих, Н.В. Зайцева, Д.Г. Дианова, Т.С. Лыхина // Тюменский медицинский журнал. – 2011. – № 2. – С. 22–23.

3. Оценка особенностей иммунорегуляторных эффектов у детей в условиях экспозиции тяжелыми металлами / К.Г. Старкова, А.В. Кривцов, Н.А. Вдовина, Е.А. Пирогова, Н.В. Безрученко // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 2 (2). – С. 110–111.

4. Характеристика регуляторных систем у детей при воздействии химических факторов среды обитания / Д.А. Ланин, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 23–26.

Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения в муниципальных образованиях Ульяновской области по показателям химической безвредности

М.А. Суханов[1], Е.Н. Дубовицкая[1], И.В. Школьная[2], И.В. Глазунова[1]

[1]Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ульяновской области, г. Ульяновск, Россия
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Белгородской области», г. Белгород, Россия

В районах Ульяновской области (города Ульяновск и Димитровград в настоящей работе не рассматриваются) для хозяйственно-питьевого водоснабжения используется вода непосредственно из подземных источников без водоподготовки. Исключение составляет водоснабжение части населения Радищевского района (пгт Радищево, села Новая Дмитриевка, Рязановка, Воскресеновка, Верхняя Маза, п. Октябрьский с общим количеством 5 693 человека), которое осуществляется из поверхностного источника. Благоприятная ситуация с организацией питьевого снабжения обусловлена тем, что территория области расположена в пределах двух артезианских бассейнов подземных вод II порядка: Волго-Сурского и Приволжско-Хоперского. Основные запасы подземных вод сосредоточены в пределах Волго-Сурского бассейна и приурочены к гидрогеологическим подразделениям: верхнеплиоценово-среднечетвертичному аллювиальному комплексу, миоценово-среднечетвертичному аллювиальному комплексу, сызранскому терригенному комплексу и турон-маастрихтскому терригенно-карбонатному комплексу. По условиям формирования подземных вод и распространению основных эксплуатационных гидрогеологических подразделений территория Ульяновской области разделена на левобережную часть – низменное Заволжье и правобережную – Приволжскую возвышенность.

В 2015 г. 96,3 % населения Ульяновской области пользовалось водой, отвечающей требованиям безопасности, аналогичный показатель по Российской Федерации составил 90,4 %. Доброкачественную питьевую воду получают 984 400 человек, или 84,1 % населения области. Это обеспечено организациями, осуществляющими в области холодное водоснабжение в количестве 90 хозяйствующих субъектов, холодное и горячее водоснабжение – 19, горячее водоснабжение – 3. При этом согласованных Управлением Роспотребнадзора по Ульяновской области программ производственного контроля качества питьевой воды, горячей воды на 01.01.2016 г. составило 113, разработанных схем водоснабжения и водоотведения поселений и городских округов и утвержденных в установленном порядке – 81. Для обеспечения безопасности питьевой воды Управлением Роспотребнадзора по Уль-

яновской области количество выдаваемых предписаний водоснабжающим организациям из года в год возрастает, и составило в 2015 г. 78, для сравнения в 2014 г. только 59. Однако в области, как и в целом по Российской Федерации, остается тревожной ситуация с питьевым водоснабжением: 18,9 % проб не соответствует гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям (в среднем по Российской Федерации – 16,4 %) [1].

Цель исследования – интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности в муниципальных образованиях Ульяновской области с расчетом ольфакторно-рефлекторного, неканцерогенного и канцерогенного рисков. Общее количество населения, для которого проведена оценка, – 497 210 человек (по состоянию на 01.01.2015 г.).

Материалы и методы. Проанализировано 213 180 исследований, выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ульяновской области» и его филиалами, по 58 показателям во всех районах области, исключая города Ульяновск и Димитровград, где подаваемая вода населению подготавливается. Оценка рисков здоровью населения, потенциально связанных с употреблением питьевой воды, осуществлялась в соответствии с МР 2.1.4.0032-11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности» [2]. Лимитирующие признаки вредности вещества (органолептический, санитарно-токсикологический) приняты по санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам 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». Коэффициенты и индексы опасности рассчитывались в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04[3].

Результаты и их обсуждение. Работа по определению риска, связанного с потреблением питьевой воды из централизованных источников, проведена в первую очередь в связи с тем, что содержание химических веществ в питьевой воде подземных источников централизованного водоснабжения имеет более постоянный характер, по сравнению с контаминацией продовольственного сырья и продуктов питания или содержанием вредных веществ в воздухе населенных мест.

Для оценки экспозиции качества питьевой воды по органолептическим свойствам проведен расчет максимальных концентраций 98%-ной вероятностной обеспеченности и средних концентраций 95%-ной вероятностной обеспеченности для оценки ожидаемых неканцерогенных и канцерогенных эффектов.

Оценка экспозиции проведена только для перорального поступления как приоритетного сценария воздействия, связанного с поступлением воды в качестве питьевой. Оценка суммарного риска органолептических эффектов осуществлялась по максимальному значению из всей группы величин.

Для определения LADD использованы стандартные значения, рекомендованные ВОЗ [2]: количество потребляемой питьевой воды л/сут – 2; частота воздействия в году – 365 дней, продолжительность воздействия – 30 лет; масса тела – 70 кг; период осреднения, число дней – в течение 30 лет по 365 дней. Риск рассчитывался по формуле $Risk = SFo \cdot LADD$.

При расчете индивидуального риска хронических эффектов для веществ, нормированных по санитарно-токсикологическому признаку действия, использована формула

$$Risk = 1 - \exp((\ln(0{,}84) / (ПДК \cdot К_з))\ C),$$

где С – это средняя ежедневная концентрация вещества, поступающего в организм человека с питьевой водой в течение его жизни, а $К_з$ – коэффициент запаса, принимаемый равным 100 у веществ с выраженной вероятностью отдаленных последствий и 10 у остальных веществ.

Формула для расчета интегрального показателя использовалась следующая

$$ИП = Риск_{ро} / ПЗ_{ро} + Риск_{нек} / ПЗ_{нек} + Риск_{канц} / ПЗ_{канц}.$$

Для оценки органолептического риска, характеризующегося ольфакторно-рефлекторным эффектом воздействия, расчет проводился для следующих показателей, имеющих «лимитирующий признак вредности вещества» органолептический: железо, нитриты (по NO_2), марганец, медь, цинк, pH, запах при 20 °С, запах при 60 °С, мутность, привкус и цветность. В перечень приоритетных веществ, включенных в оценку риска неканцерогенных эффектов, были включены показатели, имеющие санитарно-токсикологическое значение: алюминий, аммиак (по азоту), барий, бериллий, бор, нитраты (по NO_3), селен (селен и его соединения), кадмий, кобальт, молибден, мышьяк, никель, ртуть, свинец, стронций (стабильный), сурьма, хром (хром (6+), фтор (фториды). Для оценки канцерогенного риска анализировались вещества, контролируемые в системах питьевого водоснабжения, для которых определен канцерогенный потенциал (SFo). Это бериллий, мышьяк, свинец, кадмий и хлороформ.

Были исключены из расчета такие показатели химического состава воды, как общая жесткость, сухой остаток вследствие отсутствия показателя вредности, а осредненные концентрации хлоридов и сульфатов были ниже нормируемых величин от 5 до 10 раз. Остальные химические соединения из первоначального перечня анализируемых веществ также исключены с использованием критериев, определенных «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04, в том числе хлороформ, а также хлор остаточный свободный и связанный. Последние вследствие того, что концентрации веществ существенно ниже референтных (безопасных) уровней воздействия, так как подаваемая в сеть питьевая вода не хлорируется. В отношении мышьяка при расчете канцерогенного риска возникла значимая неопределенность из-за недостаточной чувствительности применяемых методов исследования (чувствительность используемых методов по ГОСТ 31870-2012 и ГОСТ 4152-89 – 0,005 мг/дм³), а в некоторых случаях и трактовки полученных результатов при оформлении протоколов лабораторных исследований, что интерпретировалось как ненадежность имеющихся данных и невозможность в рамках проекта ориентировочно оценить уровни экспозиции.

Степень риска определялась в сравнении с величиной приемлемого значения для ольфакторно-рефлекторного риска, выраженного в 0,1, неканцерогенного риска в размере 0,05, канцерогенного – 0,00001.

Сводные данные по величине рефлекторно-ольфакторных эффектов, суммарному неканцерогенному риску, связанному с присутствием в питьевой воде (или их концентрацией) химических веществ, суммарному канцерогенному риску от уровня содержания веществ, имеющих доказанный канцерогенный эффект,

представлены в табл. 1. В этой же таблице указан диапазон проб, исследованных на содержание концентраций веществ для показателей, которые были проанализированы и приняты для расчета соответствующих рисков с определением количества населения, подверженного этим рискам, и собственно интегральный показатель.

Таблица 1

Ранжирование территорий Ульяновской области по величине интегрального показателя оценки питьевой воды по показателям химической безвредности

Муниципальное образование	Диапазон исследованных проб*	Риск рефлекторно-ольфакторных эффектов		Суммарный неканцерогенный беспороговый риск		Суммарный канцерогенный беспороговый риск		Интегральный показатель	Количество населения на 01.01.2015 г.
		значение риска	отношение риска к приемлемому значению	значение риска	отношение риска к приемлемому значению	значение риска	отношение риска к приемлемому значению		
Мелекесский район	468–774	0,47956	4,79565	0,03947	0,78930	5,608E-06	0,56082	6,14577	35 746
Сурский район	21–404	0,42905	4,29047	0,01309	0,26178	1,1E-07	0,01100	4,56325	17 692
Старомайнский район	95–573	0,28280	2,82797	0,04121	0,82420	6,134E-06	0,61339	4,26556	17 343
Чердаклинский район	146–291	0,13201	1,32011	0,04104	0,82077	4,782E-06	0,47818	2,61906	42 688
Базарносызганский район	102–957	0,03515	0,35147	0,01114	0,22286	1,69E-05	1,69025	2,26458	8866
Карсунский район	62–454	0,03723	0,37229	0,04669	0,93375	7,987E-06	0,79870	2,10474	23 280
Барышский район	212–342	0,04045	0,40450	0,00899	0,17989	1,043E-05	1,04296	1,62735	40 916
Николаевский район	124–356	0,04560	0,45597	0,02821	0,56412	4,219E-06	0,42192	1,44201	24 912
Павловский район	42–555	0,04360	0,43602	0,02988	0,59760	3J36E-06	0,37363	1,40725	13 778
Новомалыклинский район	200–573	0,04928	0,49276	0,00940	0,18792	4,625E-06	0,46249	1,14317	14 524
Ульяновский район	75–418	0,05761	0,57614	0,01525	0,30490	2,246E-06	0,22465	1,10569	55 863
Вешкаймский район	299–552	0,03911	0,39111	0,00739	0,14784	4,869E-06	0,48690	1,02585	17 880
Тереньгульский район	72–463	0,05495	0,54949	0,01448	0,28962	3,77E-07	0,03770	0,87681	17 911
Сенгилеевский район	160–579	0,05686	0,56861	0,01065	0,21294	7,223E-07	0,07223	0,85378	22 456
Инзенский район	62–703	0,04236	0,42365	0,01582	0,31639	1,038E-06	0,10383	0,84387	31 094
Кузоватовский район	124–349	0,04248	0,42477	0,01222	0,24433	7,841E-07	0,07841	0,74752	20 611
Майнский район	118–349	0,02275	0,22750	0,02580	0,51599	0	0,00000	0,74349	24 240
Радищевский район	85–260	0,04590	0,45904	0,00988	0,19765	2,739E-07	0,02739	0,68407	12 834
Новоспасский район	44–289	0,04301	0,43010	0,01034	0,20679	9,871E-08	0,00987	0,64676	21 521
Цильнинский район	140–656	0,04651	0,46509	0,00624	0,12483	5,503E-08	0,00550	0,59542	26 071
Старокулатскинский район	67–216	0,03805	0,38051	0,00391	0,07818	1,247E-08	0,00125	0,45993	12 677

Примечание: * – указан диапазон количества анализируемых исследований на показатель от меньшего до большего.

Отношение риска к приемлемому значению по ольфакторно-рефлекторному эффекту составило от 0,22750132 в Майнском районе до 4,7956458 в Мелекесском районе. Риск характеризуется в целом как приемлемый для всех муниципальных образований области, кроме районов: Чердаклинского, Старомайнского, Сурского, Мелекесского, где риск неприемлем из-за высокого природного содержания железа. Мелекесский, Старомайнский, Чердаклинский районы расположены на левобережной части (низменное Заволжье), что характеризуется отдельными условиями формирования подземных вод, где запасы подземных вод приурочены к верхнеплиоценово-среднечетвертичному аллювиальному комплексу, и, соответственно, повышенное содержание железа в подземных источниках носит эндемичный характер. Особняком в списке эндемичных районов по содержанию в воде железа стоит Сурский район, водоносные горизонты которого сформированы верхнекаменноугольной карбонатной серией, также характеризующиеся высоким природным содержанием железа.

Ранжирование территорий по величине неканцерогенного риска определило, что минимальное значение отношения суммарного риска к приемлемому значению составляет 0,078179 в Старокулаткинском районе и максимальное – 0,933752 в Карсунском районе и не требуется применения дополнительных мер по его снижению во всех муниципальных образованиях области в отношении этого риска.

Превышения над пороговой величиной канцерогенного риска в результате анализа установлены только в Барышском и Базарносызганоском районах. Риски обусловлены исключительно повышенной концентрацией кадмия в питьевой воде и составляют соответственно 9,35449E-06 и 1,53052E-05 (отношение к приемлемому риску 0,935449 и 1,530517). Районы имеют общую границу и, соответственно, общие водоносные горизонты, поэтому возможно наличие общего источника загрязнения водоносных слоев или повышенного природного содержания кадмия в артезианской воде.

В соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04 [3], рассчитывались коэффициенты опасности для длительных воздействий химических веществ по формуле $HQ = AD/RfD$, где AD – средняя доза, мг/кг; АС – средняя концентрация, мг/м^3. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном или комплексном воздействии химических соединений проводится на основе расчета индекса опасности [3]. Так как все вещества исследовались для одного и того же пути поступления в организм человека, расчет индексов опасности производился по формуле HI = Сумма HQ. Суммарный расчет индексов опасности в разрезе критических органов/систем для населения различных районов области представлен в табл. 2. Интенсивность окраски ячеек зависит от величины риска (от меньшего к большему).

Анализ данных, представленных в табл. 2, свидетельствует о том, что несмотря на 10-е ранговое место в рейтинге по интегральному показателю, питьевая вода централизованных систем в Новомалыклинском районе обладает наибольшим негативным эффектом в отношении центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта, иммунной, гормональной и нервной систем, сердечно-сосудистой системы, кожи, а также способствует развитию диабета. При этом с величиной неканцерогенного риска 0,00940 (отношение к приемлемому значению составило 0,18792) место района в рейтинге по этому риску составляет только 17. На следующих местах по величине интегрального показателя размещены Кузоватовский и Чердаклинский районы. Поэтому, несмотря на то, что подобный подход является предпочтительным для оценки риска для неканцерогенных эффектов, все же он может преувеличивать опасность для здоровья [3].

Выводы. Впервые для всех муниципальных образований Ульяновской области, исключая города Ульяновск и Димитровград, проведена интегральная оценка питьевой воды централизованных систем по показателям химической безвредности. Многолетние наблюдения в рамках социально-гигиенического мониторинга и результаты лабораторных исследований при проведении надзорных мероприятий, выявляющие превышение содержания железа в питьевой воде у потребителей Мелекесского, Старомайнского, Чердаклинского районов нашли свое подтверждение в величине ольфакторно-рефлекторного риска, который может быть обсчитан в экономическом ущербе. Необходимо организовать детальное изучение хозяйствующих субъектов, деятельность которых может способствовать загрязнению водоносных

Таблица 2

Сводная оценка неканцерогенного риска для населения районов области с учетом аддитивности для критических органов/систем

Поражаемые органы и системы	Барышский	Базарный	Вешкаймский	Инзенский	Карсунский	Кузоватовский	Майнский	Мелекесский	Николаевский	Новомалыклинский	Новоспасский	Павловский	Радищевский	Сенгилеевский	Старокулаткинский	Старомайнский	Сурский	Тереньгульский	Ульяновский	Цильнинский	Чердаклинский
ЦНС	0,419	0,013	0,433	0,009	0,089	0,628	0,236	0,459	0,457	0,671	0,365	0,292	0,274	0,015	0,039	0,31	0,532	0,011	0,017	0,001	0,566
Кровь	0,092	0,086	0,098	0,086	0,308	0,018	0,279	0,301	0,1	0,121	0,059	0,22	0,087	0,05	0,093	0,229	0,274	0,139	0,331	0,135	0,089
ЖКТ	0,42	0,005	0,443	0,015	0,114	0,631	0,013	0,503	0,623	0,743	0,384	0,347	0,288	0,135	0,121	0,313	0,394	0,066	0,051	0,024	0,602
Биохимические показатели крови	0,007	0,012	1E-03	0,03	0,092	0,005	0,221	0,044	0,036	0,048	0,001	0,034	0,002	0,01	0,062	0,017	0,116	0,005	0,015	0,059	0,014
Смертность	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Масса тела	0	0	4E-06	0	0	0	0	0,009	0	0,01	0	0	0	0	0	0,014	0	0	0	0	0,011
Печень	0,012	0,005	0,012	0,015	0,081	0,008	1E-04	0,1	0,196	0,096	0,021	0,087	0,017	0,135	0,084	0,058	4E-04	0,066	0,051	0,024	0,06
Зубы	0,093	0,16	0,125	0,266	0,355	0,215	0,255	0,228	0,351	0,066	0,192	0,352	0,21	0,072	0,054	0,108	0,284	0,127	0,156	0,086	0,037
Костная ткань	0,093	0,16	0,125	0,266	0,355	0,215	0,255	0,247	0,351	0,083	0,192	0,355	0,21	0,072	0,054	0,13	0,284	0,127	0,156	0,086	0,055
Иммунная система	0,417	0,021	0,445	0,033	0,054	0,626	0,044	0,511	0,543	0,738	0,372	0,283	0,281	0,012	0,721	0,333	0,51	0,01	0,017	0,01	0,598
Почки	0,009	0,03	0,005	0,033	0,438	0,007	0	0,266	0,028	0,124	0,004	0,032	0,003	0,006	5E-04	0,047	0,038	0,004	0,005	0,058	0,08
Репродуктивные органы	0,007	0,01	6E-04	0,006	0,049	0,005	0,221	0,021	0,027	0,019	6E-04	0,023	0,002	0,004	8E-05	0,018	0,135	0,002	0,014	3E-04	0,017
Гормональная система	0,424	0,025	0,436	0,02	0,519	0,634	0,234	0,424	0,479	0,664	0,368	0,298	0,276	0,01	0,038	0,284	0,534	0,007	0,019	3E-04	0,593
Кожа	0,417	0,021	0,445	0,033	0,054	0,626	0,027	0,505	0,443	0,658	0,372	0,274	0,281	0,012	0,045	0,326	0,491	0,01	0,017	0,01	0,587
Печень	0,012	0,005	0,012	0,015	0,081	0,008	1E-04	0,1	0,196	0,096	0,021	0,087	0,017	0,135	0,084	0,058	4E-04	0,066	0,051	0,024	0,06
Волосы	0	0	0	0	0	0	0	7E-04	0	5E-04	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0	4E-04
Селезенка	0	0	0	0	0	0	0	7E-04	0	5E-04	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0	4E-04
Нервная система	0,415	0,01	0,431	0,006	0,081	0,627	0,234	0,409	0,453	0,645	0,363	0,283	0,273	0,004	0,038	0,252	0,51	0,002	0,014	3E-04	0,537
Диабет	0,408	0	0,43	0	0,033	0,623	0,013	0,399	0,427	0,643	0,363	0,26	0,271	0	0,038	0,25	0,394	0	0	0	0,537
Органы дыхания	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Алкалоз	0	0,001	0	0	0	0	0	0,03	0	0,043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,058	0,012
Гиперкальциемия	0	0,001	0	0	0	0	0	0,03	0	0,043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,058	0,012
Сердечно-сосудистая система	0,413	0,026	0,486	0,01	0,126	0,628	0,045	0,502	0,464	0,726	0,373	0,394	0,285	0,013	0,059	0,301	0,443	0,116	0,277	0,117	0,553

горизонтов Базарносызганского и Барышского районов, с целью устранения или минимизации отрицательного воздействия их с выделением во внешнюю среду кадмия. Главным результатом работы надо признать, что в целом и основном вода источников централизованного водоснабжения не обладает отрицательным воздействием на здоровье населения Ульяновской области.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 4–13.

2. МР 2.1.4.0032-11.2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: метод. рекомендации / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 31.07.2011 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12090808/ (дата обращения: 31.03.2015).

3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.bestpravo.ru/rossijskoje/lq-zakony/j7b.htm (дата обращения: 31.03.2015).

Приоритетные факторы риска здоровья школьников с учетом этнических особенностей

С.С. Ханхареев[1], И.Ю. Тармаева[2], Н.В. Ефимова[3], О.Г. Богданова[1]

[1]Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, г. Улан-Удэ, Россия
[2]ГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Иркутск, Россия
[3]ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», г. Ангарск, Россия

В современных условиях развития общества, характеризующихся изменениями в экономике и социальной напряженностью, резко обозначена проблема сохранения здоровья детей [2, 3]. Для установления причин сложившегося положения разрабатываются различные теоретические концепции обусловленности здоровья детского населения, которым присущи не только собственные закономерности его формирования, но и особенности влияния факторов среды обитания [1, 5].

В г. Улан-Удэ за последние годы уровень общей заболеваемости детей увеличился в 1,5 раза, подростков – в 1,9 раза, в том числе по классам болезней органов пищеварения – в 2,2 раза, костно-мышечной системы и соединительной ткани – в 5,6 раза [6]. Приведенные данные свидетельствуют об уязвимости детей в процессе школьного обучения и о необходимости углубленного изучения причин и факторов, обусловливающих риск нарушений здоровья.

Несмотря на большое количество исследований по проблемам школьной гигиены, по-прежнему недостаточно данных об изменении здоровья школьников в процессе обучения, не в полной мере изучено влияние факторов образовательной среды на детский организм, остаются нерешенными вопросы организации питания, практически нет работ, рассматривающих указанные этнические аспекты проблемы.

Цель исследования – дать интегральную оценку факторам риска здоровью городских школьников с учетом этнических особенностей.

Материалы и методы. Объектами исследования явились дети и подростки, посещающие образовательные учреждения г. Улан-Удэ, факторы образовательной и внешней среды. Исследуемая группа состояла из 495 обучающихся (236 – мужского пола, 259 – женского), из них в возрасте 6–7 лет – 236 человек, 11–12 лет – 110 человек, 16–17 лет – 149 человек. В зависимости от этнической принадлежности исследуемая группа детей и подростков распределена следующим образом: представители бурятской национальности – 300 человек, представители русской национальности – 195. Изучение влияния комплекса факторов среды обитания, в том числе образовательной среды, на здоровье детей и подростков произведено на примере обучающихся из 4 образовательных учреждений различного типа, расположенных в трех районах г. Улан-Удэ (МОУ «Средняя общеобразовательная школа (СОШ) № 17», МБОУ «Российская гимназия № 59» и учреждения круглосу-

точного пребывания: ГБОУ «Лицей-интернат № 61 для одаренных детей», ГОУ «Республиканский Бурятский Национальный Лицей-интернат № 1»).

Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье обучающихся общеобразовательных учреждений различного типа г. Улан-Удэ проведена с использованием методологии оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [4, 7]. Рассчитывались интенсивные и экстенсивные показатели для каждой половозрастной и национальный групп обучающихся по нозологическим формам болезней в соответствии с МКБ-10. Влияние факторов оценивали по уровню относительного риска и его доверительного интервала (*RR* [*CI min – CI max*]).

Результаты и их обсуждение. К приоритетным факторам риска для здоровья школьников г. Улан-Удэ следует отнести: высокий уровень учебной нагрузки, нерациональное питание, загрязнение атмосферного воздуха, напряженность электромагнитных полей внутришкольной среды (ранговый ряд по значимости от наибольшего к меньшему).

Воздействие комплекса факторов оценивали по группе санитарно-эпидемиологического благополучия (за фоновые приняли данные по лицею № 1), в качестве отклика рассматривали удельный вес часто болеющих детей (ЧБД). Выявлено, что комплекс факторов приводит к повышению доли ЧБД к 5-му году обучения (*RR* = 10,5 в гимназии № 59, *RR* = 20,5 – в СОШ № 17) (табл. 1). У старшеклассников интервальная оценка показателя относительного риска свидетельствует о недостаточной статистической значимости результата.

Таблица 1

Относительный риск нарушений здоровья детей и подростков (по данным анкетирования) в зависимости от факторов образовательной среды

Фактор	Группы		*RR*	*CI min*	*CI max*
Комплекс факторов: организация питания, параметры микроклимата, воздушной среды, освещенности, шума, напряженности электромагнитных полей и режим образовательного процесса	Гимназия	1-й класс	0,7	0,3	1,5
		5-й класс	10,5	3,3	29,9
		11-й класс	2,9	0,7	11,3
	СОШ	1-й класс	0,8	0,2	2,3
		5-й класс	20,5	5,7	62,8
		11-й класс	2,9	0,8	10,1

Выявлено, что у детей и подростков бурятской национальности выше риск патологии эндокринной системы (*RR* = 2,9 [1,6; 5,4]), органов глаза и придаточного аппарата (*RR* = 1,6 [1,15; 2,4]), сколиоза, плоской стопы (*RR* = 1,4 [1,0; 2,0]). Учитывая данный факт, рассмотрены особенности риска здоровью в зависимости от возраста обследованных с учетом этнической принадлежности.

Гендерных различий по рискам выявлено не было, поэтому характеристика приведена без деления обследованных по полу. При анализе возрастного аспекта формирования патологии у обучающихся г. Улан-Удэ отмечено, что риск последовательно нарастает от 1-го к 5-му и 11-му классам по патологии органов глаза и придаточного аппарата (табл. 2). Динамика при оценке на всем массиве данных практически не отличается от таковой у представителей бурятской национальности (*RR* = 2,2 [1,6; 3,9] и *RR* = 3,7 [2,5; 5,4]; *RR* = 3,5 [1,9; 6,4] и *RR* = 4,1 [2,3; 7,0] соответственно).

Относительный риск эндокринологической патологии по группе детей и подростков бурятской национальности отличается от динамики представителей русской национальности. Если в первом случае к 5-му классу *RR* возрастает до 6,7, то у 11-классников он лишь в 3,8 раза больше, чем у первоклассников. У детей и подростков бурятской национальности величины *RR* нарастали последовательно: к пятому классу – *RR* = 4,6 [1,3; 16,3], к 11-му *RR* = 9,8 [3,1; 31,3].

Относительный риск ортопедической патологии характерен лишь для детей и подростков бурятской национальности при сравнении частоты патологии 5-го и 1-го классов. У русских детей и подростков, проживающих в Улан-Удэ, в отличие от сверстников коренной национальности от сверстников коренной этнической группы, отмечен статистически значимый риск патологии ЛОР-органов у старшеклассников (*RR* = 4,8 [1,2; 19,1].

Таблица 2

Относительный риск частоты патологии (по данным медицинских обследований) у детей и подростков различной этнической принадлежности в зависимости от возраста

Специалист	Бурятская национальность			Русская национальность			Всего		
	RR	CI_{min}	CI_{max}	*RR*	CI_{min}	CI_{max}	*RR*	CI_{min}	CI_{max}
5-й класс относительно 1-го									
Педиатр	2	1,6	2,8	0,6	0,4	0,9	1,3	1,1	1,6
Невролог	*			*			*		
Офтальмолог	3,5	1,9	6,4	2,2	1,1	4,8	2,2	1,6	3,9
ЛОР	1,8	0,7	5,1	*			2,4	1	5,7
Ортопед	2,6	1,5	4,6	1,5	0,3	7	1,4	0,9	2,1
Эндокринолог	4,6	1,3	16,3	*			6,7	3,1	14,4
Аллерголог	1,5	0,7	3,6	0,7	0,2	3,1	1	0,6	2,2
11-й класс относительно 1-го класса									
Педиатр	1,7	1,3	2,3	1	0,8	1,3	1,3	1,1	1,6
Невролог	*			*			4,4	1,6	12,1
Офтальмолог	4,1	2,3	7	2,7	1,3	5,4	3,7	2,5	5,4
ЛОР	1,7	0,6	4,5	4,8	1,2	19,1	2,6	1,2	5,8
Ортопед	2,2	1,2	3,8	2,5	0,1	10,2	3,8	2,9	5,3
Эндокринолог	9,8	3,1	31,3	2,5	0,7	8,9	3,8	1,8	7,9
Аллерголог	0,3	0,1	1,2	0,6	0,1	2,1	0,4	0,1	1
11-й класс относительно 5-го класса									
Педиатр	0,8	0,7	1	1,6	1	2,1	0,9	0,8	1,1
Невролог	*			*			10,4	1,4	77,4
Офтальмолог	1,5	1,1	2,3	1,2	0,6	2,3	1,5	1,1	2
ЛОР	0,9	0,4	2,2	2,1	0,5	10,2	1,1	0,5	2,4
Ортопед	0,8	0,5	1,2	*			0,9	0,6	1,3
Эндокринолог	0,9	0,6	1,4	2,3	0,9	11,8	1	0,6	1,5
Аллерголог	0,2	0,06	0,7	1,1	0,2	7,8	0,3	0,1	1

Примечание: * – риск не рассчитан, так как число случаев заболевания в группе меньше 4.

По данным проведенного медицинского осмотра, частота неврологической патологии очень мала, что не позволило оценить риск в возрастной динамике по отдельным этническим группам, а лишь в целом по популяции обучающихся г. Улан-Удэ, при этом рост частоты характерен в пубертатный и юношеский периоды (5–11-е классы).

С учетом данных различных исследователей [1, 3, 6] к приоритетным факторам риска здоровью обучающихся образовательных организаций следует отнести: для нарушений нервно-психической сферы – высокий уровень учебной нагрузки и психоэмоционального напряжения, нарушение режима дня; для болезней глаза и костно-мышечной системы – высокий уровень учебной нагрузки, низкую освещенность, несоответствие школьной мебели гигиеническим требованиям к ростовозрастным особенностям и условиям расстановки, нарушения питания. По классу болезней эндокринной системы для снижения доли детей с избытком и дефицитом массы тела, заболеваний, связанных с йоддефицитом, необходимо оптимизировать режим и рацион питания, сбалансировать поступление макро- и микронутриентов, увеличить физическую активность детей.

Выводы. Результаты проведенных исследований, позволивших выявить ключевые проблемы в формировании здоровья обучающихся образовательных учреждений г. Улан-Удэ, указывают на необходимость проведения комплекса дополнительных профилактических и природоохранных мероприятий, с учетом приоритетных факторов риска, возрастных особенностей формирования здоровья и этническую предрасположенность к школьно-обусловленным заболеваниям.

Список литературы

1. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Медико-социальные проблемы воспитания подростков. – М.: Изд-во «ПедиатрЪ», 2014. – 388 с.

2. Ильин А.Г. Состояние здоровья детей и деятельность детской поликлиники в современных условиях: лекция [Электронный ресурс] // Научный центр здоровья детей. – М., 2014. – URL: http: //www.youtube.com/ watch?v=HvAoDwQC-jQ (дата обращения: 15.03.2016).

3. Кучма В.Р., Шубочкина Е.И. О новых научных подходах к управлению системой санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся в общеобразовательных учреждениях // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 8. – С. 6–9.

4. Методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров). – М.: Юманити медиа, 2014. – 120 с.

5. Онищенко Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4–14.

6. Питание и здоровье школьников Республики Бурятия / Н.В. Ефимова, И.Ю. Тармаева, С.С. Ханхареев, О.Г. Богданова. – Иркутск: НЦРВХ СО РАМН, 2012. – 164 с.

7. 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.

Оценка риска для здоровья населения при нитратном загрязнении питьевой воды на примере Республики Бурятия

С.С. Ханхареев[1], К.В. Булутов[2], Л.В. Макарова[1], Е.В. Мадеева[1], А.В. Цырендоржиев[1], В.С. Савельева[2]

[1] Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, г. Улан-Удэ, Россия
[2] ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия», г. Улан-Удэ, Россия

В настоящее время обеспечение населения питьевой водой, соответствующей гигиеническим нормативам, является наиболее актуальной гигиенической задачей в Российской Федерации. Увеличивающееся загрязнение источников питьевого водоснабжения химическими веществами создает риск возникновения неинфекционной патологии населения.

Согласно результатам регионального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга в Республике Бурятия, к территориям «риска» по содержанию в питьевой воде централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения нитратов в концентрациях 1,1–2 ПДК ежегодно относятся с. Мухоршибирь Мухоршибирского района и с. Тарбагатай Тарбагатайского района. В 2015 году наблюдалось увеличение концентраций нитратов в воде источников водоснабжения и разводящей сети.

В с. Тарбагатай Тарбагатайского района групповой водозабор представлен двумя артезианскими скважинами № 1, № 2, расположенными в селитебной зоне. Водозабор эксплуатируется круглогодично, общая проектная производительность составляет 384 м^3/сут. К данному водозабору подключены многоквартирные дома, частные земельные участки (летний водопровод), среднее профессиональное техническое училище, реабилитационный центр для несовершеннолетних, кафе и пекарня, водопотребность которых составляет от 170 до 200 м^3/сут. Численность населения, потребляющего воду в питьевых и хозяйственно-бытовых целях, составляет 320 человек. Согласно паспортным данным, скважина № 1 расположена по ул. Рокоссовского, 8 «г» с. Тарбагатай, пробурена в 1956 г. на глубину 118,6 м. Скважина № 2 расположена по ул. Омулевая с. Тарбагатай, пробурена в 1973 г. на глубину 100 м. Водоносный горизонт относится к категории недостаточно защищенных.

В связи со стабильным несоответствием качества питьевой воды по содержанию нитратов и общей жесткости в 2014 г. в рамках Республиканской целевой программы «Чистая вода Республики Бурятия на 2009–2017 годы» «на групповом водозаборе с. Тарбагатай построены сооружения по очистке (водоподготовке) питьевой воды, предусматривающие очистку питьевой воды на фильтрах механической очистки, мембранном осмотическом фильтре, обеззараживание хлорированием и ультрафиолетовым облучением. Однако в ходе мероприятий по контролю установ-

лено, что гарантирующей организацией допускаются нарушения по режиму эксплуатации сооружений водоподготовки питьевой воды.

В 2015 г. в разводящей сети системы централизованного водоснабжения с. Тарбагатай среднегодовая концентрация нитратов составила 84,3 мг/л и превысила предельно допустимую концентрацию в 1,9 раза (рисунок). В динамике наблюдается увеличение среднегодовой концентрации нитратов на 8,2 % (2005 г. – 77,9 мг/л).

В с. Мухоршибирь из 4 систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения превышения гигиенического норматива по содержанию нитратов наблюдаются в централизованных системах, подключенных к подземным источникам водоснабжения по ул. Производственная, ул. Новая, ул. Рабочая. Все водозаборы расположены в селитебной зоне с. Мухоршибирь и эксплуатируются круглогодично.

Скважина, расположенная на ул. Производственная, эксплуатируется для водоснабжения детского сада «Звездочка», жилых домов с численностью жителей 115 человек. Скважина пробурена в 1960 г. на глубину 143 м. Расположенная на ул. Новая, скважина эксплуатируется для водоснабжения жилых домов с численностью жителей 35 человек. Скважина пробурена в 1960 г. на глубину 93 м. Скважина на ул. Рабочая пробурена в 1986 г. на глубину 120 м. Численность населения, обеспеченного водой из систем централизованного водоснабжения с превышением гигиенических нормативов по содержанию нитратов, составляет 177 человек.

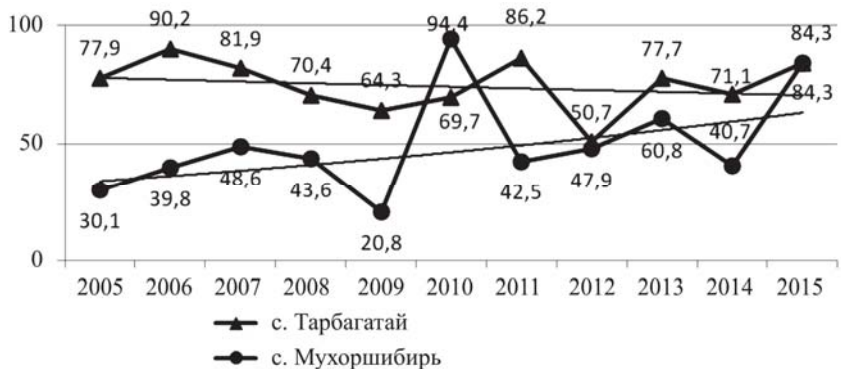


Рис. Среднегодовые концентрации нитратов в воде
разводящих сетей централизованных систем водоснабжения
с. Тарбагатай, с. Мухоршибирь в 2005–2015 гг. (мг/л)

В 2015 г. в разводящих сетях систем централизованного водоснабжения с. Мухоршибирь среднегодовые концентрации нитратов составили 51,1–138,3 мг/л, что превышает предельно допустимую концентрацию в 1,1–3,1 раза. Наблюдается увеличение среднегодовых концентраций нитратов с 2005 г. в системах, присоединенных к источникам водоснабжения ул. Новая (с 9,5 до 121,9 мг/л), ул. Рабочая с 50,8 мг/л до 138,3 мг/л (табл. 1).

Кроме источников централизованного водоснабжения содержание нитратов, превышающее гигиенический норматив, обнаруживается также и в нецентрализованных источниках водоснабжения с. Мухоршибирь. Общая численность населения, обеспеченного водой с превышением гигиенических нормативов по содержанию нитратов, составляет 1900 человек.

Таблица 1

Динамика среднегодовых концентраций нитратов в разводящей сети централизованных систем водоснабжения с. Мухоршибирь, мг/л

Наименование источника водоснабжения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
ул. Производственная	54,4	38,3	54,8	94,9	80,9	10,0	94,1	69,3	60,3	51,1
ул. Новая	9,5	54,8	63,9	27,4	175,3	73,1	28,3		27,1	121,9
ул. Рабочая	50,8	42,4	48,3	8,4	102,2	69,4	56,7	93,2	53,8	138,3
ул. 30 лет Победы	5,8	23,7	27,4	–	19,0	17,4	12,7	19,7	21,5	25,9

Различие качества подземных вод в пределах одного населенного пункта объясняется сложным геолого-морфологическим строением местности (межгорные впадины Тугнуйская, Сухаринская, горные склоны хребтов Саган-Дабан, Заганский хребет) и использованием водоносных горизонтов, залегающих в кристаллических породах и в рыхлых четвертичных отложениях осадочных толщ.

Поступление нитратов с питьевой водой в организм человека может стать причиной накопления в крови метгемоглобина – деривата гемоглобина, не способного к переносу кислорода из крови в ткани. Метгемоглобин образуется в результате связывания оксигемоглобина с нитритами, появляющимися в результате восстановления нитратов в кишечнике человека. Высокие уровни содержания в воде нитратов являются факторами риска болезней крови, кроветворных органов, сердечно-сосудистой системы для населения. Международное агентство по изучению рака (МАИР) относит нитраты к вероятным канцерогенам (группа 2В). Ряд метаболических реакций нитратов может привести к образованию нитрозосоединений, некоторые из которых могут вызывать рак [1].

С целью обоснования управленческих решений и реализации мер по обеспечению доброкачественной питьевой водой населения с. Тарбагатай и с. Мухоршибирь Управлением Роспотребнадзора по Республике Бурятия проведена оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

По результатам оценки риска для здоровья населения с. Тарбагатай установлено, что при длительном пероральном воздействии нитратов с питьевой водой имеется недопустимый риск (*HI*) развития заболеваний крови и кроветворных органов, сердечно-сосудистой системы, превышающий допустимый уровень для взрослого населения в 1,67 раза и детского населения в 3,86 раза (табл. 2). При длительном воздействии на население с. Тарбагатай комплекса загрязнителей питьевой воды вклад нитратов в величину индекса опасности развития заболеваний крови и кроветворных органов, сердечно-сосудистой системы составляет 87 %. Уровень индивидуального канцерогенного риска от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, составляет $3{,}67 \cdot 10^{-5}$ и соответствует второму диапазону риска, т.е. является предельно допустимым [3].

В с. Мухоршибирь при длительном пероральном поступлении нитратов с питьевой водой централизованных систем водоснабжения имеется риск (*HI*) развития заболеваний крови и кроветворных органов, сердечно-сосудистой системы, превышающий допустимый уровень для взрослого населения в 2,09–2,38 раза и детского населения в 1,05–5,54 раза. Уровень индивидуального канцерогенного

риска от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, является предельно допустимым.

Согласно классификации уровней риска, предложенной группой исследователей во главе с С.М. Новиковым [2], установлено, что уровень неканцерогенного риска оценивается как «высокий» для населения, потребляющего воду из систем централизованного водоснабжения ул. Рабочая, ул. Новая с. Мухоршибирь и с. Тарбагатай. «Настораживающий» уровень риска от загрязнения питьевой воды нитратами характерен для системы водоснабжения, подключенной к скважине ул. Производственная с. Мухоршибирь.

Таблица 2

Уровни неканцерогенного риска здоровью населения с. Тарбагатай, с. Мухоршибирь, потребляющих воду с содержанием нитратов

Населенный пункт	Адрес источника водоснабжения	*HQ* нитратов		*HI* крови, ССС		Уровень риска
		взрослые	дети	взрослые	дети	
с. Тарбагатай		1,44	**3,37**	1,65	3,86	Высокий
с. Мухоршибирь	ул. Рабочая	2,37	**5,53**	2,38	5,54	Высокий
	ул. Производственная	0,88	2,04	0,88	2,04	Настораживающий
	ул. Новая	2,09	**4,87**	2,09	4,88	Высокий
	ул. 30 лет Победы	0,44	1,04	0,45	1,05	Допустимый

При анализе заболеваемости населения с. Тарбагатай, с. Мухоршибирь установлены приоритетные группы болезней: крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм, системы кровообращения и новообразования. В с. Тарбагатай средний за 2005–2014 гг. показатель заболеваемости взрослого населения болезнями системы кровообращения составил 12 326,2 сл. на 100 тыс. населения и превысил среднереспубликанский в 4,3 раза (РБ – 2858,4 сл. на 100 тыс. населения). Уровень заболеваемости новообразованиями взрослого населения составил 4 126 сл. на 100 тыс. населения и превысил среднереспубликанский в 5,1 раза (РБ – 801,5 сл. на 100 тыс. населения). Заболеваемость злокачественными новообразованиями крови, кроветворных органов всего населения с. Тарбагатай превысила республиканский уровень в 4,1 раза (33,8 сл. на 100 тыс. населения; РБ – 8,3 сл. на 100 тыс. населения).

За период 2005–2014 гг. в с. Мухоршибирь уровень заболеваемости детского населения болезнями крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм, в 3,8 раза превысил среднереспубликанский (6 396,5 сл. на 100 тыс. населения; РБ – 1 675,1 сл. на 100 тыс. населения). В 2014 г. значительно увеличился показатель заболеваемости детского населения с. Тарбагатай и с. Мухоршибирь новообразованиями и составил 638 и 735 случаев на 100 тыс. населения соответственно, что превышает среднереспубликанский показатель в 3,5 и 4 раза (РБ – 184,5 сл. на 100 тыс. населения). Следует отметить, что в с. Тарбагатай случаи заболеваний детей новообразованиями не регистрировалась с 2001 по 2007 г., а в с. Мухоршибирь – с 2004 г. по 2011 г.

В 2015 г. Управлением в плановом порядке, а также во исполнение поручения Правительства Российской Федерации и приказа Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека проведены меро-

приятия по контролю в отношении организаций, эксплуатирующих централизованные системы водоснабжения в с. Тарбагатай и с. Мухоршибирь. По результатам проверок установлены нарушения санитарно-эпидемиологических требований, предъявляемых к организации и режиму зон санитарной охраны, устройству источников водоснабжения, эксплуатации сооружений водоподготовки питьевой воды.

По итогам проведенных надзорных мероприятий в суды направлены исковые заявления в защиту неопределенного круга лиц о понуждении администраций МО «Тарбагатайский район», МО «Мухоршибирский район» в отношении организаций, эксплуатирующих централизованные системы водоснабжения, к разработке и утверждению технических заданий для инвестиционных программ, подготовке планов и реализации мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с установленными требованиями, обеспечению подвоза питьевой воды надлежащего качества на период реализации мероприятий, информированию населения о неудовлетворительном качестве питьевой воды. Исковые заявления судами удовлетворены в полном объеме.

В соответствии со ст. 21 Федерального закона «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ от 07.12.2011 г. в органы местного самоуправления направлены уведомления о несоответствии средних уровней показателей проб питьевой воды после водоподготовки требованиям гигиенических нормативов. О сложившейся ситуации с нитратным загрязнением источников водоснабжения с. Тарбагатай, с. Мухоршибирь проинформированы Глава Республики Бурятия, заместитель председателя Правительства Республики Бурятия по развитию инфраструктуры, Министерство строительства и модернизации жилищно-коммунального комплекса Республики Бурятия.

В настоящее время муниципальной целевой программой муниципального образования «Мухоршибирский район» «Развитие строительного и жилищно-коммунального комплексов» на 2015–2017 гг. и на период до 2020 г. запланировано строительство станции водоподготовки в с. Мухоршибирь с объемом финансирования 4,5 млн руб. на 2019 г., проведение реконструкции, модернизации 45 водозаборных сооружений (скважин) с объемом финансирования 1,5 млн руб. в 2017 г. и по 5,0 млн руб. в последующие 2018–2020 гг. Ведется работа по увеличению финансирования на реализацию мероприятий по обеспечению населения доброкачественной водой в рамках государственной программы Республики Бурятия «Развитие строительного и жилищно-коммунального комплексов Республики Бурятия».

Список литературы

1. Гигиеническая оценка канцерогенной опасности питьевой воды крупного промышленного города / Л.А. Бархатова, И.Л. Карпенко, Л.В. Зеленина, И.И. Верещагин, Л.Х. Кудусова // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 3 (240). – С. 19–20.

2. Развитие методологии оценки риска с учетом гармонизации с международными требованиями / С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, В.А. Кислицин, Т.А. Шашина, Н.С. Скворцова // Опыт использования методологии оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия: тр. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Ангарск: РИО АГТА, 2012. – С. 12–15.

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.

О внедрении риск-ориентированной модели в контрольно-надзорную деятельность Управления Роспотребнадзора по Курганской области

Г.Т. Хохлов, Э.В. Сахарова, Н.В. Слышкова

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Курганской области, г. Курган, Россия

Для исполнения решения коллегии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 20.03.2015 г. и приказов Федеральной службы о внедрении риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорную деятельность [1–4] Управлением Роспотребнадзора по Курганской области проведена организационно-подготовительная работа:

– изданы приказы по внедрению в работу Управления приказов и методических рекомендаций Федеральной службы по риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, о создании реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, находящихся на учете и подлежащих надзору со стороны Управления Роспотребнадзора по Курганской области, о формировании плана проверок на 2016 г. с учетом риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности;

– создана рабочая группа по формированию реестра субъектов надзора;

– разработан план формирования реестра;

– проведены обучающие семинары для специалистов Управления по вопросам внедрения риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности и формированию реестра субъектов надзора.

Внедрение риск-ориентированной модели надзора широко обсуждалось с представителями бизнес-сообщества: в ходе дискуссионного клуба, проведенного совместно с Ассоциацией молодых предпринимателей Курганской области; рабочих встреч с председателем Курганского отделения Общероссийской общественной организации малого и среднего предпринимательства «Опора России» и уполномоченным по защите прав предпринимателей в регионе; на заседании действующего при Управлении общественного совета по вопросам малого и среднего предпринимательства.

В реализации риск-ориентированной модели первым этапом явилось формирование регионального реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, который позволяет оценить профиль риска и численность населения под воздействием опасных факторов [5, 6].

В ранее сформированном реестре субъектов/объектов, подлежащих надзору, содержалась информация о паспортной части юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, идентификационные номера налогоплательщиков,

коды видов экономической деятельности, юридические и почтовые адреса и прочие общие данные.

Структура реестра по видам деятельности следующая:

– учреждения здравоохранения – 2,0 %,

– коммунальные объекты – 5,0 %,

– услуги – 17,8 %,

– детские и подростковые учреждения – 15,3 %,

– пищевые предприятия, общепит – 12,5 %,

– промышленные предприятия – 4,7 %,

– торговля – 42,7 %.

В соответствии с приказом Федеральной службы № 464 от 25.05.2015 г. «О внедрении риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорную деятельность территориальных органов Роспотребнадзора» [2] управлением проведена работа по отнесению субъектов надзора и видов их деятельности к определенному классу опасности по критериям потенциального риска, по выбору приоритетных объектов и субъектов надзора для целей планирования надзорных мероприятий.

Для сбора информации, необходимой для формирования реестра, использовали:

– архивные дела по субъектам надзора, полученные в ходе проведения контрольно-надзорных мероприятий;

– уведомления о начале предпринимательской деятельности;

– санитарно-эпидемиологические заключения;

– открытые информационные системы в сети Интернет («Дубль-ГИС», справочные системы по предприятиям);

– запросные системы ЕГРЮЛ и ЕГРИП.

В соответствии с заключенным соглашением с Управлением Федеральной налоговой службы России по Курганской области с 2015 г. обеспечено ежемесячное обновление сведений о юридических лицах и индивидуальных предпринимателях Курганской области.

Для формирования шаблона реестра в рамках межведомственного взаимодействия Управлением были направлены запросы в Курганстат, Департамент здравоохранения Курганской области, органы управления образованием и хозяйствующим субъектам.

В результате проведенной работы в реестр включено 6010 субъектов надзора, 9986 объектов, которые распределились по 4 классам опасности следующим образом:

– к 1-му классу (чрезвычайно высокий риск) был отнесен 1 субъект / 2 объекта (0,02 % от общего количества объектов) – крупные объекты водоснабжения и водоотведения областного центра;

– ко 2-му классу (высокий риск) – 77 объектов (0,78 %) – крупные объекты пищевого производства, крупные промышленные предприятия, лечебные учреждения областного и федерального подчинения, образовательные учреждения более чем на 1000 мест;

– к 3-му классу (средний риск) – 2419 объектов (24,2 %) – крупные торговые сети, пищевое производство, общепит, промышленные предприятия, полигоны отходов, образовательные учреждения;

– к 4-му классу (низкий риск) – 7488 объектов (74,9 %) – бытовое обслуживание, торговля, образовательные и лечебные учреждения, промпредприятия, связь, банковская и страховая деятельность.

Формирование плановых проверок на 2016 г. осуществлялось с учетом риск-ориентированного подхода.

В план включены субъекты надзора всех четырех классов опасности в соответствии с основными направлениями деятельности Роспотребнадзора, а также с учётом положений Федерального закона № 294-ФЗ от 30.04.2009 г. и постановления Правительства РФ № 489 от 30.06.2010 г.

При формировании плана приоритеты отданы объектам, осуществляющим образовательную и медицинскую деятельность, деятельность в области водоснабжения и водоотведения, производства пищевой продукции.

Всего в план на 2016 г. включено 565 проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

Увеличился удельный вес проверок в сфере здравоохранения, образования, коммунальных объектов.

Снизилось количество проверок промышленных предприятий. Это объясняется тем, что деятельность большого количества предприятий попала под «надзорные каникулы».

По этой же причине в план проверок на 2016 г. не вошли мероприятия в сфере транспорта и сельского хозяйства.

Структура плановых проверок на 2016 г. по классам опасности выглядит следующим образом (в связи с тем, что проект плана на 2016 г. формировался до издания методических рекомендаций «Классификация хозяйствующих субъектов и видов деятельности по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий» (утв. приказом № 1008 от 30.09.2015 г.), субъекты надзора разделены на четыре класса опасности):

1-й класс опасности (чрезвычайно высокий риск) – 1 проверка – 0,16 % (объекты водоснабжения и водоотведения областного центра);

2-й класс (высокий риск) – 148 – 23,24 % (проверки объектов водоснабжения и водоотведения, крупные образовательные учреждения, промышленные предприятия, производители пищевых продуктов);

3-й класс (средний риск) – 380 – 59,6 % (дошкольные и школьные образовательные учреждения, социальные учреждения с проживанием, санаторно-оздоровительные учреждения, лечебные учреждения, крупные торговые объекты);

4-й класс (низкий риск) – 109 – 17,0 % (малокомплектные образовательные учреждения, учреждения дополнительного образования, частная медицинская деятельность, дома престарелых, интернаты, объекты водоснабжения, банковская и страховая деятельность).

С выходом методических рекомендаций «Расчет показателей, характеризующих численность населения под воздействием факторов потенциального риска причинения вреда здоровью человека объектами санитарно-эпидемиологического надзора», утвержденных приказом Роспотребнадзора № 1025 от 07.10.2015 г., пересмотрен перечень показателей, используемых для оценки риска влияния объекта на население. У субъектов запрошены дополнительные показатели, в том числе по объемам реализуемой и выпускаемой продукции, торговой площади объектов.

Проведен расчет класса опасности объектов и субъектов надзора по шести классам с использованием программного продукта от 13.10.2015 г. по категорированию субъектов и объектов надзора, разработанный ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

В соответствии с методическими рекомендациями «Классификация хозяйствующих субъектов и видов деятельности по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий», утвержденными приказом № 1008 от 30.09.2015 г., структура реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по 6 классам потенциального риска причинения вреда здоровью населения выглядит следующим образом:

– *к 1-му классу опасности (чрезвычайно высокий риск)* отнесено 30 субъектов надзора (0,5 %). В первый класс перешли крупные субъекты пищевой промышленности, имеющие высокую гигиеническую значимость и большие объемы производства продукции (молзавод), крупные промышленные предприятия;

– *ко 2-му классу (высокий)* – 145 – *2,41 %* – промышленные предприятия, образовательные учреждения на 1300 мест, производители пищевых продуктов, поставщики тепло-энергоресурсов;

– *к 3-му классу (значительный)* – 613 – *10,2 %* – лечебные учреждения федерального и областного подчинения, образовательные учреждения на 500–1000 мест, крупные торговые сети, пищевое производство;

– *к 4-му классу (средний)* – 1274 – *21,2 %* – образовательные учреждения на 450–100 мест, частные медицинские клиники, промышленные предприятия;

– *к 5-му классу (умеренный)* – 823 – *13,69 %* – малокомплектные школы, учреждения дополнительного образования (школы искусств, музыкальные, спортивные школы), банковская и страховая деятельность, торговля, объекты социального обслуживания населения;

– *к 6-му классу (низкий)* – 3125 – *52,0 %* – субъекты мелкорозничной торговли, предоставление услуг.

Новые методические рекомендации позволили:

1) обеспечить единообразную классификацию объектов, включенных в реестр;

2) определить категории населения, находящегося под воздействием деятельности объектов надзора, с учетом вида деятельности и показатели, используемые для расчетов;

3) повысить класс опасности объектов.

По результатам проведенной работы в данном направлении можно сделать **вывод**, что внедрение риск-ориентированной модели надзора позволяет:

1) сконцентрировать усилия на объектах, представляющих наибольшую опасность для здоровья человека;

2) сократить число проверок на объектах низкого риска для населения;

3) повысить эффективность контрольно-надзорной деятельности в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и защиты прав потребителей;

4) стимулировать субъекты надзора к соблюдению требований санитарного законодательства через возможность обоснованного снижения периодичности плановых проверок.

Список литературы

1. О внедрении методических рекомендаций в «пилотных» территориальных органах Роспотребнадзора: Приказ руководителя Роспотребнадзора № 1302 от 26.12.2014 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.rospotrebnadzor.ru/privat/ID=2847 (дата обращения: 10.10.2015).

2. О внедрении риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорную деятельность территориальных органов Роспотребнадзора: Приказ руководителя Роспотребнадзора № 464 от 25.05.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.rospotrebnadzor.ru/privat/ID=3126 (дата обращения: 15.10.2015).

3. О внедрении методических рекомендаций «Классификация хозяйствующих субъектов и видов деятельности по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации контрольно-надзорных мероприятий»: Приказ руководителя Роспотребнадзора № 1008 от 30.09.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.rospotrebnadzor.ru/privat/ID=4374 (дата обращения: 12.10.2015).

4. О внедрении методических рекомендаций «Расчет показателей, характеризующих численность населения под воздействием факторов потенциального риска причинения вреда здоровью человека объектами санитарно-эпидемиологического надзора: Приказ руководителя Роспотребнадзора № 1025 от 07.10.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/420330655 (дата обращения: 18.03.2016).

5. О развитии системы риск-ориентированного надзора в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 4–12.

6. Проблемы и перспективы ведения реестров объектов санитарно-эпидемиологического надзора для задач перехода на риск-ориентированную модель деятельности / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, С.В. Бабина, А.С. Крига, Е.Л. Овчинникова, В.А. Бондарев, Е.А. Голованова, А.С. Сбоев, Л.Н. Акимова // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 1. – С. 4–11.

Определение величины риска здоровью населения г. Владикавказ

Ф.К. Худалова, О.И. Янушанец

ГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова», г. Санкт-Петербург, Россия

Определение величины риска здоровью населения от техногенных загрязнений атмосферного воздуха – перспективная методология, применяемая для задач планирования контрольно-надзорных мероприятий при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия. В настоящее время методикой оценки риска пользуются повсеместно: неоднократно проводится оценка риска здоровью населения от загрязнений атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий; разнообразие объектов диктует необходимость применения оригинальных подходов в каждом конкретном случае [2]. В настоящее время в крупных городах выбросы автомобильного транспорта являются приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха [1]. При условии наличия в городе промышленных предприятий, вносящих свой вклад в загрязнение атмосферного воздуха, целесообразно провести сравнение рисков от раз-

личных источников с целью конкретизации управленческих решений планирования контрольно-надзорных мероприятий.

Цель работы – определение величины риска здоровью населения от различных источников техногенного загрязнения атмосферного воздуха в городе Владикавказе.

Методы исследования. Для характеристики выбросов промышленных предприятий Владикавказа использованы сведения томов ПДВ; загрязненность атмосферного воздуха автомобильными выхлопами рассчитана на основании данных ГИБДД республики.

При анализе загрязненности атмосферного воздуха Владикавказа выбросами промышленных предприятий города и автомобильного транспорта для определения риска в учет были взяты показатели, объем выбросов которых наиболее велик (табл. 1).

Таблица 1

Приоритетные загрязнители атмосферного воздуха г. Владикавказа от промышленных предприятий и автомобильного транспорта

№ п/п	Автомобильный транспорт	Промышленные предприятия
1	Оксид углерода	Серная кислота (по молекуле H_2SO_4)
2	NOx	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)
3	Неметановые летучие органические соединения	Арсин
4	Соединения цинка	Свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)
5	Соединения свинца	Серы диоксид (Ангидрид сернистый)
6	Соединения меди	Взвешенные вещества
7	Соединения хрома	диЖелезо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо)

Расчёт риска здоровью проводился в двух муниципальных округах (МО) города – Иристонском и Промышленном, отличающимися друг от друга расположением по отношению к крупному металлургическому заводу по розе ветров: Иристонский МО находится с наветренной стороны, Промышленный МО с подветренной. По интенсивности движения автотранспорта в представленных МО различия в том, что Иристонский МО преимущественно составляет историческую часть города (центр), где улицы узкие, способствующие транспортным заторам в часы пик, а также создающие условия для плохого рассеивания выбросов автотранспорта.

Определение величины риска здоровью населения проведено с использованием методики оценки риска для здоровья и рассчитанно в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 [3].

Результаты и их обсуждение. При оценке качества воздушной среды установлено, что загрязнение атмосферного воздуха города Владикавказа происходит за счет промышленных предприятий, расположенных в центре города. Самым крупным промышленным объектом является предприятие по переработке цветных металлов. Кроме того, на загрязнение атмосферного воздуха существенно влияют выбросы автомобильного транспорта. Проведенный анализ свидетельствует, что ежегодно происходит увеличение автомобильного парка (в среднем на 10 %): на трех жителей города приходится один автомобиль. При оценке качества приобретаемых

автомобилей отмечено, что в основном приобретается автотранспорт на вторичном рынке, как правило, это изношенные, старые автомобили отечественного производства. Качество используемого топлива не всегда соответствует установленным стандартам. Важными для формирования атмосферных загрязнений от автомобильного транспорта остаются вопросы качества дорог, особенно второстепенных, в значительных ухабах и выбоинах, при этом поток через такие улицы не намного меньше магистральных. Плотность улично-дорожной сети составляет 1,25 км/км^2. Такие условия увеличивают выбросы в атмосферный воздух вредных веществ, уменьшение которых практически не происходит в связи с отсутствием естественного способа рассеивания. Одной из причин плохого рассеивания является географическое расположение Владикавказа – предгорное расположение способствует низкой скорости движения воздуха. Так, среднемноголетняя скорость движения воздуха составляет 0,5 м/с, что недостаточно для естественного очищения городской среды от загрязнений атмосферного воздуха.

Анализ выбросов автотранспорта свидетельствует, что ведущее место среди них занимают оксид углерода, оксиды азота, неметановые летучие органические соединения, соединения цинка, свинца, меди, хрома. Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха от промышленных предприятий являются серная кислота, соединения марганца, арсин, соединения свинца, серы диоксид, взвешенные вещества, диЖелезо триоксид. Структура выбросов от обоих источников загрязнения по классам опасности: I класс – 21,4 %, II класс – 28,6 %, III класс – 42,9 % и IV класс – 7,1 %.

В результате проведенных расчетов оценки риска здоровью населения получены следующие данные (табл. 2).

Таблица 2

Показатель риска здоровью населения г. Владикавказ

Муниципальный округ	За счет загрязнителей предприятия	За счет автотранспорта	Общий
Промышленный	15,92	18,77	34,69
Иристонский	7,38	19,3	26,68

Совокупный неканцерогенный риск, рассчитанный в соответствии с Р 2.1.10.1920-04, оценен для обоих муниципальных округов (МО) как чрезвычайно высокий. Однако в Промышленном МО риск в 1,3 раза выше. При этом обращает на себя внимание структура риска: в Промышленном МО показатель риска за счет загрязнителей промышленных предприятий составил от 15,92, поскольку весь район находится в зоне влияния промышленных выбросов, и оценивался как приемлемый, а от автотранспорта – 18,77 – как недопустимый. В Иристонском МО риск здоровью за счет загрязнителей предприятия составил 7,38, который оценивается как приемлемый, поскольку данный район расположен с наветренной стороны от промышленных предприятий. В то же время в этом МО отмечен высокий риск здоровью за счет автотранспорта – 22,3 – недопустимо высокий. Это объясняется тем, что Иристонский МО – это историческая часть города, с узкими улицами, с интенсивным движением автотранспорта, сопровождаемого транспортными заторами.

Таким образом, анализ риска здоровью населения от техногенных загрязнений атмосферного воздуха показывает, что сложившаяся ситуация диктует необходимость сконцентрировать усилия по обеспечению мероприятий, направленных на

предотвращение вредного влияния техногенных загрязнений атмосферного воздуха по оптимизации промышленных выбросов и транспортных потоков в городе.

Выводы:

1. Существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха городской среды вносят выбросы автомобильного транспорта. Отмечается ежегодное увеличение автомобильного парка (в среднем на 10 %).

2. Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха от автотранспорта являются оксид углерода, оксиды азота, неметановые летучие органические соединения, соединения цинка, свинца, меди, хрома; от промышленных предприятий – серная кислота, соединения марганца, арсин, соединения свинца, сера диоксид, взвешенные вещества, диЖелезо триоксид.

3. Установлен чрезвычайно высокий неканцерогенный риск здоровью населения от загрязнителей атмосферного воздуха – автомобильным транспортом и промышленной металлургией.

Список литературы

1. Леванчук А.В. Загрязнение окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильно-дорожного комплекса // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 17–21.

2. Научно-методические подходы к классификации хозяйствующих субъектов по риску причинения вреда здоровью граждан для задач планирования контрольно-надзорных мероприятий / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, А.С. Сбоев // Актуальные аспекты анализа риска здоровью. – 2014. – № 4. – С. 4–13.

3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Обоснование реперной дозы хлороформа в воде систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения по критериям риска по результатам углубленных исследований состояния здоровья

К.В. Четверкина

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

В настоящее время методика оценки риска здоровью населения занимает ведущее положение в системе безопасности и гигиены окружающей среды. Она используется в том числе и для обоснования гигиенических нормативов (с исполь-

зованием реперного уровня), при этом результаты, полученные в ходе эпидемиологических исследований, обычно имеют больший вес по сравнению с результатами экспериментов, полученных на лабораторных животных [1]. К сожалению, действующие на сегодняшний день гигиенические нормативы не всегда отвечают требованиям безопасности с учетом критериев риска, что требует их пересмотра.

В этой связи **целью работы** было проведение исследования для задач установления реперного уровня хлороформа при пероральном поступлении с водой систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Материалы и методы. Определение реперного уровня хлороформа при пероральном поступлении питьевой воды проводилось по результатам поперечного эпидемиологического исследования с оценкой клинико-лабораторных показателей нарушений здоровья детского населения. Объём выборки был определен и составлен на базе организованных детских дошкольных коллективов: группа наблюдения составила 385 детей в возрасте 3–7 лет, постоянно проживающих на территории исследования с 2013–2015 гг. Несмотря на то, что для исследований с целью оценки заболеваемости среди населения необходима бо́льшая выборка [3], с точки зрения достаточности для клинико-лабораторных исследований минимальный объем выборки, позволяющий оценивать зависимость между анализируемыми показателями, должен составлять не менее 169 исследуемых лиц, что для нашего исследования является более чем достаточным. Важно понимать, что размер выборки, необоснованно превышающий необходимый, не увеличивает существенно точность оценок, требует больших финансовых и трудовых затрат, привлечения дополнительных участников. В случае недостаточного объёма выборки, причинно-следственные связи не сформируются. В составе выборки были лица обоего пола для исключения влияния анатомо-физиологических особенностей; весо-ростовые показатели не выходили за пределы ± 15 %.

Анализ состояния здоровья детского населения, в том числе клинико-лабораторных показателей, проводится на основе данных об обращаемости за медицинской помощью, результатов биохимических и иммунологических исследований. Анализ заболеваемости проводится по данным фактической обращаемости за медицинской помощью в ЛПУ по месту жительства. Установление соответствующих критических систем и органов для условий перорального воздействия проводилось в соответствии с МКБ-10. Основными критическими органами и системами при хронической пероральной экспозиции хлороформа являются печень (класс XI «Болезни органов пищеварения»), почки (класс XIV «Болезни мочеполовой системы»), ЦНС (класс VI «Болезни нервной системы»), гормональная система (класс IV «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ»), система крови (класс III «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм») [2]. Объем лабораторных исследований включал показатели системы крови и процессов кроветворения (6); антиоксидантной системы (4); цитолитических, воспалительных и дисметаболических процессов в организме (11); системы клеточного иммунитета и неспецифической резистентности (2): нейровегетативную и сосудистую дисрегуляцию (3).

Для каждого ребёнка была рассчитана индивидуальная доза перорального поступления хлороформа, которая коррелировала с содержанием хлороформа в во-

де. Были разработаны модели зависимости «концентрация хлороформа в воде – маркер ответа» по критическим органам и системам и лабораторным тестам. С использованием результатов «доза-экспозиция» и клинико-лабораторных исследований были построены 26 моделей, из которых 3 были признаны адекватными и достоверными, показавшими связь изменений клинико-лабораторных показателей (АЛАТ, АСАТ, гемоглобин). Значения реперных уровней, полученных с использованием адекватных моделей, представлены в таблице.

Значения реперных уровней содержания хлороформа в воде
по результатам моделирования зависимости
«концентрация хлороформа в крови – маркер ответа»

Реперный уровень, мг/л	Показатель/маркер ответа	Критическая система
0,000443	АЛАТ	Печень
0,000393	АСАТ	Печень
0,000753	Гемоглобин	Система крови

Из представленных показателей в качестве критического был выбран показатель АСАТ, который характеризует нарушение функции печени, что полностью соответствует критическим органам и системам при пероральном поступлении хлороформа, содержащегося в питьевой воде. Таким образом, реперный уровень содержания хлороформа в крови при хроническом пероральном воздействии составил 0,0004 мг/л. При хроническом воздействии поступление суточной дозы хлороформа с питьевой водой составит для взрослого населения 1,17E-03, а для детского населения 5,48E-04, что соответствует уровню канцерогенного риска существенно ниже допустимого ($3{,}34 \cdot 10^{-6}$ – для детей, $7{,}16 \cdot 10^{-7}$ – для взрослых).

Таким образом, была рассчитана реперная доза хлороформа, которая в дальнейшем может быть использована для обоснования ПДК хлороформа в питьевой воде по критериям риска здоровью.

Список литературы

1. 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.

2. Р 2.2.1.10-1904. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

3. Sample size calculation in epidemiological studies / V. Kasiulevičius, V. Šapoka, R. Filipavičiūtė // Gerontologija. – 2006. – Vol. 7, № 4. – P. 225–231.

Интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности в городах Прокопьевске и Киселевске

Ю.С. Чухров, Е.В. Коськина, А.В. Бачина, И.Г. Новичкова, Л.А. Глебова, А.Н. Лукьянова

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

Проблемы, связанные с качеством питьевой воды, остаются актуальными для крупных индустриальных городов Кузбасса, так как питьевая вода, с одной стороны, обеспечивает нормальную жизнедеятельность человека за счет сбалансированного водно-солевого обмена и поступления эссенциальных макро- и микроэлементов, а с другой стороны, является потенциальным источником поступления в организм вредных химических веществ, способных приводить к неблагоприятным сдвигам в состоянии здоровья [5]. Требуемое качество питьевой воды достигается за счет комплексного решения ряда задач, из которых основными являются разработка и внедрение современных технологий водоочистки, эффективных механизмов производственного лабораторного контроля, социально-гигиенического мониторинга, интегрального подхода к оценке качества питьевой воды, использование гигиенически обоснованных решений в части водоснабжения и водоотведения [1, 3].

Цель исследования – проведение интегральной оценки качества питьевой водопроводной воды по показателям химической безвредности, с установлением количественных и/или качественных характеристик вредных эффектов для здоровья населения, обусловленных химическим загрязнением питьевой воды в городах Прокопьевске и Киселевске за период 2012–2014 гг.

Материалы и методы. Для интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности были использованы данные социально-гигиенического мониторинга за период 2012–2014 гг., выполненные в точках контроля перед выходом со станции водоподготовки (насосно-фильтровальные станции, гидроузлы).

Интегральная оценка питьевой воды по показателям химической безвредности проведена в соответствии с требованиями, изложенными в МР 2.1.4.0032-11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности». Основные этапы оценки риска здоровью населения осуществлялись согласно «Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (далее – руководство Р 2.1.10.1920-04) [2, 4].

В городе Прокопьевске источниками питьевого водоснабжения являются река Кара-Чумыш, и река Томь. В городе Киселевске источниками питьевого водоснабжения являются река Кара-Чумыш и подземные водоисточники (скважины).

Водоснабжение города Прокопьевска обеспечивается горводопроводом Томским (точка контроля № 3) и Кара-Чумышским (точка контроля № 4); города Киселевска – горводопроводом МП «Тепло», район Красный Камень (точка контроля № 1), городским водопроводом (точка контроля № 2), МП «Исток» (точка контроля № 5).

Водозабор на реке Кара-Чумыш располагается в г. Прокопьевске (п. Новостройка), вода идет на водоподготовку в водоочистительные сооружения, где и хлорируется, поступает в две насосно-фильтровальные станции: в НФС г. Прокопьевска 2-й подъем 3–4-й очереди (точка контроля № 3), а дальше по трубам подается населению города (кроме Зенковского района), также с этой станции вода идет в г. Киселевск на гидроузел 6б (точка контроля № 2) и поступает населению г. Киселевска (кроме района Красный Камень и п. Карагайла); в НФС г. Киселевска (точка контроля № 1); водоснабжает район Красного Камня. Поселок Карагайла относится к г. Киселевску, где вода от групп скважин подается в насосно-фильтровальную станцию и далее в распределительную сеть населению.

Результаты лабораторных **исследований** качества воды источников водоснабжения г. Прокопьевска свидетельствуют о превышении гигиенических нормативов в р. Кара-Чумыш на 38,9 % (за счет окраски, растворенного кислорода, ХПК, железа, марганца), р. Томи на 50 % (за счет $БПК_5$, ХПК, водородного показателя, железа); г. Киселевска на 66,6 % (за счет повышенного содержания в воде $БПК_5$, железа, марганца).

В г. Прокопьевске (р. Кара-Чумыш) результаты лабораторных исследований питьевой воды свидетельствуют о превышении гигиенических нормативов на 50 % за счет содержания в питьевой воде цветности, мутности, железа, марганца, хлороформа (р. Томь), на 2,8 % за счет мутности; в г. Киселевске (р. Кара-Чумыш) на 50 % из-за повышенного содержания в питьевой воде цветности, мутности, железа, марганца, хлороформа, в воде из группы скважин превышены гигиенические нормативы на 26,8 % за счет общей жесткости, общей минерализации, магния.

По результатам выбора показателей химического загрязнения питьевой воды, приоритетных для цели настоящего исследования, в общую выборку вошло около 9 тысяч исследований по 44 показателям.

Для оценки риска ольфакторно-рефлекторных эффектов в анализ включены 14 показателей: цветность, привкус, запах при 20°С, запах при 60°С, мутность, водородный показатель, сульфаты, хлориды, алюминий, ионы аммония, железо, магний, марганец, фенол.

По данным проведенных расчетов установлено, что риск ольфакторно-рефлекторных эффектов в питьевой воде при выходе в распределительную сеть не превышал приемлемого уровня (0,1).

Наибольшее значение риска ольфакторно-рефлекторных эффектов определено в питьевой воде по цветности в г. Киселевске – 0,04 единицы, г. Прокопьевске – 0,015, по марганцу в г. Киселевске – 0,01, где источником водоснабжения является река Кара-Чумыш; по водородному показателю 0,0056 единицы в г. Прокопьевске (р. Томь) и магнию 0,018 в п. Карагайла (группа скважин).

В питьевой воде за анализируемый период проводилось наблюдение по 17 веществам, обладающим канцерогенными свойствами: мышьяк, кадмий, свинец, хром, бенз(а)пирен, бромдихлорметан, четыреххлористый углерод, хлороформ, дибромхлорметан, 2,4-Д, ДДД, ДДЕ, ДДТ, гамма-ГХЦГ, бета-ГХЦГ, альфа-ГХЦГ,

гептахлор. Фактически были определены концентрации по 6 веществам, которые включены в последующую оценку канцерогенного риска – бенз(а)пирен, мышьяк, бромдихлорметан, хлороформ, свинец, дибромхлорметан.

При оценке канцерогенного риска в качестве приемлемого канцерогенного риска использована величина в соответствии с рекомендациями ВОЗ 0,00001 ($1 \cdot 10^{-5}$).

Уровень суммарного канцерогенного риска в г. Прокопьевске в точке контроля № 3 – источник водоснабжения р. Кара-Чумыш – составил $2{,}59 \cdot 10^{-5}$, в точке контроля № 4 – источник водоснабжения р. Томь – $1{,}66 \cdot 10^{-5}$, что превышает приемлемый риск в 2,5 и 1,6 раза. Основной вклад вносят бромдихлорметан 41,3 % и 38,8 % соответственно, хлороформ – 44,4 и 51,2 %.

В г. Киселевске уровень суммарного канцерогенного риска в точке контроля № 1 –НФС р. Кара-Чумыш составил $8{,}0 \cdot 10^{-5}$, в точке контроля № 2 – гидроузел р. Кара-Чумыш – $4{,}74 \cdot 10^{-5}$, что превышает приемлемый риск в 8,0 и 4,7 раза. Основной вклад вносят бромдихлорметан – 28,5 и 35,2 % соответственно, хлороформ – 30,13 и 40,93 %. В точке контроля № 5 п. Карагайла – группа скважин – суммарный канцерогенный риск ($3{,}57 \cdot 10^{-6}$) соответствует приемлемому уровню риска.

Для определения неканцерогенного риска проводился анализ по 30 показателям загрязнения воды веществами, обладающими санитарно-токсикологическим эффектом воздействия: кремний, селен, фтор, нитраты, нитриты, роданиды, цианиды, мышьяк, формальдегид, бор, кадмий, медь, молибден, никель, ртуть, свинец, хром, бенз(а)пирен, бромдихлорметан, четыреххлористый углерод, хлороформ, дибромхлорметан, 2,4-Д, ДДД, ДДЕ, ДДТ, гамма-ГХЦГ, бета-ГХЦГ, альфа-ГХЦГ, гептахлор.

Установлено, что фактически концентрация определялась по 15 показателям (кремний, фтор, нитраты, нитриты, бор, ртуть, свинец, бромдихлорметан, хлороформ, медь, мышьяк, никель, бенз(а)пирен, молибден, дибромхлорметан), по остальным 15 веществам значения концентрации ниже чувствительности метода определения.

Результаты проведенных расчетов свидетельствуют, что во всех точках контроля суммарный неканцерогенный беспороговый риск не превышает приемлемого уровня (0,05). Следовательно, отсутствует потенциальная опасность риска развития заболеваний при суммарном действии токсических веществ, загрязняющих питьевую воду.

С учетом особенностей воздействия химических веществ, обладающих ольфакторно-рефлекторным, санитарно-токсикологическим и канцерогенным эффектом воздействия, проведена оценка интегрального показателя качества питьевой воды (таблица).

Интегральный показатель качества питьевой воды пред подачей в распределительную сеть в городе Прокопьевске составил 2,94 (р. Кара-Чумыш) и 1,94 (р. Томь), при приемлемом значении ИП$\leq$1. Высокий интегральный показатель обусловлен неприемлемым канцерогенным риском.

Интегральный показатель качества питьевой воды перед подачей в распределительную сеть в городе Киселевске составил от источника водоснабжения р. Кара-Чумыш 8,68 (точка контроля № 1) и 5,06 (точка контроля № 2), от группы скважин – 0,96 (точка контроля № 5), при приемлемом значении ИП$\leq$1.

Высокий интегральный показатель обусловлен неприемлемым канцерогенным риском за счет образования хлороформа и бромдихлорметана при водоподготовке питьевой воды от водоисточника р. Кара-Чумыш.

Интегральный показатель качества питьевой воды в точках контроля перед подачей в распределительную сеть в городах Прокопьевске и Киселевске

Точка контроля	Наименование	Риск рефлекторно-ольфакторных эффектов	Неканцерогенный риск	Канцерогенный риск	Интегральный показатель
Величина приемлемого значения		0,1	0,05	0,00001	1,0
№ 3 – 2-й подъем 3–4-й очереди (г. Прокопьевск, р. Кара-Чумыш)	Значение по суммарной оценке	0,015	0,01	2,59E-05	2,94
	Отношение риска к приемлемому значению	0,15	0,20	2,59	
№ 4 – НФС, 2-й подъем (г. Прокопьевск, р. Томь)	Значение по суммарной оценке	0,0056	0,013	1,66E-05	1,98
	Отношение риска к приемлемому значению	0,056	0,26	1,66	
№ 1 – НФС (г.Киселевск, р. Кара-Чумыш)	Значение по суммарной оценке	0,04	0,014	8,00E-05	8,68
	Отношение риска к приемлемому значению	0,40	0,28	8,00	
№ 2 – г/у 6 б (г. Киселевск, р. Кара-Чумыш)	Значение по суммарной оценке	0,01	0,011	4,74E-05	5,06
	Отношение риска к приемлемому значению	0,1	0,22	4,74	
№ 5 – НФС (г. Киселевск, п. Карагайла, группа скважин)	Значение по суммарной оценке	0,018	0,021	3,57E-06	0,96
	Отношение риска к приемлемому значению	0,18	0,42	0,36	

Выводы. Таким образом, интегральная оценка качества питьевой воды свидетельствует, что по химическому составу питьевая вода, полученная от поверхностных водоисточников р. Кара-Чумыш и р. Томь, не обеспечивает безвредности для здоровья населения, прежде всего – за счет образования при водоподготовке веществ, обладающих канцерогенными свойствами. Следовательно, требуется проведение мероприятий по водоподготовке и регулированию качества питьевой воды перед подачей в распределительную сеть в городах Прокопьевске и Киселевске.

Список литературы

1. Гигиенические основы формирования перечня показателей для оценки и контроля безопасности питьевой воды / Г.Н. Красовский, Ю.А. Рахманин, А.Г. Малышева [и др.] // Гигиена и санитария. – 2010. – № 4. – С. 8–13.

2. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: метод. рекомендации. – М.: ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, 2011. – 37 с.

3. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Кемеровской области: информационно-аналитический обзор. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2012. – 163 с.

4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

5. Рахманин Ю.А., Стехин А.А., Яковлева Г.В. Оценка качества питьевой воды по структурно-энергетическим показателям // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 4. – С. 87–94.

Информационное обеспечение как средство повышения уровня знаний населения, в том числе по вопросам здорового питания

Г.В. Шарухо, М.Ю. Золотарева

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тюменской области, г. Тюмень, Россия

Состояние питания, его полноценность, безопасность и качество имеют важнейшее гигиеническое значение для сохранения здоровья населения.

19 ноября 2014 г. в Риме состоялась Вторая международная конференция по вопросам питания, на которой принята Декларация, закрепляющая право каждого человека на доступ к достаточному количеству безопасной и питательной пищи и обязывающая правительства предотвратить неполноценное питание во всех его проявлениях, в том числе голод, нехватку микроэлементов и ожирение [1].

Политическая декларация о профилактике и борьбе с неинфекционными заболеваниями (28–29 апреля 2011 г., Москва) регламентировала необходимость проведения мониторинга за неинфекционными заболеваниями и факторами риска их развития, в том числе за питанием населения [2, 3].

Сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием, являются основной целью государственной политики в области здорового питания.

В «Основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» определены основные задачи: доступность пищевых продуктов для всех слоев населения; высокое качество и безопасность пищевых продуктов; пропаганда среди населения принципов рационального, здорового питания; мониторинг за состоянием питания населения.

В Российской Федерации создана законодательная и нормативная база, направленная на обеспечение в стране системы здорового питания.

В 2014 г. принята «Концепция внутренней продовольственной помощи в Российской Федерации» (утв. распоряжением Правительства РФ № 1215-р от 03.07.2014 г.), основанная на Доктрине продовольственной безопасности (утв. указом Президента Российской Федерации № 120 от 30.01.2010 г.) и «Основах государственной политики Российской Федерации на период до 2020 г.» (утв. распоряжением Правительства РФ № 1873-р от 25.10.2010 г.).

В Тюменской области приняты и действуют:

– комплексная региональная программа продовольственной безопасности Тюменской области на 2011–2020 гг., утвержденная распоряжением правительства Тюменской области № 1894-рп от 22.10.2014 г.;

– региональная целевая программа «Формирование здорового образа жизни и профилактика неинфекционных заболеваний населения в Тюменской области на 2013–2017 годы (утв. распоряжением правительства Тюменской области № 110-рп от 04.02.2013 г.), кураторство Управлением подпрограммы 2 «Формирование культуры здорового питания населения Тюменской области на 2013–2017 годы»;

– государственная программа Тюменской области «Развитие потребительского рынка и защита прав потребителей до 2020 г.», утвержденная постановлением правительства Тюменской области № 669-п от 22.12.2014 г.;

– постановление главного государственного врача Тюменской области № 5 от 10.12.13 г. «О мерах преодоления дефицита микронутриентной недостаточности среди населения Тюменской области».

Тюменская область относится к эндемичным территориям в связи с недостатком йода в окружающей среде [4, 5, 6]. В связи с этим ведется планомерная работа, направленная на профилактику эндемических заболеваний, связанных с недостаточным содержанием йода в воде, почве и пищевых продуктах.

С 1997 г. в Тюменской области принята и реализуется программа массовой йодной профилактики, носителем йода выбрана пищевая йодированная соль. В области достигнуто 100%-ное обеспечение йодированной солью детских, лечебных и оздоровительных учреждений.

Одним из направлений профилактики заболеваний, связанных с дефицитом микронутриентов, является обогащение продуктов питания массового потребления витаминами и микронутриентами. В первую очередь – это обогащение хлеба и хлебобулочных изделий как продуктов повседневного спроса. С 2013 г. ведется лабораторный контроль за качеством обогащенной продукции.

Помимо этого особое внимание уделяется просветительской деятельности.

Информирование населения по вопросам здорового питания осуществляется путем размещения тематических статей, материалов на интернет-ресурсах (официальные сайты Управления Роспотребнадзора по Тюменской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области, страничка в вконтакте «Защита прав потребителей и санэпидблагополучие», на портале СМИ Тюменской области «Тюмень медиа», на портале департамента здравоохранения Тюменской области «Тюменская область – территория здоровья»), публикаций в печатных изданиях, а также выступлений на радио и телевидении.

Наглядные материалы в виде памяток и листовок готовятся и распространяются среди различных контингентов, в том числе по профилактике микронутриентной недостаточности: «Некоторые правила здорового питания для детей и подростков, а также их родителей», «О дефиците микроэлементов в Тюменской области и его преодолении» и др.

Управлением проведено изучение социальных факторов, влияющих на эффективность йодной профилактики, путем анкетирования – проведен опрос населения о профилактике заболеваний, связанных с недостатком йода. Установлено, что 64,7 % респондентов знают о природном дефиците йода на территории Тюменской области. Использование йодированной соли как способ профилактики йодного дефицита от-

метило 79,2 % респондентов, но в домашнем питании употребляют йодированную соль только 48,1 % респондентов, что значительно снижает эффективность профилактических мероприятий. Полученные данные свидетельствовали о необходимости дальнейшего проведения санитарно-просветительской работы среди населения [7].

В рамках реализации подпрограммы «Формирование культуры здорового питания населения Тюменской области на 2013–2017 годы» действует проект «Здоровое питание», цель которого – распространение знаний о здоровом питании; создание доступности приобретения продуктов питания, обогащенных микронутриентами, и диетических блюд.

В настоящее время зарегистрировалось 69 участников проекта: юридические лица и индивидуальные предприниматели, занимающиеся розничной торговлей, услугами общественного питания, в том числе оздоровительные, санаторные и образовательные учреждения, производители хлеба и хлебобулочных изделий.

Участниками проекта организовано информирование населения о здоровом питании, обогащенных продуктах, диетических блюдах с помощью плакатов, информационных стендов; акцентированы торговые места (полки) с обогащенными продуктами; в ассортименте предприятий общественного питания и столовых образовательных, лечебно-профилактических, санаторно-оздоровительных учреждений имеются обогащенные и диетические блюда; 12 % участников провели просветительные и культурно-массовые мероприятия в виде бесед, конкурсов, выставок-дегустаций среди детей, молодежи, покупателей и своих сотрудников.

За проект «Здоровое питание» Управление было награждено дипломом участника на VII ежегодном всероссийском конкурсе пресс-службы 2014 г. в номинации «Лучший PR – проект в государственной сфере».

Проводимые мероприятия являются составной частью профилактики, ведущей к улучшению ситуации по вопросам здорового питания в регионе.

Так, отмечается положительная динамика в структуре питания населения Тюменской области по ряду моментов: снижение потребления хлеба и хлебных продуктов, увеличение потребления на душу населения в год фруктов и ягод, яиц; остается высоким потребление мяса и мясопродуктов, рыбы и рыбопродуктов.

Показатель заболеваемости населения болезнями органов пищеварения имеет тенденцию к снижению и ниже показателей по РФ и Уральского Федерального округа; снизились показатели заболеваемости язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки, сахарным диабетом; заболеваемости, связанной с недостатком йода.

Таким образом, информационное обеспечение населения является одним из ведущих средств повышения уровня знаний населения, и, как следствие, широкая осведомленность населения в вопросах здорового питания – важнейшим этапом в профилактике неинфекционных заболеваний, связанных с пищевым фактором.

Список литературы

1. Итоговый документ Конференции: Римская декларация по вопросам питания / Вторая международная конференция по вопросам питания. – Рим, 19–21 ноября 2014 года [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 7 с. – URL: http: //www.fao.org/3/a-ml542r.pdf (дата обращения: 18.03.2016).

2. Первая Глобальная министерская конференция по здоровому образу жизни и неинфекционным заболеваниям: Московская декларация. – М., 28–29 апреля 2011 г.

[Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 7 с. – URL: http: //www.who.int/nmh/events/global_forum_ncd/documents/moscow_declaration_ru.pdf (дата обращения: 18.03.2016).

3. Профилактика неинфекционных заболеваний и борьба с ними [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2011 г. – 27 с. – URL: https: //extranet.who.int/iris/restricted/bitstream/10665/25785/1/B130_6-ru.pdf (дата обращения: 18.03.2016).

4. Суплотова Л.А. Эпидемиология йоддефицитных заболеваний в различных климато-географических районах Западной Сибири: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Тюмень, 1997. – С. 91–135.

5. Туровинина Е.Ф. Профилактика и мониторинг зобной эндемии в Западно-Сибирском регионе: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Тюмень, 2007. – 23 с.

6. Шарухо Г.В. Научное обоснование гигиенических и медико-организационных мероприятий по совершенствованию профилактики и коррекции микронутриентной недостаточности йода и железа на эндемичных территориях: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – М., 2012. – 43 с.

7. Информированность некоторых групп населения о ситуации природного дефицита йода на территории Тюменской области / Л.С. Ковальжина, Г.В. Шарухо, М.Ю. Золотарева, И.П. Фещенко, Л.А. Суплотова, О.Б. Макарова // Медицинская наука и образование Урала. – Тюмень, 2014. – № 1. – С. 117–119.

Чистая воздушная среда лабораторных помещений при работе с микроорганизмами – залог снижения рисков для персонала и окружающей среды от вредных выбросов

О.Б. Шишкина, Е.А. Тюрин, Л.В. Чекан

ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора, п. Оболенск, Россия

Приоритетной политикой РФ в области изучения патогенных биологических агентов является наличие определённых условий и мер по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций во время работ с микроорганизмами. В соответствии с этим основной стратегией хорошей лабораторной практики является своевременное принятие мер по предупреждению биологических рисков. Одним из важнейших элементов защиты от возможного заражения при работе с микроорганизмами, барьером между человеком и окружающей средой, эффективным фактором снижения риска является системный подход к решению вопросов вентиляции, которой должны оснащаться все лаборатории [4, 5].

Принудительная вентиляция – это непрерывный процесс организованного перемещения воздушной среды в пределах контуров ограждающих строительных

конструкций (ОСК) в различных помещениях производственной и бытовой сферы жизнедеятельности человека. На эффективность работы вентиляции помещения оказывают влияние два вида воздушных поступлений: организованные и неорганизованные [2, 6]. Организованные воздушные потоки формируются в результате решений обеспечения воздухообмена: размещения мест подачи и удаления воздуха общеобменной вентиляцией, местными отсосами, а также воздушными образованиями, связанными с работой первичных барьеров. Неорганизованные воздушные потоки возникают в процессе эксплуатации помещения и связаны с естественным старением инженерных систем, в частности, ограждающих строительных конструкций, инженерных проходок. На этот процесс также влияют теплопоступления от исследовательского лабораторного оборудования и возмущения, вносимые человеком [6]. Воздушная среда микробиологической лаборатории специфична. Она имеет разреженное состояние (от 10–15 мм водяного столба и выше), пониженную влажность до 30–40 %, витающие механические частицы размером 0,1–0,5 мкм с отрицательным зарядом. В условиях лаборатории среднестатистический человек, одетый в спецодежду, способен генерировать до $2 \cdot 10^6$ частиц/мин размером 0,5 мкм. По некоторым данным, в чистых помещениях на 1 000 частиц человеческого эпителия приходится от 1 до 160 частиц носителей микроорганизмов [6]. Персонал, находящийся в помещении, является объектом, который своей функциональной деятельностью вносит объективные физические и химические изменения в состояние воздушной среды (загрязнения, тепло, влаговыделения), а также возмущения и искажения в направленное движение воздушных потоков. Внешний лучистый и конвективный теплообмен интегрируется в общие теплофизические процессы помещения с формированием вероятностных внутрилабораторных воздушных потоков. Они могут существенно влиять на микроклимат, состояние подвижности воздушной среды помещения, самочувствие человека, и, как следствие, рисков распространения микроорганизмов в пространстве лаборатории [6]. Однако все случайные и хаотичные процессы, в том числе физические явления в воздушной среде, имеют количественные и качественные характеристики, обладают закономерностями, которые прогнозируемы и описаны математически. Следовательно, состояние воздушной среды в лаборатории – совокупность объективных факторов, которые влияют на степень риска при проведении работ с патогенными биологическими агентами (ПБА). Некоторые из этих факторов контролируемы, поэтому ими можно управлять, в том числе средствами вентиляции, что, на наш взгляд, является актуальным и требует серьезного рассмотрения.

Строительство или реконструкция лаборатории начинается с составления технического задания на проектирование. При проведении этой работы, прежде всего, устанавливают группу или группы патогенности микроорганизмов, которые будут использованы в работе. Это, в свою очередь, определяет степень риска и уровень защиты, требуемый для лаборатории. Проектные решения эксплуатируемого объекта, как правило, учитывают особенность выполняемых работ. В практике прогнозов чрезвычайных ситуаций существует концепция, что порога опасности не существует, но есть непрерывная опасная область, поэтому в качестве отправной точки для последующих технических решений проекта является то, что внутреннее пространство микробиологической лаборатории рассматривается как зона потенциального риска присутствия ПБА [2, 3, 9].

В микробиологических лабораториях разных уровней биологической безопасности (базовых, изолированных, максимально изолированных), размещенных на потенциально опасном биологическом объекте (ПОБО), где проводят работы с возбудителями вирусных и бактериальных инфекционных заболеваний, относящихся к I–IV группе патогенности (опасности), обязательно применение инженерных систем биологической безопасности [2, 3, 9]. Уровень биологической опасности (группа ПБА) определяет условия и требования биологической защиты и безопасности, предъявляемые к боксируемым помещениям [1–7, 9]. Законодательной и нормативной базой при проектировании и проведении работ в лаборатории, обслуживании инженерных систем биологической безопасности является нормативная документация [4, 5].

При работах с ПБА, даже в условиях применения защитного оборудования, «человеческий» фактор может создать условия риска попадания бактериального аэрозоля в воздушную среду помещения [2, 10], Риск зависит от характеристик ББ/МБ и профессиональных навыков исполнителя работ. Практика показывает, что в зоне контроля границ боксированных помещений режимы вентилирования обеспечивают надежную динамическую защиту помещения при скорости 0,40–0,7 м/с. Методы контроля барьеров безопасности средств вентиляции предусматривают выявление и принятие мер по предупреждению нарушений кратности воздухообмена, устойчивости и направленности воздушных потоков, обеспечение безопасности вентиляционных выбросов. Для управления биологическими рисками требуется иметь алгоритм системы независимой оценки рисков всех возможных процессов и явлений в условиях микробиологической лаборатории при работах с ПБА. Предпосылки устранения потенциальных рисков возможны на всех этапах существования биологически опасного объекта. Определенное значение имеют:

– эксплуатационная готовность инженерных систем биологической безопасности;

– использование средств индивидуальной защиты персонала, предназначенных для работы на биологически опасном объекте,

– проведение соответствующей профессиональной и специальной подготовки лабораторного и инженерно-технического персонала, эффективная работа комплекса инженерных систем биологической безопасности;

– применение безопасных методов и приемов исследования ПБА;

– соблюдение технологических регламентов обеззараживания отходов и материалов, с последующим уничтожением или утилизацией.

Продолжением реализации проектных решений является эксплуатационная дисциплина ПОБО, которая требует соблюдения особых условий, в том числе режима вентилирования боксированных помещений.

Цель работы – оценка параметров воздушной среды микробиологических лабораторий различного уровня защиты, выполненных по современным проектам, и определение возможных путей совершенствования защиты персонала средствами вентиляции как эффективным способом обеспечения биологической безопасности и снижения риска заражения персонала. Основной метод исследования – аналитический.

Случайные и хаотичные процессы происходят при взаимодействии с системой, обладающей конечными свойствами. В рамках затронутой темы, система – лабораторное помещение. Последствия контакта персонала с ПБА, воздействие

ПБА на окружающую среду зависят от вида агента и его агрегатного состояния. Аэрозольное заражение ПБА через воздушную среду происходит при дыхании человека. Частицы размером 0,1–0,5 микрон достигают глубин организма, альвеол. Статистика показывает, что вопрос защиты персонала остается актуальным. По данным статистики, одна треть заражений, полученных в лаборатории, происходит в результате однократного воздействия ПБА или несчастного случая [2, 10]. Но не только органы дыхания подвержены биорискам. Все работы с ПБА выполняют в защитной одежде. Защищая от контакта с ПБА, защитная одежда является барьером для отведения тепла от человеческого организма. При этом она повышает энергетические затраты человека на процесс дыхания [2]. Эти обстоятельства осложняют условия жизнедеятельности организма в условиях лабораторного помещения. Следовательно, эффективный режим безопасного вентилирования микробиологической лаборатории возможен только при совместной оценке параметров микроклимата и термоизоляционных характеристик спецодежды с учетом использования дополнительных средств индивидуальной защиты органов дыхания, специфики и интенсивности выполняемых работ с ПБА.

Современный подход к анализу рисков, в том числе биологических, основывается на выявлении всех групп возможных процессов и явлений, которые могут возникнуть в процессе работы системы. Междисциплинарный системный подход, охватывает весь спектр естественных, инженерных, медико-биологических и социальных аспектов. Важная роль в поиске эффективных решений для снижения биологического риска отводится службам биологического, эпидемиологического и инженерно-технического мониторинга. Они осуществляют контроль чистоты работы, контаминации рабочих поверхностей, выполнение дезинфекционных мероприятий, теоретические и практические знания исполнителей и обслуживающего персонала [8]. При этом практика показала, что сотрудникам службы эксплуатации инженерных систем биологической безопасности (инженерам, техникам, рабочим) требуются знания не только технического, но и биологического характера.

Основное защитное назначение вентиляции – постоянное поддержание технических параметров системы и параметров безопасности объекта, предусмотренных проектом и действующими санитарными правилами. Мониторинг показаний приборов и данные инструментальных замеров, а также отсутствие «рабочих» культур микроорганизмов в воздухе рабочей зоны и на рабочих поверхностях являются подтверждением эффективности вентиляционных режимов и применяемых лабораторных регламентов работ. Бесперебойную работу вентиляционного оборудования, систем автоматизации, контроль инженерных систем биологической безопасности при эксплуатации опасного биологического объекта обеспечивают своевременные поверки приборов и проведение планово-предупредительного ремонта (ППР) в соответствии с утвержденными графиками [8]. Следовательно, контрольные мероприятия, специальные процедуры и надлежащая эксплуатация комплекса инженерно-технических средств значительно повышают безопасность работ с ПБА [8]. Они позволяют своевременно установить факт отрицательной динамики эксплуатационных характеристик системы, принять своевременные меры для устранения отклонений и, таким образом, эффективно управлять рисками, предотвращая распространение ПБА [2–6, 9].

Опыт эксплуатации биологически опасного объекта показывает, что для инженерных систем биологической безопасности следует иметь программу испытаний и

мониторинга боксированных помещений заразной зоны и соединить в едином комплексе ОСК, вентиляционные системы и ББ/МБ. Система должна предусматривать комплексный контроль эффективности защиты ограждающих строительных конструкций, режимов вентиляции, фильтров, ББ/МБ. В рамках программы необходимо регулярно проводить анализ полученных результатов для подтверждения эффективности применяемых мер для управления биологическими рисками или необходимости дальнейшей работы для поиска комплексных решений по устранению выявленных проблем. Следует особо отметить важность соблюдения графиков и объемов работ, предусмотренных отраслевой системой ППР. В положениях программы должны быть отражены методы контроля барьеров безопасности:

– ведение оперативного журнала, в котором регистрируются отклонения от штатного режима вентиляции и их причины (технические, технологические, дисциплинарные);

– проведение непрерывного мониторинга вентиляционных режимов безопасности по приборам контроля;

– осуществление мероприятий и дополнительных исследований в функциональных блоков при статистических отклонениях режима вентилирования;

– еженедельный визуальный и инструментальный контроль направления движения воздуха в дверных и технологических проемах на границах помещений функциональных блоков и зон;

– эпизодические визуальные подтверждения низко турбулентного характера движения воздуха в лабораторных помещениях, выраженности направленности потока от «чистых» участков к «грязным»; выявление застойных зон с повышенным риском образования специфических загрязнений;

– проведение работ по изучению характера движения воздуха в критических зонах выполнения работ с ПБА, определенных как потенциальные зоны риска, с выявлением зон рисков перекрестной воздушной контаминации как внутри помещения, так и между лабораториями;

– контроль качества воздушной среды с использованием бактериологического метода взятия проб и проведение в критических зонах лаборатории измерений счетчиком частиц, подтверждающих, что приточные фильтры, ОСК, защитная одежда, режим вентилирования обеспечивают требуемое качество подаваемого воздуха в помещение и не увеличивают уровень его естественного загрязнения;

– контроль выбросов систем вентиляции во внешнюю среду после фильтров, в зависимости от уровня опасности ПБА;

– контроль защитной эффективности боксов биологической безопасности.

Рекомендуется иметь долгосрочную программу, предусматривающую плановое обновление и модернизацию систем вентиляции. В программу следует включить вопросы оснащения техническими средствами, приборами КИПиА (дифманометры, терморегуляторы, автоматические регуляторы расхода воздуха и пр.) для контроля и поддержания параметров безопасности, в том числе микроклимата воздушной среды боксированных помещений. Вся аналитическая работа должна основываться на протоколах или актах, с изучением полученных данных для последующей подготовки плана мероприятий. Эта деятельность направлена на выявление проблем и предупреждение возможных нарушений не только в работе систем вентиляции, но и всего комплекса инженерных систем биологической безопасности.

Таким образом, при оценке параметров воздушной среды микробиологических лабораторий различного уровня защиты, выполненных по современным проектам, и анализе возможных путей совершенствования защиты персонала средствами вентиляции подтверждено, что системы непрерывного мониторинга и периодического контроля обеспечивают своевременную информационную безопасность. Они должны быть включены в программу испытаний и мониторинга боксированных помещений «заразной» зоны для реализации на постоянной основе, что является эффективным средством контроля уровня безопасности и управлением биологическими рисками посредством вентиляции при проведении работ с ПБА.

Список литературы

1. Боксирующие устройства, используемые при проведении работ с ПБА I–II групп патогенности / Е.А. Тюрин, С.А. Иванов, Л.И. Маринин, И.А. Дятлов, М.Н. Ляпин // Проблемы ООИ. – Саратов, 2010. – №. 4 (106). – С. 23–27.

2. Основы техники безопасности в микробиологических и вирусологических лабораториях / С.Г. Дроздов, Н.С. Гарин, Л.С. Джиндоян, В.М. Тарасенко. – М.: Медицина, 1987. – 256 с.

3. Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях // Всемирная организация здравоохранения. – Женева, 2004. – 3-е изд. – 139 с.

4. СП 1.3.2322-08. Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней (с дополнениями 1 и 2). – М.: Роспотребнадзор, 2008. – 76 с.

5. СП 1.3.3118-13. Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности). – М.: Госсанэпиднадзор России, 2013. – 195 с.

6. Уайт В. Технология чистых помещений. Основы проектирования, испытаний и эксплуатации. – М.: Клинрум, 2002. – 304 с.

7. Учебное пособие по биологической безопасности / В.А. Дмитриева, А.М. Воронин, В.В. Дмитриев, О.Н. Доброхотский [и др.]. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. – 500 с.

8. Шишкина О.Б. Тюрин Е.А. Комплексное использование систем вентиляции, кондиционирования воздуха и боксов биологической безопасности для обеспечения санитарно-гигиенических условий в микробиологических лабораториях // Актуальные проблемы общей и военной гигиены: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – СПб., 2011. – С. 106–107.

9. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories // 5th Edition U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention National Institutes of Health HHS Publicationю No. (CDC) 21–1112 Revised. – December 2009. – 360 p.

10. Pike R.M. Laboratory-associated infectious: summary and analysis of 3921 cases // Health. Lab. Sci. – 1976. – Vol. 13. – № 2. – P. 105–114.

Анализ состояния здоровья населения и оценка риска здоровью факторов окружающей среды в рамках обоснования экологического статуса части территории города Усть–Каменогорска

Н.А. Яковлева[1], Г.Д. Беркинбаев[1], Г.В. Федоров[1], Е.К. Садвакасов[1], В.С. Якупов[1], Ю.С. Якупов[2]

[1]ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», г. Алматы, Республика Казахстан
[2]КГП на ПХВ «Городская больница № 4»,
г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

Город Усть-Каменогорск является одним из наиболее крупных промышленных центров Республики Казахстан, где на протяжении длительного периода времени функционируют предприятия цветной металлургии, атомно-промышленного и редкометального комплексов, теплоэнергетики, машиностроения, пищевой и перерабатывающей промышленности. Поступление загрязняющих веществ в окружающую среду с выбросами и сбросами промышленных предприятий и интенсивный рост численности автотранспорта обусловливают формирование негативной экологической ситуации. Метеоклиматические особенности г. Усть-Каменогорска существенным образом влияют на уровень загрязнения атмосферного воздуха, особое значение имеют инверсии температуры, которые препятствуют турбулентному обмену и способствуют концентрации аэрозолей в приземном слое.

В силу исторических особенностей застройки города на территории санитарно-защитных зон (далее СЗЗ) промышленных предприятий Северного и Северо-Восточного промышленных узлов проживает более 12 000 человек. Необходимость принятия адекватных мер по улучшению качества окружающей среды явилась основанием проведения работ по определению экологического состояния селитебной территории СЗЗ Северного и Северо-Восточного промышленных узлов и оценки риска здоровью населения факторов окружающей среды для установления статуса (экологическое бедствие, чрезвычайная экологическая ситуация или относительно удовлетворительная экологическая ситуация) и ранжирования территории.

Исследование было выполнено по заданию ГУ «Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Восточно-Казахстанской области» в 2015 г., одной из важных его особенностей явилось применение Критериев оценки экологической ситуации [2] к части территории населенного пункта.

В рамках данного исследования изучено состояние здоровья населения, проживающего на селитебной территории СЗЗ и на фоновой территории города, определен уровень риска для здоровья факторов окружающей среды, проведено ранжирование территории исследования по уровню экологической напряженности и риска здоровью населения, установлен экологический статус селитебной территории СЗЗ промзон, разработаны мероприятия по улучшению экологического состояния и здоровья населения.

Выбор показателей для оценки состояния здоровья населения определялся перечнем медико-демографических показателей, применяемых для оценки экологической обстановки территории [2].

В качестве источника информации использованы данные официальной статистики, предоставленные Областным центром электронного здравоохранения (ЦЭЗ), первичные материалы учета заболеваний, результаты специально проведенных исследований. Глубина анализа данных официальной статистики составила 10 лет (2005–2014 гг.).

Районы исследования были определены установленными границами санитарно-защитных зон Северного и Северо-Восточного промышленных узлов, отмеченными на карте города, официально переданной Заказчиком. В качестве фоновой территории выбран удаленный от промзон жилой район города – КШТ.

Данные официальной статистики были проанализированы в разрезе лечебно-профилактических учреждений, в зоне обслуживания которых преимущественно расположены изучаемые территории – селитебная территория санитарно-защитной зоны Северного и Северо-Восточного промышленных узлов, район КШТ. Проведен анализ показателей детской, перинатальной, младенческой и материнской смертности, частоты врожденных пороков развития и спонтанных выкидышей, показателей заболеваемости детей и взрослых. Дана оценка распространенности онкологических заболеваний; частоты нарушений репродуктивной функции женщин, состояния здоровья новорожденных. Проведено изучение физического и психического развития детей, проживающих в различных районах города. Выполнен анализ частоты генетических нарушений в клетках человека, изменений иммунного статуса выборочных групп населения. Определено содержание в биосубстратах детей и взрослых тяжелых металлов и микроэлементов. Исследовано влияние загрязнения природных сред на состояние здоровья жителей различных районов города. Расчет риска проведен в соответствии с принятыми методическими подходами [3, 4] на основании данных натурных исследований (результаты полевых работ по опробованию природных сред в 2015 г. и материалы мониторинга качества атмосферного воздуха ДГП РГП «Казгидромет» по ВКО и ТОО «ЦЭБ»), а также материалов расчета рассеивания загрязняющих веществ от основных промышленных предприятий города Усть-Каменогорска (использована программа УПРЗ «ЭРА. Риски»).

Среди изученных характеристик здоровья населения наиболее информативными (для решения поставленных задач) оказались показатели заболеваемости по обращаемости (основной показатель) и уровень накопления тяжелых металлов в биосредах (дополнительный показатель). Для выявления территориальных особенностей по большинству других изученных показателей здоровья, ввиду специфики их расчета, учитывая площадь селитебной территории СЗЗ и численность проживающего населения, необходимо организовать специальное углубленное пролонгированное исследование.

По всем изученным территориям, как в целом среди всего населения, так и среди отдельных возрастных групп, наиболее высокий уровень заболеваемости отмечен по причине болезней органов дыхания. На основании анализа показателей за последние 10 лет установлено, что заболеваемость болезнями органов дыхания подростков, проживающих в зоне влияния Северного и Северо-Восточного промузлов, в три раза выше, чем аналогичные показатели по фоновому району. Для детей это превышение составляет 2,6 и 3,2 раза соответственно. Согласно «Критериям оценки экологической обстановки» [2], выявленные уровни превышения частоты регистрации заболеваемости детей болезнями органов дыхания позволяют по данному показателю оценить экологическую ситуацию на селитебной территории Северного и Северо-Восточного промузлов как зону экологического бедствия.

Функционирование в г. Усть-Каменогорске промышленных предприятий, содержащих в выбросах тяжелые металлы, обусловило актуальность организации биомониторинга за их содержанием (в первую очередь свинца) в биосубстратах населения. Данные о повышенном накоплении тяжелых металлов в биосредах жителей г. Усть-Каменогорска приводятся и в результатах ранее проведенных исследований [1, 6].

В рамках проекта, выполненного в 2015 г., было установлено достоверно более интенсивное накопление свинца в волосах жителей селитебной территории СЗЗ Северного и Северо-Восточного промузлов (в первую очередь детей). Средний уровень содержания свинца в пробах волос детей, проживающих на селитебной территории СЗЗ Северного промузла, составил 13,02 ± 2,10 мкг/г, на селитебной территории СЗЗ Северо-Восточного промузла – 4,20 ± 0,7 мкг/г, в то время как в фоновом районе КШТ – 3,20 ± 0,7 мкг/г. Превышение нормативного содержания свинца было выявлено в 75 % проб волос детей, проживающих на селитебной территории СЗЗ Северного промузла, (максимальное превышение в 6,3 раза). На селитебной территории СЗЗ Северо-Восточного промузла аналогичные показатели составили 35 % и 2,7 раза, в районе КШТ – 10 % и 3,1 раза.

Свинец является приоритетным, индикаторным загрязнителем для условий города Усть-Каменогорска, что обусловлено наличием предприятия по производству свинца и цинка. Согласно данным мониторинга, в последние годы случаи повышенного содержания свинца в атмосферном воздухе практически не встречаются, что связано с реализацией на комбинате эффективной экологической программы. В то же время территория в зоне влияния предприятия, в первую очередь непосредственно примыкающая к промплощадке, интенсивно загрязнена свинцом. Таким образом, в настоящее время загрязненная почва сама стала важным источником поступления свинца в организм людей. В «Критериях оценки экологической обстановки» [2] указано, что характеристика территории по уровню содержания в биосубстратах человека токсичных химических веществ по степени превышения допустимых биологических уровней для населения крупных урбанизированных городов или геохимических провинций (дополнительный показатель) проводится по экспертным оценкам с учетом степени выраженности изменений основных показателей.

При проведении корреляционного анализа учитывалась возможность отсроченного во времени эффекта. Установлена достоверная корреляционная связь между содержанием в атмосферном воздухе фенола, формальдегида, двуокиси азота, сернистого ангидрида, взвешенных веществ и ряда показателей заболеваемости детей и взрослых. Причем выявлена зависимость состояния здоровья от загрязнения атмосферного воздуха не только на территории, приближенной к промузлам, но и на фоновой территории города. В качестве информативных, наиболее «экологически зависимых» показателей можно выделить частоту обращений населения в ЛПУ и скорую медицинскую помощь по поводу бронхиальной астмы, острых и хронических синуситов, острых и хронических ларингитов и трахеитов.

Был проведен расчет риска при остром и хроническом воздействии веществ, поступающих в организм ингаляционным и пероральным путем. Максимальный уровень ингаляционного риска острого и хронического воздействия имел место в зоне влияния предприятий Северного промышленного узла. Суммарный показатель ингаляционного неканцерогенного риска при остром воздействии на данной территории составил 12,27, при хроническом – 24,73. Аналогичные показатели в зоне влияния Северо-Восточного промузла: 2,98 и 19,58; в фо-

новом районе: 2,35 и 6,33. На этой же территории формируется и максимальный уровень канцерогенного риска, который связан с присутствием в атмосферном воздухе формальдегида и свинца.

Для детального районирования селитебной территории СЗЗ Северного и Северо-Восточного промузлов по уровню риска для здоровья населения, создаваемого вредными веществами, содержащимися в выбросах промпредприятий, был проведен расчет риска по материалам расчета рассеивания загрязняющих веществ с использованием официального программного комплекса УПРЗ «ЭРА.Риски». Установлено, что максимальный риск для здоровья населения связан с загрязнением атмосферного воздуха диоксидом азота, мышьяком, взвешенными веществами, диоксидом серы. Наиболее неблагоприятные участки расположены на территории, непосредственно примыкающей к промышленной площадке Северного промышленного узла (ряд домов, расположенных по ул. Заводской и ул. Рабочей). Районирование селитебной территории СЗЗ Северного и Северо-Восточного промышленных узлов по уровню кратковременного ингаляционного риска для здоровья населения диоксида серы (по данным расчетов рассеивания) представлено на рисунке.

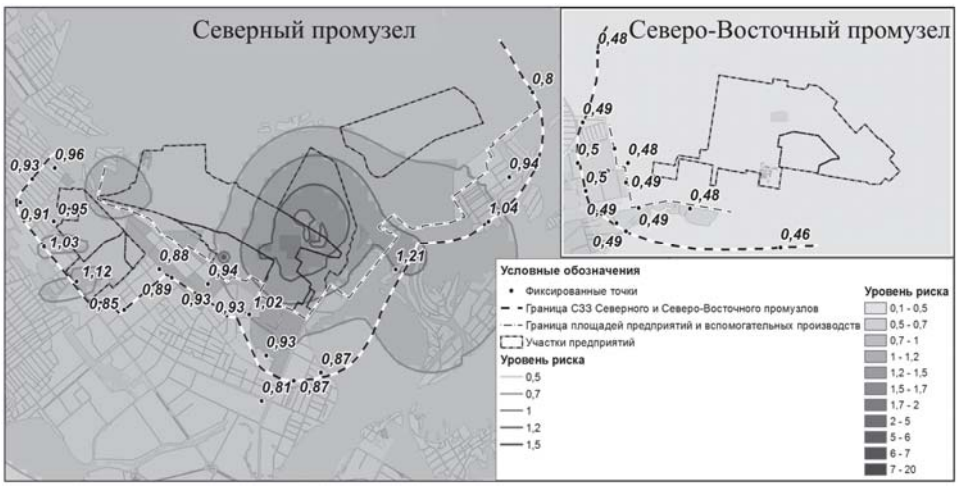


Рис. Районирование селитебной территории СЗЗ Северного и Северо-Восточного промышленных узлов по уровню кратковременного ингаляционного риска для здоровья населения, обусловленного влиянием диоксида серы (по данным расчетов рассеивания)

С использованием стандартных методик было определено, что, в целом, употребление населением изученных районов города питьевой воды централизованного и децентрализованного водоснабжения не создает канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья детей и взрослых, однако в двух пробах воды из децентрализованых источников водоснабжения было определено превышение гигиенических нормативов содержания селена и кадмия.

Употребление растительной продукции, выращенной на приусадебных участках в зоне влияния предприятий Северного промузла, может создавать для здоровья высокий уровень неканцерогенного риска, что обусловлено избыточным посту-

плением в организм свинца, кадмия, цинка и меди. Индивидуальный канцерогенный риск, формируемый в результате употребления растительной продукции, является низким и не представляет угрозы для здоровья населения.

Согласно «Критериям оценки экологической обстановки» [2], определение зоны ЧС или зоны экологического бедствия осуществляется по показателям здоровья в том случае, если установлено экологическое неблагополучие. В результате проведения комплексного исследования качества окружающей среды было установлено, что экологическая ситуация на селитебной территории Северного и Северо-Восточного промузлов является относительно удовлетворительной, однако по ряду показателей (загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение почвы свинцом и др.) требует проведения мер по улучшению.

Таким образом, несмотря на то, что в результате изучения состояния здоровья населения были выявлены достоверно более высокие, в сравнении с фоновым районом, уровни заболеваемости жителей селитебной территории СЗЗ Северного и Северо-Восточного промышленных узлов, в первую очередь детей и подростков, более интенсивное накопление в биосредах тяжелых металлов, экологическая ситуация может быть признана относительно удовлетворительной.

В соответствии с действующим в настоящее время в Республике Казахстан законодательством, в границах СЗЗ запрещено размещать «вновь строящиеся жилые застройки, включая отдельные жилые дома» [5]. Следовательно, на селитебной территории СЗЗ Северного и Северо-Восточного промузлов необходимо ввести запрет на предоставление и строительство жилья. С другой стороны, должны быть проведены мероприятия, направленные на улучшение экологической ситуации и на оздоровление населения, уже проживающего там. В качестве первоочередных мер было предложено снижение сбросов и выбросов загрязняющих веществ промпредприятиями, восстановление почвенного покрова селитебной территории, загрязненной свинцом, обеспечение всего населения централизованным водоснабжением, организация мониторинга состояния здоровья населения с проведением адресных оздоровительных мероприятий.

Список литературы

1. Влияние экологических факторов на здоровье населения урбанизированных территорий: Отчет РГКП (2010–2012 гг.) о научно-исследовательской работе // Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний.

2. Критерии оценки экологической обстановки территорий. Утверждены приказом Министра энергетики Республики Казахстан № 202 от 16 марта 2015 года. – 33 с.

3. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.А. Авалиани, К.А. Буштуева. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

5. Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитной зоны производственных объектов: санитарные правила / Утверждены приказом МЭ РК № 11124 от 22.05.2015 г.

6. Яковлева Н.А. Исследование уровня содержания металлов в биосредах г. Усть-Каменогорска // Здоровье и болезнь. – 2006. – № 5 (54). – С. 37–42.

Анализ риска здоровью: научно-методические аспекты

А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева **6**

Стратегические критерии в анализе эффективности деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения России

Приведены результаты анализа эффективности государственной политики в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Показано, что деятельность Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, оцененная по системе стратегических критериев (смертности и ожидаемой продолжительности жизни населения), является достаточно эффективной. Установлен существенный долевой вклад деятельности службы в предотвращение фактических и экономических потерь от смертности населения, ассоциированной с воздействием негативных факторов риска среды обитания. Так, показано, что по показателю общей смертности предотвращается порядка 400 тыс., а по приоритетным причинам смерти около 50 тыс. случаев. Накопленная эффективность по величине предотвращенных потерь ожидаемой продолжительности жизни составила 3,18 года. Сумма предотвращенных экономических потерь валового внутреннего продукта в 2015 г. составила порядка 226 млрд руб., экономическая эффективность – 32,8 руб. на 1 руб. затрат.

Ключевые слова: санитарно-эпидемиологическое благополучие населения, смертности населения, факторов риска среды обитания.

Н.В. Абрамов **9**

Прогнозирование травматизма населения на основе использования метода наименьших квадратов

Представлена методика прогнозирования травматизма населения на основе использования метода наименьших квадратов. На основе анализа травматизма населения Кемеровской области выявлены основные закономерности травматизма взрослого и детского населения. Установлено, что бытовой травматизм занимает ведущее место в структуре причин травм.

Ключевые слова: травматизм населения, метод наименьших квадратов, прогнозирование.

Н.В. Абрамов, А.Г. Петров **12**

Методические подходы к прогнозированию риска травматизма населения Кемеровской области

Представлены подходы к прогнозированию риска травматизма населения на примере Кемеровской области. Разработана методика прогнозирования риска травматизма населения, включающая алгоритм составления оценочных, прогностических таблиц и правил пользования ими.

Ключевые слова: травматизм населения, прогнозирование риска.

Ж.М. Бекшин **17**

Риск-ориентированная модель интегральной оценки качества питьевой воды, производимой на опреснительных установках Прикаспия

Освещены результаты интегральной оценки качества питьевых вод, производимых на опреснительных установках предприятий ТОО «ОЗК» и ТОО «МАЭК-Казатомпром», на основе методологии оценки риска для здоровья населения. Риски по органолептическим и санитарно-токсикологическим показателям определялись на приемлемом уровне, и интегральные показатели качества воды не превышали допустимый регламент (ИП≤1). Исходя из полученных выводов, качество питьевых вод по химическому составу соответствует приемлемому уровню риска здоровью населения.

Ключевые слова: питьевая вода, опреснение морской воды, интегральная оценка питьевой воды, приемлемый уровень риска здоровью населения.

Л.Г. Бондарева, И.В. Свобода, В.Н. Ракитский, Т.А. Синицкая, Н.Е. Федорова **22**
Оценка использования погруженного макрофита *Elodea canadensis* в качестве маркера негативного антропогенного воздействия в водной экосистеме

Использование погруженного макрофита *Elodea Canadensis* в модельных экспериментах с металлами, относящимися к различным классам токсичности, может служить в качестве маркера негативного воздействия исследуемого класса элементов. Применение изученного вида водного растения может способствовать очистке водоема от ряда металлов за счет высокой аккумулирующей способности, а также выявленных адаптивных и стрессоустойчивых свойств.

Ключевые слова: *Elodea canadensis,* маркер негативного воздействия, токсичность, аккумуляция, адаптация, металлы.

И.В. Бухтияров, Н.Ф. Измеров, Л.В. Прокопенко, Л.П. Кузьмина **27**
Формирование производственно-обусловленных заболеваний у работников, занятых в современных видах экономической деятельности

Патогенез производственно-обусловленных заболеваний свидетельствует о мультифакториальности и полигенности патологии, а также о сложном характере взаимодействия эндогенных факторов с факторами производственной и окружающей среды в процессе развития заболевания. Инновационным подходом к изучению механизмов развития производственно-обусловленных заболеваний является выявление синдромокомплексов и разработка критериев дифференциальной диагностики, а также информационных систем оценки персонифицированного риска развития, прогноза течения и мер профилактики. В настоящее время обоснованы и разработаны инновационные технологии, включающие организационно-управленческие решения, медицинские информационные системы, современные клинико-диагностические (молекулярно-генетические, биохимические, иммунологические и др.) технологии, риск-ориентированные модели профилактических программ.

Ключевые слова: патогенез производственно-обусловленных заболеваний, факторы производственной и окружающей среды, риск-ориентированные модели профилактических программ.

С.Л. Валина, О.Ю. Устинова, Н.В. Никифорова **37**
Роль фактора наполняемости групповых ячеек ДОО в формировании нарушений здоровья дошкольников

При комплектовании в ДОО общеразвивающей направленности групп с высокой наполняемостью ухудшаются санитарно-гигиенические условия пребывания воспитанников. Возрастающий уровень акустического воздействия, химического и биологического загрязнения воздуха игровых помещений приводит к формированию у детей хронического стресс-синдрома с развитием нейрогуморальных и иммунных нарушений, детерминирующих нарушение основных видов обмена, сенсибилизацию, снижение иммунорезистентности, что обусловливает высокий уровень заболеваемости.

Ключевые слова: дошкольные образовательные организации, наполняемость, санитарно-гигиенические условия, дети, здоровье.

Н.К. Вознесенский, Н.Н. Малютина, В.А. Петров **41**
Современные подходы к профилактике производственно-обусловленных заболеваний на основе персонифицированной медицины

Рассмотрены основные принципы персонифицированного подхода к профилактике профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний с превентивной и предиктивной позиций. Внедрение достижений персонифицированной медицины, направленной на прогнозирование риска развития заболеваний, связанных с воздействием факторов внешней среды и индивидуальных генетических особенностей работников, предотвращение развития и прогрессирования этих заболеваний при помощи профотбора и, в ряде случаев, таргетной регуляции экспрессии генов, способно принципиально изменить подход

к медицинской профилактике, укрепить здоровье, обеспечить трудовое долголетие и повысить качество жизни работников.

Ключевые слова: персонифицированная, превентивная и предиктивная медицина, медицинская профилактика профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний.

П.А. Вуйцик, С.В. Комарова **45**
Нарушения сна как фактор развития ожирения

Представлены материалы исследования роли нарушений сна и хронического недосыпания в развитии избыточной массы тела и ожирения. На основании этих материалов, а также анализа литературных данных предлагается для профилактики ожирения в профессиональных группах риска уделять внимание не только специфическим методам, но и вопросам борьбы с нарушениями сна.

Ключевые слова: ожирение, нарушения сна, стресс, вахтовый труд.

А.Н. Ганькин, Л.М. Шевчук, Т.Н. Пронина **48**
Сравнительная оценка результатов исследований воздушной среды учебных помещений методом диффузионного пробоотбора

С использованием метода диффузионного пробоотбора определено содержание отдельных представителей ПБДЭ в воздушной среде учебных помещений школ г. Минска и атмосферном воздухе на прилегающей территории. Установлено, что количество конгенеров ПБДЭ в воздухе учебных помещений значимо (p<0,05) различается с максимальным содержанием низкобромированных конгенеров (БДЭ-28, БДЭ-47) в воздухе учебных помещений с обилием полимерных материалов во внутренней отделке.

Доминирующими конгенерами ПБДЭ в воздухе учебных помещений обследованных учреждений образования являются БДЭ-209 (93,0 % от суммы), БДЭ-47 (3,3 %) и БДЭ-99 (1,9 %). Содержание отдельных конгенеров ПБДЭ (БДЭ-28, БДЭ-47, БДЭ-100, БДЭ-99, БДЭ-154, а также БДЭ-183) в воздухе учебных помещений выше (p<0,05), чем в атмосферном воздухе на прилегающей территории.

Ключевые слова: воздух учебных помещений, полибромдифениловые эфиры, здоровье.

Л.В. Гиголаева **51**
Механизмы нарушения функции эндотелия и внутренних органов на фоне экспозиции хлоридом кобальта (экспериментальное исследование)

Хроническая кобальтовая интоксикация у крыс приводит к активации окислительных процессов, при этом происходит угнетение активности супероксиддисмутазы, а концентрация каталазы и церулоплазмина повышается. Нарушается обмен холестерина, нарушается продукция оксида азота и его биодоступность, что сопровождается изменением микроциркуляторной гемодинамики висцеральных органов.

Ключевые слова: оксид азота, перекисное окисление липидов, антиокислительная система, микроциркуляторная гемодинамика, хлорид кобальта.

С.В. Гребеньков, Я.М. Сухова **55**
Особенности оценки профессионального риска здоровью в соответствии с руководством Р.2.2.1766-03

Говорится о результатах оценки профессионального риска здоровью водителей грузового транспорта крупного предприятия водопроводно-коммунального хозяйства мегаполиса, а также о методологических особенностях оценки риска в соответствии с руководством по оценке риска Р.2.2.1766-03.

Ключевые слова: оценка риска, профессиональный риск, водители, руководство Р.2.2.1766-03.

В.Б. Гурвич, О.Ф. Рослый, А.А. Федорук, В.О. Рузаков, В.Г. Газимова **60**
Некоторые проблемы реализации закона «О специальной оценке условий труда»

Ключевой проблемой методики проведения специальной оценки условий труда и классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов является неадекватный метод идентификации и искусственное ограничение перечня факторов, изложенных в широко используемом в санитарном законодательстве руководстве Р 2.2.2006-05, подлежащих оценке в процессе СОУТ. За счёт отсутствия единой методики, механизмов корректировки и регулирования результатов СОУТ материалами о состоянии здоровья работников (наличия и уровней профессиональной и производственно-обусловленной заболеваемости) создана искусственная ситуация, при которой, одно и то же рабочее место может быть оценено с разным профессиональным риском. Необходимо принять единую методику для более объективной оценки условий труда, целенаправленно развивать систему периодических медицинских осмотров для формирования объективной картины не только прогнозируемого (по результатам оценки условий труда), но и реализуемого (по результатам ПМО) профессионально риска. Подобный подход позволит развивать страховые механизмы защиты работников, занятых во вредных условиях труда, разрабатывать адресные и обоснованные программы управления профессиональным риском, в том числе объективное введение льгот и компенсаций на тех рабочих местах, где это действительно необходимо.

Ключевые слова: специальная оценка условий труда, производственный контроль, оценка профессионального риска.

И.В. Дребенкова, В.А. Зайцев **65**
Определение содержания токсичных микроэлементов в биосубстратах детей

Методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой проведено определение содержания токсичных микроэлементов – алюминия, свинца, никеля, кадмия в биосубстратах школьников г. Минска. Установлено превышение верхней границы рефреренсного диапазона для алюминия как в начале, так и в конце учебного года. Кроме того, в конце учебного года содержание алюминия в волосах каждого пятого подростка превышает критический уровень. Полученные данные указывают на необходимость проведения профилактических мероприятий, направленных на коррекцию минеральных нарушений в организме школьников г. Минска.

Ключевые слова: токсичные микроэлементы, волосы, школьники, атомно-эмиссионная спектрометрия, референсный диапазон, критический уровень.

О.С. Думбадзе, Л.В. Шишканова **69**
Социально-экономическая значимость ларвальных гельминтозов

Целью работы являлось определение социально-экономической значимости ларвальных (тканевых) гельминтозов (трихинеллез, эхинококкоз, токсокароз) в современных условиях. В представленных ориентировочных расчетах учтены составляющие непосредственного экономического ущерба, связанные с прямыми затратами на оказание специализированной медицинской помощи инвазированным.

Полученные абсолютные цифры не столь велики, как при некоторых других нозологиях или группах инфекционных болезней. Но с учетом того, что общий экономический ущерб является многокомпонентной и многофакторной величиной, относительные величины потерь при обсуждаемых паразитозах могут существенно превышать их размер при других патологиях.

Анализ данной информации позволит эффективно определять потребности и разрабатывать комплексные мероприятия в области оказания лечебно-диагностической и профилактической помощи населению Российской Федерации.

Ключевые слова: социально-экономическая значимость паразитарных болезней, ларвальные гельминтозы.

Н.В. Зайцева, И.В. Май, Е.Е. Андреева, С.В. Клейн, А.В. Алексеева **73**
Методические и практические аспекты доказательства реализации рисков, формируемых негативным воздействием факторов среды обитания

Апробированы методические подходы по доказательству реализации риска здоровью детского населения при потреблении воды ненадлежащего качества. Представлены основные результаты каждого этапа формирования доказательной базы реализации рисков здоровью детского населения. Научно обоснованы маркеры экспозиции и маркеры эффекта доказательной базы причинения вреда здоровью населения в условиях загрязнения питьевых вод продуктами гиперхлорирования. Вред здоровью установлен и доказан на популяционном и индивидуальном (для 41 экспонированного ребенка исследованной территории) уровнях. Сформулированы рекомендации по проведению санитарно-эпидемиологических и медико-профилактических мероприятий по снижению содержания хлорорганических соединений в питьевой воде и минимизации вредного воздействия водного перорального фактора на здоровье детского населения. Полученные результаты могут быть использованы в досудебном порядке в ходе надзорной деятельности, а также в ходе судебного производства.

Ключевые слова: здоровье населения, факторы среды обитания, реализация рисков, доказательство вреда здоровью.

В.Н. Звездин **80**
Перспектива применения биорастворимых микроигл для реализации медико-профилактических технологий превенции инфекционных заболеваний

Обобщение данных аннотируемых источников литературы о современных исследованиях в области разработки и применения микроиголных аппликаторов из биорастворимых полимеров для задач вакцинопрофилактики инфекционных заболеваний на основании анализа данных о преимуществах трандермального пути введения вакцин, особенностях конструкции микроигл позволило установить перспективность данных разработок в качестве технологии превенции инфекционных заболеваний. Вакцинопрофилактика при помощи микроигольных аппликаторов позволит расширить охват населения за счет нивелирования негативного психологического воздействия от болевых ощущений, связанных с инъекционным введением вакцин, снизить риск развития побочных эффектов вакцинации.

Ключевые слова: вакцинация, микроиглы, трансдермальная доставка.

М.А. Землянова **86**
Обоснование клеточно-молекулярных, системных маркеров негативных эффектов при воздействии химических и физических факторов риска

Представлены комплексы биологических маркеров экспозиции и негативных эффектов, их критериальные параметры в условиях подтвержденной экспозиции химических факторов риска (металлов, хлорорганических соединений, ароматических углеводородов, формальдегида) и физических факторов (шум, вибрация). Идентификация маркеров эффекта базируется не только на стандартных подходах, но и на современных достижениях клеточно-молекулярных технологий, что позволяет обосновать маркеры негативных эффектов, иерархически структурированные по уровню ответных реакций организма (молекулярно-клеточный, органно-тканевой, системный, организменный). Существующий опыт и результаты собственных научных исследований позволили разработать систему включающую биомаркеры экспозиции и эффекта, предназначенную для формирования доказательной базы причинения вреда здоровью человека при негативном воздействии факторов риска окружающей и производственной среды. Научное обоснование разрабатываемой методологии базируется на принципах доказательной медицины, эпидемиологического анализа, теоретических знаниях и согласуется с международной практикой оценки риска.

Ключевые слова: факторы среды обитания, биомаркеры негативного эффекта, причинно-следственные связи, вред здоровью, клеточно-молекулярные технологии.

М.А. Землянова, М.С. Степанков, А.С. Иванова, А.И. Тиунова **92**
Оценка потенциальной опасности для здоровья человека наноразмерного оксида кобальта

Представлены результаты оценки потенциальной опасности для здоровья человека наноразмерного оксида кобальта, выполненной на основании анализа и систематизации физических, химических, молекулярно-биологических, цитологических, токсикологических, экологических характеристик наночастиц по имеющимся данным из аннотируемых источников научной литературы, технических паспортов безопасности, результатов собственных исследований. Прогнозирование токсичности и потенциальной опасности наночастиц оксида кобальта на основании построения прогнозно-аналитической модели показало, что изучаемое вещество обладает высокой степенью потенциальной опасности (значение частной опасности D = 1,83) с достоверной степенью оценки информации.

Ключевые слова: наночастицы, опасность для здоровья, нанотоксикология, физико-химические свойства, молекулярно-биологические свойства.

М.Р. Камалтдинов **95**
Пероральное поступление химических веществ: математическая модель процесса растворения частиц пищи в желудочном соке

В рамках многоуровневой модели накопления функциональных нарушений в организме человека под воздействием факторов среды обитания разрабатывается подмодель «мезоуровня» пищеварительной системы. В статье приведена концептуальная постановка, основные гипотезы и предположения, используемые при моделировании течения многофазной среды в антродуоденуме. Представлены некоторые результаты по влиянию функциональных нарушений секреторной функции на скорость растворения частиц пищи и кислотность содержимого тракта.

Ключевые слова: многоуровневое моделирование, желудочно-кишечный тракт, функциональные нарушения, соляная кислота, гидрокарбонат натрия, химические реакции.

В.А. Капцов, В.Н. Дейнего **102**
Риски транспортной светотехники для здоровья персонала и пассажиров

Освещена проблема использования светодиодных источников света в современных средствах транспорта. Транспортная светотехника включает себя систему освещения железнодорожных локомотивов и вагонов, салонов для пассажиров всех видов транспорта, а также фары, сигнальные приборы и светофоры. Использование светильников с СД может иметь непредсказуемые и необратимые негативные последствия для зрения и требует серьезного профессионального офтальмо-физиологического обоснования. Для профилактики визуальных и невизуальных негативных эффектов необходимо применять сертифицированные источники с биологически адекватным спектром света.

Ключевые слова: светодиоды, транспортная светотехника биологически адекватный спектр света.

А.В.Киселев, Е.Н.Панкина, Е.В. Зибарев, В.Н. Федоров, С.М. Никонова, О.В. Слюсарева **104**
О методических аспектах одорометрических исследований в системе мониторинга загрязнения атмосферного воздуха

Приведен обзор современного положения проблемы надзора за качеством атмосферного воздуха с позиции анализа неприятных запахов как одного из факторов санитарно-эпидемиологического благополучия среды обитания населения в России. Существующая практика реагирования органов Роспотребнадзора на жалобы населения по поводу неприятных запахов не всегда позволяет выявить источник воздействия и принять меры. Проведенные натурные исследования атмосферного воздуха и анкетирование населения в г. Гатчине позволили сделать вывод, что применение одорометрических исследований на основе анализа жалоб населения, расчетных и лабораторных методов оценки загрязнения

воздуха жилых районов с последующей оценкой риска немедленных эффектов способно создать дополнительные условия для формирования адекватной доказательной базы для проведения надзорных мероприятий.

Ключевые слова: одорометрические исследования, качество атмосферного воздуха, запах, санитарно-эпидемиологическое благополучие, надзорные мероприятия.

А.С. Крига, Е.Л. Овчинникова **107**
Вопросы информатизации органов и организаций Роспотребнадзора

Освещены отдельные проблемы информатизации органов и организаций Роспотребнадзора, даны предложения по их решению, приведены примеры реализации информационных технологий на региональном уровне. Дана классификация информационных систем. Особое внимание уделено актуальному направлению информатизации – развитию информационных технологий и сервисов в целях повышения уровня открытости органов и организаций Роспотребнадзора.

Ключевые слова: информатизация органов и организаций Роспотребнадзора, государственные информационные системы.

Е.Н. Крючкова, Л.М. Сааркоппель, И.В. Яцына **110**
К вопросу об оценке адаптационного потенциала организма подростков различных регионов

Изучено влияние окружающей среды на показатели обменных процессов и состояние иммунитета у подростков, проживающих в различных регионах. Полученные результаты выявили алиментарно-зависимые изменения ряда биохимических показателей минерального, витаминного обмена, антиоксидантного и тиреоидного статуса. Проведенные иммунологические исследования свидетельствуют о чрезвычайно высоком распространении иммунных дефектов среди детского населения.

Ключевые слова: подростки, Заполярье, адаптация, обменные процессы, иммунитет.

В.Р. Кучма **115**
Анализ риска здоровью детей в стратегии обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся в образовательных организациях

Оценка риска здоровью широко применяется в деятельности международных и отечественных организаций. Цель работы – анализ методов и технологий оценки риска здоровью детей и определение подходов к анализу рисков здоровью детей в процессе их жизнедеятельности. Материалом исследования послужили нормативно-правовые и аналитические документы в сфере анализа рисков здоровью населения. Основной метод исследования – экспертно-аналитический. Роспотребнадзором обоснован риск-ориентированный подход к санитарно-эпидемиологическому надзору, классифицированы субъекты надзора по критериям потенциального риска причинения вреда здоровью. Риски здоровью детей, рассчитанные только по частоте нарушений санитарного законодательства, не учитывают влияния всех факторов риска здоровью обучающихся. Методология управления профессиональными риска (риск-менеджмент) в настоящее время реализована биоинформационными технологиями. Методология менеджмента риска здоровью детей может быть применена в отношении обучающихся в различных образовательных организациях. Риск здоровью обучающихся – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия потенциально опасных и опасных факторов условий и режима обучения в процессе образовательной деятельности. Управление рисками здоровью обучающихся – комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающий в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней риска здоровью обучающихся. Критериями безвредности условий и режима обучения детей в общеобразовательных учреждениях является сохранение жизни, здоровья, функциональных способностей организма обучающихся, предстоящей продолжительности жизни. Наиболее сложной проблемой в гигиене детей и подростков является установление причинно-следственной связи

заболеваний с условиями и режимом обучения детей и подростков – каузация (причинность). Отправной точной каузации является установление диагноза с кодом и кода фактора из числа внешних причин по МКБ-10. Управление рисками осуществляется системой целевой профилактики школьно-обусловленных заболеваний.

Ключевые слова: риски здоровью, факторы риска, менеджмент риска, профилактическая среда, условия обучения, профилактика заболеваний, обучающиеся.

Д.В. Ланин, В.М. Чигвинцев **123**

Подходы к математическому моделированию воздействия химических факторов окружающей и производственной среды на состояние процессов иммунной и нейроэндокринной регуляции

Предложены подходы к математическому моделированию воздействия химических факторов среды обитания (окружающей и производственной среды) на взаимодействие иммунной и нейроэндокринной систем в условиях вирусной инвазии.

Ключевые слова: математическое моделирование, нейроэндокринная регуляция, иммунная система, химические факторы среды обитания.

А.В. Мельцер, Н.В. Ерастова, А.В. Киселев **128**

К вопросу гигиенической оценки качества питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности с использованием методологии оценки риска здоровью населения

Оценка влияния питьевой воды на здоровье населения является одним из обязательных компонентов комплексного анализа связи факторов окружающей среды с состоянием здоровья, причем подавляющее большинство проблем со здоровьем, связанных с питьевой водой, является результатом ее микробиологического заражения. Существуют различные подходы к оценке безопасности питьевой воды по микробиологическим показателям, но, как правило, основанные на балльном подходе. В этой связи высока актуальность внедрения методики оценки питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности, основанной на принципах методологии оценки риска здоровью населения. Ее утверждение позволит логично перейти к интегральной оценке риска для здоровья населения при совокупном воздействии химических веществ и микробных агентов, содержащихся в питьевой воде.

Результаты апробации вероятностного подхода к оценке риска здоровью населения Санкт-Петербурга, связанного с микробным загрязнением питьевой воды, позволили не только оценить степень вероятного риска здоровью населения, но и подтвердить эффективность технологий водоподготовки, принимаемых на водопроводных станциях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

Ключевые слова: питьевая вода, оценка риска здоровью, качество питьевой воды, безопасность питьевой воды, интегральная оценка качества питьевой воды.

А.С. Нехорошев, А.П. Захаров, В.М. Шарлай **132**

Фундаментальные аспекты анализа риска здоровью при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения

Методом обращенной газовой хроматографии определены хроматографические параметры удерживания многокомпонентной полифазной системы вредных веществ, содержащихся в среде обитания населения городов с развитой промышленностью. Они позволяют оценить ее донорно-акцепторную способность и определить токсикологические характеристики при поступлении в организм человека ингаляционным и перкутанным путями. Это дает возможность достоверного определения риска суммарного воздействия химических факторов на здоровье населения с учетом не только количественного содержания токсикантов, но и их химической природы

Ключевые слова: хроматографические параметры удерживания многокомпонентной полифазной системы вредных веществ; токсикологические характеристики при поступлении в организм человека ингаляционным и перкутанным путями; риск суммарного воздействия химических факторов на здоровье населения.

Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Г.И. Терентьев **134**
Методические приемы и особенности в современном химическом анализе высокотоксичных N-нитрозаминов в детских пищевых продуктах

По результатам экспериментальных исследований обоснован способ пробоподготовки детских пищевых продуктов для химического анализа девяти N-нитрозаминов – метод дистилляции с перегретым паром, концентрирование дистиллята на катридже автоматической системы твердофазной экстракции «Sepaths» (Италия). Подобраны оптимальные условия хромато-масс-спектрометрического анализа (ГХ/МС).

Разработанным масс-спектрометрическим методом определено содержание N-нитрозаминов в образцах детской мясной, мясорастительной продукции. В образце детского питания торговой марки «Бабушкино лукошко» «Банан + творог» были обнаружены 5 N-нитрозаминов: N-диметилнитрозамин, N-пирролидиннитрозамин, N-морфолиннитрозамин, N-дибутилнитрозамин, N-дипропилнитрозамин. Для подтверждения присутствия N-нитрозоморфолинамина в образце детского питания была выполнена идентификация в режиме SCAN. Масс-спектр N-нитрозоморфолинамина в исследованных образцах сравнивали с масс-спектрами, заложенными в банк библиотеки масс-спектральных данных NIST 08.L.

Ключевые слова: N-нитрозамины, автоматическая система твердофазной экстракции (ТФЭ), хромато-масс-спектрометрический анализ (ГХ/МС), образцы детской мясной, мясорастительной продукции.

А.С. Огудов, Н.В. Шинкарева, Е.В. Резанова **140**
Обоснование диагностических профилей вредных эффектов при ингаляционном воздействии тетрабромэтана

Представлены результаты экспериментальных исследований по обоснованию системы диагностических маркеров хронической интоксикации 1,1,2,2,-Тетрабромэтаном (ТБЭ). Объектом исследования являлись белые крысы-самцы, которые в течение 3 месяцев подвергались круглосуточному ингаляционному воздействию ТБЭ в концентрациях 0,03 ± 0,002, 0,2 ± 0,01, 0,6 ± 0,03 и 1,8 ± 0,07 мг/м^3. В результате сопоставления полученных морфологических данных и динамики биохимических показателей обоснованы диагностические профили вредных эффектов в целях диагностики негативных последствий воздействия ТБЭ на здоровье человека.

Ключевые слова: ингаляционное воздействие 1,1,2,2,-Тетрабромэтана, вредные эффекты, диагностические профили.

О.В. Сивочалова, С.И. Плитман, М.А. Фесенко **146**
Репродуктивное здоровье и питьевой фактор: риски, прогноз, решения

Проанализированы действующие в России законодательные документы в области охраны здоровья женщин-работников. Выявлено, что они не учитывают вклад питьевого фактора на суммарную токсигенную нагрузку, включая канцерогенную, поэтому питьевая вода даже при обеспечении ее нормативного качества не всегда гарантирует приемлемый риск для здоровья за счет содержания таких химических веществ, как акрилонитрил и мышьяк.

Впервые поднимается вопрос о расчете уровней коэффициентов опасности и пожизненных индивидуальных канцерогенных рисков для веществ, присутствующих в питьевой воде на уровне стандартных для населения с учетом возрастных групп (от 0 до 6 лет, от 7 до 20 и от 21 до 50 лет).

Ключевые слова: питьевая вода, репродуктивное здоровье, женщина, дети, канцерогенный риск.

В.А. Тутельян, Н.В. Зайцева, С.А. Хотимченко, М.А. Землянова, И.В. Гмошинский, В.Н. Звездин, В.А. Шипелин **151**
Сравнительная токсикологическая характеристика некоторых наноматериалов, содержащихся в пищевой продукции

В сравнительном аспекте представлены результаты оценки пероральной токсичности наночастиц (НЧ) диоксида кремния (SiO_2) размером 20–60 нм (препарат «Орисил 300» ®) и наночастиц серебра (Ag) размером 10–80 нм, стабилизированных поливинилпирролидо-

ном (препарат «Арговит-С» ®) в экспериментах на крысах и мышах. В картине токсического действия НЧ SiO_2 при 92-дневной экспозиции преобладали признаки местной реакции слизистой оболочки кишки, нарушение показателей Т-клеточного иммунитета (соотношение CD4/CD8) и продукции цитокинов. НЧ Ag оказывали разнообразное токсическое действие, проявлениями которого были изменения в поведенческих реакциях, воспаление и жировая дистрофия паренхимы печени, сдвиги в активности ферментов I и II стадии детоксикации ксенобиотиков, нарушение гомеостаза ряда микроэлементов, в особенности селена. Пороговая доза токсического воздействия НЧ SiO_2 при 92-суточной пероральной экспозиции у крыс составила 100 мг/кг массы тела/сут, тогда как для НЧ серебра она составляла менее 1 мг/кг массы тела/сут.

Ключевые слова: диоксид кремния, серебро, наночастицы, токсичность, пищевая продукция, оценка риска.

Т.С. Уланова, Е.В. Стенно, А.В. Недошитова, М.А. Баканина **156**
Оценка содержания токсичных микроэлементов в крови детей промышленного региона России

Предложена методика определения массовых концентраций свинца, кадмия, мышьяка в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МУК 4.1.3161-14). Определено содержание токсичных элементов As, Cd, Pb в крови детей промышленного региона Пермского края (n = 60, средний возраст <6 лет). Среднее арифметическое содержание элементов в группе составляет 1,05 мкг/л (As); 0,73 мкг/л (Cd); 21,91 мкг/л (Pb). Обнаружены достоверные отличия в содержании кадмия и свинца в контрольной группе и группе наблюдения. Правильность результатов подтверждена анализом стандартных образцов крови SERONORM L1, L2 и L3 и с использованием метода «введено – найдено».

Ключевые слова: масс-спектрометрический метод с индуктивно связанной плазмой, кровь, токсичные микроэлементы.

О.Ю. Устинова, С.Л. Валина **161**
Гигиенические и клинические особенности формирования субклинического полигиповитаминоза у детей, посещающих высококомплектные дошкольные образовательные учреждения

Проведено исследование сезонного содержания витаминов в крови организованных детей. Установлено, что у 75–85 % детей имеет место круглогодичный дефицит витаминов, который в 40 % случаев носит характер полигиповитаминоза; в период с сентября по май обеспеченность витаминами снижается на 15–60 %. У детей с субклиническим полигиповитаминозом, посещающих высококомплектные детские сады с сочетанным воздействием химических, физических и биологических факторов, риск формирования в крови повышенных концентраций органических веществ техногенного происхождения увеличивается в 1,4–6,9 раза, замедляются процессы онтогенеза, снижается резерв адаптационных реакций органов и систем, существенно возрастает риск формирования хронической полиорганной патологии, что в совокупности способствует повышенной заболеваемости детей аллергическими болезнями органов дыхания и кожи, хроническими лимфопролиферативными заболеваниями носоглотки и миндалин, функциональными расстройствами нервной системы.

Ключевые слова: дети, субклинический полигиповитаминоз, химические вещества техногенного происхождения, обменные процессы, заболеваемость.

Х.Х. Хамидулина, Д.Н. Рабикова **168**
Разработка алгоритма для принятия решений при поиске и выборе альтернативных соединений для веществ, представляющих угрозу для здоровья человека и состояния окружающей среды

Сегодня в мире огромная роль отводится созданию и реализации на межгосударственном и национальном уровнях программ по систематическому изучению обращающихся на рынке веществ с целью выведения из оборота обладающих высокой степенью риска

и замещению их безопасными аналогами. Замена опасных веществ и смесей менее опасными веществами является основным принципом любого хорошего управления химическими рисками. Целью настоящего исследования являлась разработка системы поддержки принятия решений при поиске альтернативных соединений для веществ, представляющих угрозу здоровью человека и состоянию окружающей среды. Для выбора заменителей был использован многокритериальный анализ. Апробация разработанного метода была проведена на примере подбора веществ-заменителей перфтороктаной сульфоновой кислоты (ПФОС), свинцовых термостабилизаторов и фталатных пластификаторов.

Ключевые слова: риск, химическое вещество, альтернатива.

Н.И. Храмцова, Т.М. Лебедева, С.А. Плаксин **171**
Проблемы рисков, связанных с аккумуляцией токсинов жировой тканью человека

Ожирение на сегодняшний день принимает характер эпидемии. На накопление жировой массы могут влиять характер питания и состояние окружающей среды. С повышением содержания жира в организме увеличивается и число липофильных токсинов, обладающих способностью к биоаккумуляции. Один из путей попадания в организм липофильных токсинов – алиментарный. К наиболее значимым липофильным токсинам относятся полиароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы и диоксины. Они способны передаваться ребенку с молоком матери. Для снижения риска накопления липофильных токсинов рекомендуется снижение жировой массы тела, употребление в пищу экологически чистых продуктов, отказ от курения и выбор места жительства, учебы или работы в районах, удаленных от предприятий нефтеперерабатывающей отрасли.

Ключевые слова: жир, токсины, липофильные, диоксины, полиароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы.

Е.В. Хрущева, П.З. Шур **175**
Методические подходы к формированию протокола системного анализа математического обеспечения оценки риска здоровью, связанного с химическими факторами опасности пищевой продукции животного происхождения

В условиях большого числа источников информации, динамичности массивов, разнородного наполнения сети, плохо поддающегося структуризации и управлению, формирование протокола системного анализа позволяет сократить время поиска и повысить его результативность. С целью формирования протокола системного анализа предложен алгоритм информационного поиска, который включает этапы выбора баз данных (электронных тематических каталогов), выбора источников информации на основе отобранных баз данных, формирование системного обзора с использованием выбранных источников. Апробация основных элементов протокола уже на первых этапах показала целесообразность его использования.

Ключевые слова: протокол, системный анализ, математическое обеспечение, оценка риска здоровью.

О.Г. Хурцилава, А.В. Мельцер, В.П. Чащин, **178**
Н.В. Ерастова, Е.М. Базилевская, Т.М. Беликова
Основные медико-демографические тенденции и показатели состояния здоровья населения, проживающего в условиях Крайнего Севера (на примере Чукотского автономного округа)

Сложные климато-географические и социально-экономические условия проживания на территориях Арктической зоны Российской Федерации формируют негативные медико-демографические тенденции, что требует особой политики в части сохранения здоровья населения и организации системы медико-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: Арктика, онкологическая заболеваемость, алкоголизм, медико-профилактические мероприятия.

В.М. Чигвинцев, С.В. Бабина **183**
Оценка доли инфекционной заболеваемости, ассоциированной с качеством среды обитания

Описывается метод нахождения зависимостей между инфекционной заболеваемостью и показателями среды обитания с оценкой их вкладов. Метод состоит из трех последовательных этапов. На первом этапе используется алгоритм для восстановления пропущенных данных методом ближайших соседей. На втором этапе для устранения зависимых показателей и уменьшения независимых переменных используется метод главных компонент. И на последнем этапе для определения связи между факторами применяется стандартная многомерная линейная регрессионная модель. Показана возможность применения данного алгоритма для определения вкладов на примере различных вирусных и бактериальных нозологий.

Ключевые слова: инфекционная заболеваемость, среда обитания, прививочные мероприятия, экономическое состояние территории, восстановление пропущенных данных, факторный анализ, многомерная регрессионная модель.

Е.Е. Шиган **188**
История возникновения понятия «риск здоровью» и его место в развитии профилактической медицины

Описаны основные этапы появления и развития профилактического направления в медицине и термина «риск здоровью». Показана взаимосвязь этих двух понятий и представлена история их взаимосвязи на протяжении всей истории – в мире и на территории России. Рассказано о возникновении и организации Международного института прикладного системного анализа, некоторых направлениях его работы.

Ключевые слова: профилактическая медицина, факторы риска, риск здоровью, история медицины.

И.Е. Штина, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, С.А. Вековшинина, Ю.А. Ивашова **193**
Особенности нарушений нейроэндокринной регуляции у детей, проживающих в условиях многосредовой экспозиции кадмия и мышьяка

Проведено клинико-лабораторное и инструментальное исследование особенностей нарушений нейроэндокринной системы у детей, проживающих в условиях хронического многосредового воздействия металлов. У детей с повышенной концентрацией в крови кадмия и мышьяка эндокринные нарушения регистрировались в 1,7–2,2 раза чаще, патология, связанная с избытком массы тела, – в 2,7 раза чаще относительно группы сравнения. Выявлена причинно-следственная связь развития метаболических нарушений с повышенным содержанием кадмия и мышьяка в крови. В условиях неприемлемого хронического неканцерогенного риска здоровью (*HI* 1,21–1,29) для эндокринной системы, обусловленного многосредовой экспозицией кадмия и мышьяка, формируется дисфункция гипоталамо-гипофизарно-тиреоидного звена с активацией свободнорадикального окисления и накоплением продуктов пероксидации, истощением ресурсов антиоксидантной защиты, нарушением нейромедиаторных процессов, углеводного и жирового обмена.

Ключевые слова: дети, нейроэндокринная регуляция, щитовидная железа, кадмий, мышьяк.

П.З. Шур, О.В. Долгих, К.П. Лужецкий, Д.М. Шляпников **200**
Определение биологических признаков чувствительности к экспозиции факторов среды обитания в оценке риска, связанного с воздействием факторов среды обитания

Предложены методические подходы к оценке риска здоровью с учетом показателей индивидуальной чувствительности организма, которые позволили уточнить уровни экспозиции внешнесредовых факторов, обеспечивающие допустимый риск, которые ниже, чем для исследуемых субпопуляций в целом. Результаты реализации предложенных подходов к оценке риска в наиболее чувствительных группах позволили установить биологические

признаки, определяющие повышенную чувствительность индивидуума в экспозиции внешнесредовых (хлороформа в воде, ванадия в воздухе) и профессиональных (уровня шума) факторов и предложить критерии для выбора лиц, у которых с наибольшей вероятностью может реализоваться вред здоровью.

Ключевые слова: биологические признаки чувствительности, факторы среды обитания, оценка риска.

Практика оценки и управления рисками здоровью

Н.В. Аброськина, Д.К. Князев **208**

Влияние приоритетных факторов окружающей среды на здоровье населения Волгоградской области по данным социально-гигиенического мониторинга

Представлены основные положения проведения социально-гигиенического мониторинга на территории Волгоградской области. В виде расчетов неканцерогенных рисков здоровью населения и корреляционных зависимостей описаны некоторые результаты оценки влияния приоритетных факторов окружающей среды на здоровье населения Волгоградской области.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, влияние факторов окружающей среды на здоровье населения, состояние и развитие СГМ.

Г.С. Архипов, А.Н. Зяблицкая, Ю.Н. Иваницкая **211**

Влияние показателей искусственной освещенности на заболеваемость миопией среди школьников Республики Алтай

Изучено влияние условий образовательной среды на формирование здоровья школьников. Установлено, что факторы школьной среды по ряду показателей не соответствуют гигиеническим нормативам. Статистическими методами подтверждено, что условия обучения вносят существенный вклад в формирование здоровья учащихся.

Ключевые слова: дети, здоровье школьников, образовательная среда.

А.Г. Ашитко, Д.В. Золочевский, С.А. Рожкова **215**

Результаты радиационного мониторинга в рамках осуществления социально-гигиенического мониторинга на территории Калужской области

Рассматриваются результаты радиационного мониторинга как составной части социально-гигиенического мониторинга, в том числе результаты многолетних наблюдений за последствиями аварии Чернобыльской АЭС на территории Калужской области. Показано, что средняя удельная активность содержания цезия-137 в пробах молока каждый год снижается. Установлено, что в отдаленный период аварии на ЧАЭС основными продуктами, влияющими на формирование доз внутреннего облучения населения, являются дикорастущие грибы, ягоды. Средние годовые эффективные дозы, обусловленные чернобыльскими выпадениями, ни в одном населенном пункте не превышают 1 мЗв/год.

Ключевые слова: Калужская область, средняя удельная активность в молоке, дикорастущих грибах, ягодах, расчеты прогнозируемых накопленных доз, средние годовые эффективные дозы населения.

Т.В. Бадеева, Е.С. Богомолова, А.Н. Писарева, Н.В. Котова, Е.А. Олюшина, М.В. Ашина, С.Н. Ковальчук, Е.О. Максименко, Е.К. Лузина **220**

Оценка риска здоровью школьников в системе санитарно-гигиенического благополучия общеобразовательных организаций

Мониторинг состояния здоровья школьников г. Нижнего Новгорода за период с 1980 по 2012 г. подтвердил общую тенденцию снижения потенциала здоровья учащихся. Решение проблем развития детей в общеобразовательных организациях диктует не-

обходимость дальнейшего выявления причинно-следственных связей между значимыми эколого-гигиеническими факторами, медико-социальными факторами, факторами внутришкольной среды и показателями здоровья на основе системного подхода и количественного измерения риска.

Ключевые слова: здоровье школьников, общеобразовательные организации, факторы риска здоровью.

Б.А. Баландович, Т.И. Губарева, Н.Ю. Поцелуев, Л.А. Мишагина, Л.А. Скрипкина **225**

Гигиеническая оценка дозовых нагрузок населения Алтайского края от природных радионуклидов и проблема оценки риска

Своеобразное климатогеографическое расположение Алтайского края обусловливает специфическую радиационную дозовую нагрузку населения, которая складывается из комплекса показателей, структура которых в значительной степени зависит от типа местности и в большей степени обусловлена действием радона, являющегося в настоящее время главным источником внутреннего облучения населения нагорных районов края и прилегающих к ним территорий. Проведена гигиеническая оценка радиационного риска и ожидаемого снижения продолжительности жизни здоровья населения модельных территорий Алтайского края от воздействия радона и его дочерних продуктов. В дальнейшем в результате проведения комплексной радиационной-гигиенической оценки ЭРОА радона в зданиях Алтайского края была проверена эффективность мероприятий по защите от радона.

Ключевые слова: радон, радиационный риск, доза облучения, здоровье населения, природные радионуклиды, дочерние продукты распада радона.

М.О. Басов, О.М. Басова **229**

Оценка риска здоровью населения при обосновании санитарно-защитной зоны санкционированной свалки твердых бытовых отходов

На границе расчетной СЗЗ ΣCR_{ai} составил $2{,}38 \cdot 10^{-6}$ на существующее положение, $2{,}38 \cdot 10^{-6}$ после рекультивации; в жилой зоне – от $1{,}67 \cdot 10^{-6}$ до $7{,}08 \cdot 10^{-7}$ на существующее положение, от $1{,}66 \cdot 10^{-6}$ до $7{,}05 \cdot 10^{-7}$ после рекультивации. Популяционный риск (*PCR*) в течение предстоящей жизни после рекультивации прогнозируется 0,000368 дополнительных случая злокачественных новообразований к фоновому значению в д. Пихтулино, 0,000123 – в д. Янашкасы, 0,00216 – в Новом городе.

Индекс опасности развития патологии органов дыхания при хроническом ингаляционном воздействии составил в жилой зоне на существующее положение от 0,02 до 0,17, после рекультивации от 0,011 до 0,07.

Наибольший вклад в коэффициенты опасности на границе расчетной СЗЗ и жилой зоны на существующее положение вносит сероводород, после рекультивации – формальдегид.

Ключевые слова: расчетная санитарно-защитная зона, санкционированная свалка ТБО, индивидуальный канцерогенный риск, ингаляционное воздействие, органы дыхания.

О.А. Бубнова, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Н.В. Безрученко, А.А. Мазунина **235**

Связь генетического полиморфизма генов семейства PPARS, гена ESR1 и невынашивания беременности у женщин, экспонированных фенолом

Исследование генетического полиморфизма женщин детородного возраста позволило определить генотипы и аллели генов семейства пероксисом (гены PPARA, PPARD), вариантные состояния которых, ассоциированные с внешнесредовой экспозицией феноламы, являются факторами относительного риска невынашивания беременности.

Ключевые слова: ген ESR1, гены семейства PPARs, невынашивание беременности, фенолы.

А.Ю. Вандышева, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, Ю.А. Ивашова **239**
Особенности нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром)

Проведено клинико-лабораторное исследование особенностей нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром). Проживание в зоне экологического неблагополучия, обусловленного высоким содержанием металлов в среде обитания, оказывает неблагоприятное влияние на физическое развитие детей. Относительный риск развития нарушения питания и задержки развития у детей диагностировался в 1,7–4,7 раза чаще, чем в группе сравнения. Относительный риск формирования нарушений физического развития и эндокринной патологии был в 2,3 раза выше, чем в группе сравнения. Выявлена достоверная причинно-следственная связь нарушений физического развития и заболеваний эндокринной системы у детей с повышенной контаминацией биосред металлами.

Ключевые слова: дети, нарушения физического развития, эндокринная патология, питьевая вода, атмосферный воздух, свинец, никель, хром, марганец.

С.А. Вековшинина, Э.В. Седусова А.А. Никулин, В.С. Евдошенко **246**
Планирование лабораторных исследований при осуществлении надзорных мероприятий на объектах централизованного питьевого водоснабжения

Описаны методические подходы к планированию и стандартизации гигиенических лабораторных исследований при осуществлении надзорной деятельности за объектами, поставляющими питьевую воду населению. Предлагается формировать перечень показателей, определяемых в питьевой воде, с учетом результатов оценки риска здоровью населения исследуемой территории от воздействия водного перорального фактора. Объем лабораторных исследований питьевой воды при выездной проверке предлагается формировать с учетом результатов годового производственного контроля объектов надзора.

Ключевые слова: лабораторные исследования, надзорные мероприятия, питьевая вода, объекты централизованного питьевого водоснабжения, риск здоровью.

Н.Е. Вяльцина, Е.Ю. Панчихина, В.И. Тюгаев **252**
О внедрении в Управление Роспотребнадзора по Оренбургской области риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности

Представлены основные итоги внедрения модели риск-ориентированного надзора. Выявлена потребность в продолжении работы по совершенствованию методологии установления критериев риска в Кодекс об административных правонарушениях для дифференциации применения различных уровней ответственности в зависимости от степени общественной опасности, рисков и степени нарушений, предусмотрена возможность присвоения более высокого класса опасности объекту в зависимости от вида осуществляемой деятельности, что особенно актуально для объектов высокой гигиенической значимости.

Ключевые слова: модель риск-ориентированного надзора, оценка риска.

С.С. Гордеева **254**
Телевизионная реклама как фактор риска формирования установки на потребление алкоголя у подростков

Проводится анализ влияния рекламы безалкогольного пива на формирование установки на потребление алкоголя у подростков. Раскрываются характеристики информационных сообщений рекламных видеороликов безалкогольного пива, провоцирующих восприятие алкоголя у молодых людей как притягательного продукта. Обосновывается необходимость усиления контроля деятельности СМИ как фактора формирования позитивной установки на потребление алкогольной продукции у подростков.

Ключевые слова: социальная установка, подростки, алкоголь, реклама.

Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, Н.Н. Торотенкова **257**
Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края

Представлена гигиеническая оценка качества воды водоисточников, используемых населением Красноярского края для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, дана оценка качества питьевой воды на водопроводах края, установлены риски, связанные с потреблением воды централизованных систем водоснабжения.

Результаты исследований качества воды водоисточников, санитарного состояния водопроводов, качества питьевой воды централизованного водоснабжения характеризуются выраженным несоответствием санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, высокими рисками здоровью населения на значительном числе территорий Красноярского края, формируя их как территории риска. Нарушение требований законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения соответствующими субъектами (объектами) хозяйствования ухудшают параметры среды обитания человека (качество потребляемой питьевой воды), повышая связанную с этим вероятность нарушения здоровья человека.

Обеспечение населения городских округов и муниципальных районов Красноярского края доброкачественной питьевой водой требует проведения комплекса различных мер с разработкой и реализацией программ по улучшению водоснабжения населенных мест.

Полученные оценочные данные по водоснабжению населения и связанной с этим деятельностью хозяйствующих субъектов служат значимой информацией в условиях внедрения риск-ориентированной модели надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, являясь дополнительным критерием для выбора приоритетных объектов при планировании.

Ключевые слова: гигиеническая оценка качества воды водоисточников, питьевой воды централизованного водоснабжения, здоровье населения, риски для здоровья населения, территории риска, субъект (объект) хозяйствования, риск-ориентированный надзор, планирование.

Н.Х. Давлетнуров, Т.А. Буткарева, Л.М. Баранова, Е.Г. Степанов, А.С. Жеребцов **263**
Организация и проведение федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и федерального государственного надзора в области защиты прав потребителей с учетом законодательных ограничений и риск-ориентированного подхода к контрольно-надзорной деятельности

Отражены организация и проведение федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и федерального государственного надзора в области защиты прав потребителей с учетом законодательных ограничений и риск-ориентированного подхода к контрольно-надзорной деятельности Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан.

Ключевые слова: риск-ориентированный подход контрольно-надзорной деятельности.

Д.Г. Дианова, О.В. Долгих, И.Н. Аликина, К.Г. Старкова, Е.А. Отавина, А.В. Кривцов, А.А. Мазунина, Н.В. Безрученко, М.А. Гусельников **268**
Диагностика вторичных иммунодефицитов у детей в условиях стронциевой геохимической провинции

Проведена оценка иммунного статуса у детей, проживающих на территории стронциевой геохимической провинции. Установлено, что у детей при содержании стронция в крови выше референтных значений отмечаются изменения в основных звеньях иммунитета: клеточном и фагоцитарном. Обнаружено, что при содержании в крови стронция в диапазоне 0,0560–0,3710 мг/дм^3 происходит ингибирование апоптоза, при этом повышается гибель клетки по пути некроза, что является дополнительным механизмом в регуляции иммунного ответа в условиях повышенной антигенной (гаптенной) нагрузки.

Ключевые слова: иммунодефицит, апоптоз, некроз, стронций.

А.Т. Досмухаметов, А.У. Кенесары, Ж.Б. Бейсенбинова, А.М. Амрин, У.С. Батырхан **271**
Оценка аэрогенного риска для здоровья населения при обосновании размеров санитарно-защитных зон нефтеналивных терминалов

Оценка аэрогенного риска здоровью населения при установлении расчетных размеров санитарно-защитных зон (СЗЗ) нефтеналивных терминалов по принципу «защита технологией». Работа выполнена для установления границ расчетных СЗЗ на уровне приемлемого риска в связи с корректировкой проектно-сметной документации нефтеналивных терминалов. Аэрогенный риск здоровью населения, проживающего вблизи проектируемых нефтеналивных терминалов (при работе на полную проектную мощность), оценен как приемлемый на изолинии, не выходящей за пределы 1 ПДК.

Ключевые слова: аэрогенный риск, санитарно-защитная зона нефтеналивных терминалов.

О.В. Долгих, Д.Г. Дианова, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова, А.А. Мазунина, Н.В. Безрученко, В.Г. Рыжаенков **275**
Полиморфизм генов генов детоксикации и иммунной системы у детей и взрослых, экспонированных металлами

Проведено изучение особенностей полиморфизма генов иммунной системы и генов детоксикации у взрослых и их детей в условиях аэрогенной экспозиции тяжелыми металлами. Выявлены достоверные ассоциации в виде преобладания мутантных аллелей генов иммунорегуляции у детского населения (ген TLR4, ген промоторной области TNFA) и вариантных аллельных изменений генов, отвечающих за детоксикацию первой и второй фазы (CYP2D6_rs38, CPOX, MTHFR), у взрослого населения исследуемой территории, не наблюдаемых у аналогичного контингента территории сравнения.

Ключевые слова: ген TNF-альфа, ген TLR4, тяжелые металлы.

Н.В. Ефимова, М.В. Кузьмина, И.В. Тихонова, И.В. Мыльникова **278**
Загрязнение атмосферного воздуха и ассоциированная с ним патология верхних дыхательных путей у детей и подростков промышленных центров Иркутской области

Изучение многолетних наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в Иркутской области с помощью кластерного анализа позволило выделить 4 кластера, в трех из которых уровень загрязнения выше допустимого. По результатам клинического осмотра изучена заболеваемость болезнями верхних дыхательных путей (ВДП) у подростков, проживающих в промышленных центрах, представляющих кластеры с различным уровнем и характером химического загрязнения. Сравнение уровней заболеваемости ВДП свидетельствует, что распространенность хронической патологии ВДП достоверно чаще встречается у подростков, подверженных воздействию загрязнения атмосферы на уровне интегрального показателя P = 10,0–14,9.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, хроническая патология верхних дыхательных путей, подростки.

О.В. Иванова, М.Ф. Савченков, Т.Г. Романова **283**
Оценка качества питьевой воды Республики Хакасия в чрезвычайных ситуациях

Представлен анализ лабораторных исследований качества питьевой воды, проведенных в условиях и при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в Республике Хакасия в 2013–2015 гг. (землетрясение, паводок, пожары). Показано, что чрезвычайные ситуации однозначно оказывают влияние на качество питьевой воды.

Ключевые слова: питьевая вода, чрезвычайная ситуация, землетрясение, паводок, пожары, Республика Хакасия.

О.П. Курганова, А.А. Перепелица, С.А. Щеголева **288**
Опыт внедрения риск-ориентированного подхода в планирование контрольно-надзорной деятельности в Амурской области

Участие Управления Роспотребнадзора по Амурской области в пилотном проекте Роспотребнадзора по внедрению риск-ориентированного подхода к осуществлению контрольно-надзорной деятельности и апробация риск-ориентированных подходов позволили при формировании плана проверок на 2016 г. исключить объекты низкого риска причинения вреда, за счет чего структура плана претерпела существенные изменения в сравнении с планами предыдущих лет. Доля запланированных проверок образовательных и медицинских организаций увеличилась в 2,3 раза: с 36 % в 2015 г. до 82 % в 2016 г. Управлением отмечено, что численность работников как характеристика объекта надзора по критериям риска здоровью, связанного с условиями труда, определяемая из штатного расписания, не может являться объективным показателем.

Ключевые слова: Амурская область, риск-ориентированный подход, класс опасности, планирование, численность работников.

Д.Е. Курепин **293**
Использование методики оценки риска здоровью населения для обеспечения акустической безопасности территорий в зоне транспортировки полезных ископаемых

Рассматривается возможность использования методики оценки риска здоровья населения при транспортировке полезных ископаемых железнодорожным транспортом. Проведено компьютерное моделирование участка железной дороги с целью определения уровня шума на различном расстоянии и высоте. Рассчитан вероятностный риск развития патологий, связанный со сверхнормативным акустическим воздействием от железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, риск здоровью населения, сверхнормативное акустическое воздействие, компьютерное моделирование, твердые полезные ископаемые.

Т.Е. Лим, И.А. Воецкий, М.А. Косьянов, И.В. Чернявская, А.А. Чухланцев, Е.М. Долгобородова **298**
К вопросу оценки риска для здоровья населения Санкт-Петербурга от водопроводной воды разводящей сети горячего водоснабжения по показателям социально-гигиенического мониторинга

Анализ стратегических рисков в Российской Федерации, представляющих угрозу безопасности государства, показал, что одно из первых мест занимают риски здоровью населения [3]. Количественная оценка влияния неблагоприятных факторов среды обитания на здоровье населения является одним из наиболее перспективных направлений гигиенических исследований. Для решения этой проблемы наиболее приемлемыми являются методы, основанные на методологии оценки риска для здоровья населения, преимуществом которых является возможность определения вероятности развития неблагоприятных эффектов, выраженных и качественно, и количественно [6].

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, оценка риска для здоровья, водопроводные станции, горячая вода, канцерогенный эффект, здоровье населения, экспозиция, критические органы и системы.

К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, А.Ю. Вандышева, Ю.А. Ивашова **301**
Механизмы формирования патологии щитовидной железы и нарушений физического развития у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов

Проведено клинико-лабораторное исследование особенностей формирования патологии щитовидной железы и нарушений физического развития у детей, потребляющих питье-

вую воду с ненормативным (0,49–1,41 мг/л) содержанием нитратов. У детей с повышенной концентрацией N-нитрозодиметиламина и N-нитрозодиэтиламина в крови и нитратов в моче нарушения физического развития, заболевания эндокринной системы и патология щитовидной железы диагностировались в 1,7–2,1–2,6 раза чаще, относительный риск формирования нарушений физического развития и эндокринной патологии был в 2,3 раза выше, чем в группе сравнения. Выявлена достоверная причинно-следственная связь развития у детей заболеваний эндокринной системы и нарушений физического развития с повышенной контаминацией биосред азотсодержащими соединениями. Установлено, что сниженное тиреоидное обеспечение, нарушение тканевого дыхания и антиоксидантного баланса, дисрегуляция гипофизарно-надпочечникового звена гомеостаза создают основу для формирования нарушений физического развития у детей в условиях пероральной экспозиции нитратами.

Ключевые слова: дети, эндокринная патологи, нарушения физического развития, патология щитовидной железы, питьевая вода, нитраты, нитриты, N-нитрозамины.

Т.М. Макарова, В.Ю. Коновалов, Г.В. Садчикова, А.А. Неплохов, Е.Г. Плотникова, Е.М. Гусельникова **309**
Состояние источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и здоровье населения г. Медногорска

Представлена интегральная оценка питьевой воды г. Медногорска за период 2011–2014 гг., дана оценка первичной заболеваемости населения, детей и заболеваемости злокачественными новообразованиями с 2006 по 2014 г.

Ключевые слова: питьевая вода, интегральная оценка, Медногорск, заболеваемость, заболеваемость детей, злокачественные новообразования, онкологические заболевания.

О.А. Маклакова, О.Ю. Устинова, А.С. Яковлева **314**
Состояние адаптационных механизмов у детей с хроническими заболеваниями органов дыхания в условиях загрязнения воздуха химическими соединениями техногенного происхождения

Показано, что у детей с рецидивирующими бронхитом и бронхиальной астмой в условиях аэрогенного воздействия химических веществ техногенного происхождения (взвешенные вещества, бензол, толуол, фенол, формальдегид) нарушается нейровегетативная регуляция кардиореспираторной системы, проявляющаяся в снижении функциональных легочных показателей (жизненной емкости легких, объемных скоростных показателей) и изменении вариабельности сердечного ритма на сегментарном (парасимпатическом, симпатическом) и центральном (надсегментарном, корковом и подкорковом) уровнях регуляции со смещением вегетативного баланса в сторону симпатикотонии. Происходит дезорганизация психоэмоционального состояния и непродуктивность нервно-психической напряженности, что способствует развитию переутомления и низкой работоспособности.

Ключевые слова: дети, хронические заболевания органов дыхания, система адаптации, взвешенные вещества, бензол, толуол, фенол, формальдегид.

Г.Ф. Мухаммадиева, Д.О. Каримов, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова **319**
Роль генетических факторов в формировании опухолевых заболеваний у работников промышленного предприятия и населения сопредельных территорий

На основе полиморфных вариантов генов цитокиновой сети (TNFA (rs1800629)), онкогенов (BAX (rs4645878)) и генов супрессоров опухолей (TP53 (rs 1042522, rs 1625895, rs 17878362)) были определены маркеры риска развития профессиональных новообразований кожи и хронического лимфолейкоза.

Ключевые слова: производство стекловолокна, профессиональные новообразования кожи, хронический лимфолейкоз, молекулярно-генетические локусы, полиморфизм генов.

А.Н. Пережогин, И.Г. Жданова-Заплесвичко **324**
Анализ онкозаболеваемости и факторов риска для здоровья населения, подвергающегося многолетнему воздействию загрязнения окружающей среды мышьяком и свинцом (на примере г. Свирска Иркутской области)

Проведен анализ онкозаболеваемости и факторов риска для здоровья населения г. Свирска, проживающего в условиях длительного загрязнения среды обитания мышьяком и свинцом. Установлено превышение областных уровней онкозаболеваемости и смертности от ЗНО, более высокие, по сравнению с областными, темпы прироста заболеваемости и смертности от ЗНО у населения г. Свирска.

Ключевые слова: заболеваемость населения г. Свирска и Иркутской области злокачественными новообразованиями, смертность от злокачественных новообразований, техногенное загрязнение мышьяком, свинцом, канцерогенный и неканцерогенный риск.

Д.А. Пипоян, М.Р. Бегларян, Г.Р. Амбарцумян, А.К. Сагателян **330**
Оценка экспозиции загрязнителей окружающей среды при потреблении овощей и фруктов, выращиваемых в сфере воздействия горнорудного комбината

Загрязнение окружающей среды является проблемой здравоохранения. В РА есть природные геохимические провинции, где фрукты и овощи являются основной частью рациона, поэтому оценка экспозиции загрязнителей является эффективным инструментом оценки риска для здоровья. Для оценки экспозиции необходимо сочетать данные о загрязненности с данными о степени потребления пищи. Было изучено содержание элементов (Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, As, Cd) в 12 видах фруктов и овощей. Было изучено потребление указанных продуктов, а также осуществлен рассчет значения *HRI* для каждого продукта. Полученные результаты сравнивались с пределам безопасности. Результаты показывают, что экспозиция превышает допустимый предел, таким образом поддержание уровня здоровья потребителей не гарантируется.

Ключевые слова: фрукты и овощи, безопасность, экспозиция, индекс риска здоровья (*HRI*), индекс опасности (*HI*).

А.Я. Поляков, Т.Л. Гигуз, А.В. Сорокина, Н.Д. Богачанов **334**
Сравнительная оценка комплексного воздействия неблагоприятных факторов среды на физическое развитие школьников двух районов г. Новосибирска

Приведены результаты изучения влияния комплекса факторов на морфофункциональный статус школьников 7–17 лет, проживающих в двух районах г. Новосибирска, отличающихся степенью воздействия средовых факторов. Выявлено приоритетное значение медико-биологических и социально-гигиенических факторов.

Ключевые слова: школьники 7–17 лет, физическое развитие, факторы окружающей среды.

М.В. Полякова, С.В. Ивашинникова **337**
Опыт организации работы по формированию реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в рамках внедрения риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности

Представлен опыт работы по внедрению риск-ориентированного подхода к осуществлению контрольно-надзорной деятельности в Управлении Роспотребнадзора по Приморскому краю параллельно с «пилотными» территориальными органами Роспотребнадзора. Приведены итоги формирования регионального реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, подлежащих федеральному государственному надзору, и структура плана плановых проверок Управления Роспотребнадзора по Приморскому краю на 2016 г.

Ключевые слова: риск-ориентированный подход, реестр юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, план контрольно-надзорных мероприятий, категории субъектов.

А.П. Росоловский, А.В. Киселев **340**
Обоснование управленческих решений по обеспечению доброкачественного питьевого водоснабжения Великого Новгорода

Приведен опыт принятия управленческого решения по обоснованию безопасного содержания железа в питьевой воде на примере Великого Новгорода. Использование приемов методологии оценки риска для здоровья населения в сочетании с определением интегрального показателя опасности питьевой воды позволило определить оптимальное значение ПДК для железа в качестве временного гигиенического норматива, как соответствующего критериям безопасности и безвредности для населения, так и отвечающего реальным возможностям технологической обработки и транспортировки воды, сложившимся в городе. Примененный подход позволил выявить существующие проблемы водоснабжения, характеризующиеся главным образом риском развития рефлекторно-ольфакторных эффектов, определить направления их решения.

Ключевые слова: здоровье населения, оценка риска, интегральный показатель опасности питьевой воды.

Н.М. Сергеева, Н.М. Цунина, И.И. Березин, Л.В. Аюпова **345**
Определение приоритетов в социально-гигиеническом мониторинге в детерминанте изучения экологической патологии на городских территориях

В социально-гигиеническом мониторинге обобщены результаты определения взаимосвязей между загрязнением среды обитания химическими веществам и экологической патологией на территориях эндемического неблагополучия с различными отраслями промышленности.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, экологическая патология.

К.Г. Старкова, О.В. Долгих, Е.А. Отавина, А.А. Мазунина, Н.В. Безрученко, М.А. Гусельников, Т.А. Легостаева, А. Колегова **351**
Особенности иммунной регуляции у детей, потребляющих воду с повышенным содержанием нитратов

Исследование особенностей изменения иммунной регуляции у детей, потребляющих воду с повышенным содержанием нитратов, показало увеличение содержания IgE общего, продукции неспецифических иммунных медиаторов лейкотриенов C4/D4/E4 и простагландина E2.

Ключевые слова: иммунная регуляция, нитраты, нитрозамины, лейкотриены, простагландины.

М.А. Суханов, Е.Н. Дубовицкая, И.В. Школьная, И.В. Глазунова **354**
Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения в муниципальных образованиях Ульяновской области по показателям химической безвредности

Впервые для муниципальных образований Ульяновской области проведена интегральная оценки качества питьевой воды по показателям химической безвредности. На этапе идентификации опасности из 58 проанализированных показателей определены 10 для расчета суммарного риска развития рефлекторно-ольфакторных реакций, 21 для беспороговой оценки риска неканцерогенных эффектов и 4 для беспороговой оценки риска канцерогенных эффектов для здоровья населения. Суммарный риск развития рефлекторно-ольфакторных реакций при употреблении населением питьевой воды, подаваемой в распределительную сеть в районах Мелекесский, Сурский, Старомайнский, Чердаклинский, превышает приемлемый по содержанию железа. Суммарный неканцерогенный и канцерогенный риски можно охарактеризовать как приемлемые.

Ключевые слова: интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения, Ульяновская область, ольфакторно-рефлекторный риск, неканцерогенный риск, канцерогенный риск, подземные источники водоснабжения.

С.С. Ханхареев, И.Ю. Тармаева, Н.В. Ефимова, О.Г. Богданова **360**
Приоритетные факторы риска здоровья школьников с учетом этнических особенностей

У обучающихся в гимназиях и лицеях выявлен значительный уровень патологической пораженности. Среди детей и подростков бурятской национальности превалируют болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, болезни глаза и его придаточного аппарата, костно-мышечной системы и соединительной ткани; у представителей русской национальности – болезни органов дыхания, уха и сосцевидного отростка, глаза и его придаточного аппарата.

Ключевые слова: факторы риска здоровью, этнические особенности населения, патологическая пораженность.

С.С. Ханхареев, К.В. Булутов, Л.В. Макарова, Е.В. Мадеева, А.В. Цырендоржиев, В.С. Савельева **364**
Оценка риска для здоровья населения при нитратном загрязнении питьевой воды на примере Республики Бурятия

При увеличении содержания нитратов в питьевой воде свыше гигиенического норматива водный путь поступления является ведущим в формировании нитратной нагрузки на организм человека. В селах Мухоршибирь и Тарбагатай Республики Бурятия установлен высокий уровень риска для здоровья населения при потреблении в питьевых целях воды, содержащей нитраты выше гигиенического норматива. При этом выявлен повышенный уровень заболеваемости населения болезнями крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм, болезнями системы кровообращения и новообразованиями.

Ключевые слова: риск для здоровья населения, нитраты, питьевая вода.

Г.Т. Хохлов, Э.В. Сахарова, Н.В. Слышкова **369**
О внедрении риск-ориентированной модели в контрольно-надзорную деятельность Управления Роспотребнадзора по Курганской области

Внедрение риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности в работу Управления Роспотребнадзора по Курганской области позволило отнести субъекты надзора и виды их деятельности к определенному классу опасности по критериям потенциального риска, провести работу по выбору приоритетных объектов и субъектов надзора для целей планирования надзорных мероприятий.

Внедрение риск-ориентированной модели надзора широко обсуждалось с представителями бизнес-сообщества, Курганским отделением Общероссийской общественной организации малого и среднего предпринимательства «Опора России», Ассоциацией молодых предпринимателей Курганской области.

Сконцентрированы усилия на объектах, представляющих наибольшую опасность для здоровья человека, и сокращено число проверок на объектах низкого риска для населения.

Ключевые слова: опыт внедрения риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, взаимодействие с бизнес-сообществом, реестр, планирование.

Ф.К. Худалова, О.И. Янушанец **373**
Определение величины риска здоровью населения г. Владикавказа

Рассмотрены показатели риска здоровью населения в двух муниципальных округах города Владикавказа. Представлены результаты определения величины риска здоровью населения от различных источников техногенного загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: техногенное загрязнение атмосферного воздуха, промышленное предприятие, автотранспорт, оценка риска.

К.В. Четверкина **376**
Обоснование реперной дозы хлороформа в воде систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения по критерия риска по результатам углубленных исследований состояния здоровья

Предложено обоснование установления реперного уровня хлороформа, содержащегося в питьевой воде централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, рассчитанного по критериям допустимого риска по результатам углубленных исследований состояния здоровья среди детского населения. Обоснованный реперный уровень отвечает критериям допустимого канцерогенного и неканцерогенного риска и установлен с учетом влияния хлороформа при пероральном поступлении на критические органы (печень). Предложено рассматривать установленный реперный уровень для последующего обоснования ПДК хлороформа в питьевой воде по критериям риска.

Ключевые слова: хлороформ, питьевая вода, реперный уровень, критерии риска.

Ю.С. Чухров, Е.В. Коськина, А.В. Бачина, **379**
И.Г. Новичкова, Л.А. Глебова, А.Н. Лукьянова
Интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности в городах Прокопьевске и Киселевске

Проведена интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности. Оценивался риск от воздействия химических веществ, обладающих ольфакторно-рефлекторным, канцерогенным и неканцерогенным эффектами. В результате установлено: химический состав воды не обеспечивает безопасность здоровья населения. Вредное влияние на здоровье населения оказывают химические вещества, обладающие канцерогенными свойствами (хлороформ, бромдихлорметан). По результатам проведенной работы необходимо проведение дополнительных мероприятий по водоподготовке и регулированию качества питьевой воды из поверхностного водоисточника перед подачей населению в городах Прокопьевске и Киселевске Кемеровской области.

Ключевые слова: интегральная оценка, неканцерогенный риск, канцерогенный риск, ольфакторно-рефлекторный эффект, питьевая вода.

Г.В. Шарухо, М.Ю. Золотарева **383**
Информационное обеспечение как средство повышения уровня знаний населения, в том числе по вопросам здорового питания

Представлен опыт информационного обеспечения населения, в том числе по вопросам здорового питания, проводимого с целью повышения уровня знаний; отмечены изменения ситуации в структуре питания и показателях неинфекционной заболеваемости, связанных с пищевым фактором, в регионе.

Ключевые слова: информационное обеспечение, профилактика, мониторинг, здоровое питание, неинфекционная заболеваемость.

О.Б. Шишкина, Е.А. Тюрин, Л.В. Чекан **386**
Чистая воздушная среда лабораторных помещений при работе с микроорганизмами – залог снижения рисков для персонала и окружающей среды от вредных выбросов

Обеспечение оптимальных параметров воздушной среды лаборатории, где работают с микроорганизмами, средствами вентиляции является важным фактором управления возможными рисками внутри лаборатории. Эффективный режим вентилирования микробиологической лаборатории возможен при комплексном решении вопросов организации вентилирования пространства лаборатории, обеспечении климатических параметров воздушной среды с учетом характеристик спецодежды, специфики и интенсивности выполняемых работ с микроорганизмами.

Ключевые слова: биологическая безопасность, риск, вентиляция, персонал лаборатории, уровни биологической безопасности, микроорганизмы.

Н.А. Яковлева, Г.Д. Беркинбаев., Г.В. Федоров, Е.К. Садвакасов, В.С. Якупов, Ю.С. Якупов **392**
Анализ состояния здоровья населения и оценка риска здоровью факторов окружающей среды в рамках обоснования экологического статуса части территории г. Усть-Каменогорска

Приведена оценка состояния здоровья населения города Усть-Каменогорска, проживающего на селитебной территории СЗЗ Северного и Северо-Восточного промузлов, для определения статуса селитебной территории СЗЗ в соответствии с требованиями критериев оценки экологической обстановки территорий. Выявлены достоверно более высокие, в сравнении с фоновым районом, уровни заболеваемости детей и подростков, проживающих на селитебной территории СЗЗ Северного и Северо-Восточного промышленных узлов, более интенсивное накопление в биосредах тяжелых металлов, в первую очередь свинца. Максимальные риски для здоровья населения формируются в зоне, прилегающей к Северному промышленному узлу. Экологический статус территории определен как относительно удовлетворительный. Разработаны мероприятия по улучшению качества окружающей среды и оздоровлению населения.

Ключевые слова: экологический статус, санитарно-защитная зона, селитебная территория, заболеваемость, биосреды, оценка риска.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абрамов Н.В. т.1, 9,12
Аброськина Н.В. т.1, 208
Адриановский В.И. т.2, 50
Алексеев В.Б. т.2, 58,144,154
Алексеева А.В. т.1, 73
Аликина И.Н. т.1, 268
Алыева М.Х. т.2, 194
Амбарцумян Г.Р. т.1, 330
Амрин А.М. т.1, 271
Андреева Е.Е. т.1, 73
Архипов Г.С. т.1, 211
Асташкина Л.А. т.2, 198
Атискова Н.Г. т.2, 202
Ахтямова Л.А. т.2, 13
Ашина М.В. т.1, 220
Ашитко А.Г. т.1, 215
Аюпова Л.В. т.1, 345
Бабина С.В. т.1, 183
Бадамшина Г.Г. т.2, 229
Бадеева Т.В. т.1, 220
Базилевская Е.М. т.1, 178
Баканина М.А. т.1, 156
Бакиров А.Б. т.1, 319; т.2, 55, 68, 239
Бакирова О.В. т.2, 157
Баландович Б.А. т.1, 225
Балашов С.Ю. т.2, 235
Баранова Л.М. т.1, 263
Басов М.О. т.1, 229
Басова О.М. т.1, 229
Батырхан У.С. т.1, 271
Бачина А.В. т.1, 379
Бегларян М.Р. т.1, 330
Безрученко Н.В. т.1, 235, 268, 275, 351
Бейгул Н.А. т.2, 55
Бейсенбинова Ж.Б. т.1, 271
Бекетов А.Л. т.2, 18
Бекшин Ж.М. т.1, 17
Беликова Т.М. т.1, 178
Белицкая В.Э. т.2, 103
Белова Л.В. т.2, 6
Белышева Л.Л. т.2, 9
Березин И.И. т.1, 345
Беркинбаев Г.Д. т.1, 392
Богачанов Н.Д. т.1, 334
Богданова О.Г. т.1, 360
Богомолова Е.С. т.1, 220
Богомягкова Н.А. т.2, 206, 248
Бондарева Л.Г. т.1, 22
Бондарева М.В. т.2, 162
Бочаров Е.П. т.2, 13
Брылина Н.А. т.2, 18
Бубнова О.А. т.1, 235, 275; т.2, 90, 95
Бузинов Р.В. т.2, 210
Булутов К.В. т.1, 364
Буткарева Т.А. т.1, 263
Бухаринов А.А. т.2, 235
Бухтияров И.В. т.1, 27
Бушуева Т.В. т.2, 50
Вакатова Л.В. т.2, 229
Валеуллина Н.Н. т.2, 18
Валина С.Л. т.1, 37, 161
Вандышева А.Ю. т.1, 239, 301
Васильченко О.В. т.2, 160
Вековшинина С.А. т.1, 193, 246; т.2, 235
Власова Е.М. т.2, 58,103, 144,154, 175
Воецкий И.А т.1, 298
Вознесенский Н.К. т.1, 41
Воробьева А.А. т.2, 63
Вуйцик П.А. т.1, 45
Вяльцина Н.Е. т.1, 252
Газимова В.Г. т.1, 60; т.2, 72
Галкина О.А. т.2, 235
Ганькин А.Н. т.1, 48
Гиголаева Л.В. т.1, 51
Гигуз Т.Л. т.1, 334
Гимаева З.Ф. т.2, 68
Гимранова Г.Г. т.2, 55
Глазунова И.В. т.1, 354
Глебова Л.А. т.1, 379
Гмошинский И.В. т.1, 151
Гордеева С.С. т.1, 254
Горяев Д.В. т.1, 257
Гребеньков С.В. т.1, 55
Гречко Г.Ш. т.2, 18
Гринкевич И.С. т.2, 37
Губарева Т.И. т.1, 225
Гурвич В.Б. т.1, 60; т.2, 72
Гусельников М.А. т.1, 268, 351
Гусельникова Е.М. т.1, 309
Давлетнуров Н.Х. т.1, 263
Данилова Ю.В. т.2, 76, 81, 85
Дейнего В.Н. т.1, 102
Дерябин А.Н. т.2, 210
Дианова Д.Г. т.1, 268, 275; т.2, 90

Долгих О.В. ....т.1, 200, 235, 268, 275, 351; т.2, 90,95
Долгобородова Е.М. т.1, 298
Доронин Б.М. т.2, 189
Досмухаметов А.Т. т.1, 271
Дохов М.А. т.2, 115, 119
Дребенкова И.В. т.1, 65
Другова О.Г. т.2, 99
Дубовицкая Е.Н. т.1, 354
Думбадзе О.С. т.1, 69
Евдошенко В.С. т.1, 246
Ерастова Н.В. т.1, 128, 178
Еремеев Р.Б. т.2, 137
Ефимова Н.В. т.1, 278, 360
Ефремов В.М. т.2, 76, 81, 85
Жданова-Заплесвичко И.Г. т.1, 324
Жеребцов А.С. т.1, 263
Жовтяк Е.П. т.2, 72, 175
Заверненкова Е.О. т.2, 215
Заводова Е.И. т.2, 220
Загороднов С.Ю. т.2, 224
Загорская В.В. т.2, 160
Зайцев В.А. т.1, 65
Зайцева Н.В. т.1, 6, 73, 151; т.2, 22
Захаров А.П. т.1, 132
Захарова И.Б. т.2, 257
Звездин В.Н. т.1, 80, 151
Зверев С.Я. т.2, 194
Землянова М.А. т.1, 86, 92, 151
Зиатдинов В.Б. т.2, 13, 229
Зибарев Е.В. т.1, 104
Злыгостева Н.В. т.2, 50
Золотарева М.Ю. т.1, 383
Золочевский Д.В. т.1, 215
Зорькина Л.А. т.2, 162
Зяблицкая А.Н. т.1, 211
Иваницкая Ю.Н. т.1, 211
Иванова А.С. т.1, 92
Иванова О.В. т.1, 283
Иванович Е.А. т.2, 109
Ивашинникова С.В. т.1, 337
Ивашова Ю.А. ..... т.1, 193, 239, 301; т.2, 103, 144
Измеров Н.Ф. т.1, 27
Исаева Г.Ш. т.2, 229
Камалтдинов М.Р. т.1, 95
Капцов В.А. т.1, 102; т.2, 68
Каримов Д.О. т.1, 319; т.2, 239
Каримова Л.К. т.1, 319; т.2, 55, 68, 239
Карпущенко Г.В. т.2, 160
Кенесариев У.И. т.2, 22
Кенесары А.У. т.1, 271
Кирьяков В.А. т.2, 124
Кирьянов Д.А. т.2, 22
Киселев А.В. т.1, 104, 128, 340; т.2, 6
Клейн С.В. т.1, 73; т.2, 235
Климкина К.В. т.2, 124
Князев Д.К. т.1, 208
Коваленко Л.Г. т.2, 189
Ковальчук С.Н. т.1, 220
Козак Т.Э. т.2, 232
Кокоулина А.А. т.2, 224
Колегова А. т.1, 351
Колесник П.А. т.2, 157
Коломиец Н.Д. т.2, 41
Комарова С.В. т.1, 45
Коновалов В.Ю. т.1, 309
Коротышева Л.Б. т.2, 147
Костарев В.Г. т.2, 137
Костарева О.В. т.2, 133
Коськина Е.В. т.1, 379
Косьянов М.А. т.1, 298
Косяченко Г.Е. т.2, 109
Котова Н.В. т.1, 220
Кошурников Д.Н. т.2, 235
Кривцов А.В. т.2, 90, 95
Кривцов А.В. т.1, 235, 268, 275
Крига А.С. т.1, 107
Крупкин А.Б. т.2, 115, 119
Крючкова Е.Н. т.1, 110
Кузьмина Е.А. т.2, 50
Кузьмина Л.П. т.1, 27
Кузьмина М.В. т.1, 278
Кузютина Ю.А. т.2, 257
Курганова О.П. т.1, 288
Курепин Д.Е. т.1, 293
Кучма В.Р. т.1,115
Ланин Д.В. т.1, 123
Лапко И.В. т.2, 124
Лебедева Т.М. т.1, 171
Легостаева Т.А. т.1, 351
Лешкова И.В. т.2, 128
Лим Т.Е. т.1, 298
Липатов Г.Я. т.2, 50
Лужецкий К.П. т.2, 103
Лужецкий К.П. т.1, 193, 200, 239, 301
Лузина Е.К. т.1, 220
Лузина С.В. т.2, 133

Лукьянова А.Н. т.1, 379
Маврина Л.Н. т.2, 68
Мадеева Е.В. т.1, 364
Мазунина А.А. т.1, 235, 268, 275, 351;
.....т.2, 95
Май И.В.....т.1, 73; т.2, 22, 235
Макарова Л.В. т.1, 364
Макарова Т.М. т.1, 309
Маклакова О.А. т.1, 314
Максименко Е.О. т.1, 220
Мальцева О.А. т.2, 26
Малютенкова С.М. т.2, 32
Малютина Н.Н. т.1, 41; т.2, 137, 167
Матвеев К.М. т.2, 115, 119
Маханова И.И. т.2, 18
Мельцер А.В. т.1, 128, 178
Милованкина Н.О. т.2, 72
Михеева Е.Н. т.2, 140
Мишагина Л.А. т.1, 225
Мухаммадиева Г.Ф. т.1, 319; т.2, 239
Мыльникова И.В. т.1, 278
Мякишева С.Н. т.2, 179
Недошитова А.В. т.1, 156
Неплохов А.А. т.1, 309
Нехорошев А.С. т.1, 132
Никифорова Е.В. т.2, 18
Никифорова Н.В. т.1, 37; т.2, 244
Николаева Е.А. т.2, 109
Никонова С.М. т.1, 104
Никулин А.А. т.1, 246
Нилова Л.П. т.2, 32
Новицкая И.В. т.2, 251, 254
Новичкова И.Г. т.1, 379
Носов А.Е. т.2, 58, 144
Носова Е.А. т.2, 206, 248
Нурисламова Т.В. т.1, 134; т.2, 103
Овчинникова Е.Л. т.1, 107
Огудов А.С. т.1, 140
Олюшина Е.А. т.1, 220
Отавина Е.А. т.1, 268, 351;
.....т.2, 90, 95, 215
Ошкодеров О.А. т.2, 124
Панкина Е.Н. т.1, 104
Панчихина Е.Ю. т.1, 252
Пережогин А.Н. т.1, 324
Перепелица А.А. т.1, 288
Петров А.Г. т.1, 12
Петров В.А. т.1, 41
Пилипенко Т.В. т.2, 147
Пилькова Т.Ю. т.2, 6
Пипоян Д.А. т.1, 330
Пироговский М.Л. т.2, 72
Писарева А.Н. т.1, 220
Плаксин С.А. т.1, 171
Плитман С.И. т.1, 146
Плотко Э.Г. т.2, 72
Плотникова Е.Г. т.1, 309
Поляков А.Я. т.1, 334
Полякова М.В. т.1, 337
Пономарева Т.А. т.2, 151
Попова А.Ю. т.1, 6
Потеряева Е.Л. т.2, 189
Поцелуев Н.Ю. т.1, 225
Преображенская Е.А. т.2, 162
Прокопенко Л.В. т.1, 27
Пронина Т.Н. т.1, 48
Рабикова Д.Н. т.1, 168
Ракитский В.Н. т.1, 22
Резанова Е.В. т.1, 140
Рожкова С.А. т.1, 215
Романова Т.Г. т.1, 283
Рослый О.Ф. т.1, 60; т.2, 99
Росоловский А.П. т.1, 340
Рузаков В.О. т.1, 60; т.2, 72
Русских К.Ю. т.2, 50
Рыжаенков В.Г. т.1, 275; т.2, 95
Сааркоппель Л.М. т.1, 110
Сабирзянов А.Р. т.2, 13
Савельева В.С. т.1, 364
Савина Е.В. т.2, 251, 254
Савченко М.Ф. т.1, 283
Сагателян А.К. т.1, 330
Садвакасов Е.К. т.1, 392
Садчикова Г.В. т.1, 309
Саенко С.А. т.2, 115, 119
Сахарова Э.В. т.1, 369
Свобода И.В. т.1, 22
Седусова Э.В. т.1, 246
Селезнев С.С. т.2, 154
Сергеева Н.М. т.1, 345
Сивочалова О.В. т.1, 146
Синицкая Т.А. т.1, 22
Синода В.А. т.2, 157
Скрипкина Л.А. т.1, 225
Слышкова Н.В. т.1, 369
Слюсарева О.В. т.1, 104
Соловьев М.Ю. т.2, 160
Сорокина А.В. т.1, 334

Старкова К.Г. т.1, 268, 351; т.2, 90, 95
Стенно Е.В. т.1, 156
Степанков М.С. т.1, 92
Степанов Е.Г. т.1, 263
Суханов М.А. т.1, 354
Сухова А.В. т.2, 162
Сухова Я.М. т.1, 55
Сычик С.И. т.2, 41
Тараненко Л.А. т.2, 167
Тармаева И.Ю. т.1, 360
Татаренко Ю.С. т.2, 251, 254
Терентьев Г.И. т.1, 134
Тетерятникова Н.Н. т.2, 257
Тимофеева О.Н. т.2, 37
Тиунова А.И. т.1, 92
Тиунова М.И. т.2, 172, 175
Тихонова И.В. т.1, 257, 278
Тишкевич Г.И. т.2, 109
Торотенкова Н.Н. т.1, 257
Турчанинов Д.В. т.2, 76, 81, 85
Тутельян В.А. т.1, 151
Тюгаев В.И. т.1, 252
Тюрин Е.А. т.1, 386
Уланова Т.С. т.1, 134, 156
Унгуряну Т.Н. т.2, 210
Уральшин А.Г. т.2, 18
Устинова О.Ю. т.1, 37, 161, 193, 239,
..... 301, 314; т.2, 264
Федоренко Е.В. т.2, 41
Федоров В.Н. т.1, 104
Федоров Г.В. т.1, 392
Федорова Н.Е. т.1, 22
Федорова Т.А. т.2, 9
Федорук А.А. т.1, 60; т.2, 99
Фельдблюм И.В. т.2, 194
Фесенко М.А. т.1, 146
Фишман Б.Б. т.2, 179
Фокин В.А. т.2, 46
Фролова О.А. т.2, 13
Хамидулина Х.Х. т.1, 168
Ханхареев С.С. т.1, 360, 364
Хотимченко С.А. т.1, 151; т.2, 22
Хохлов Г.Т. т.1, 369
Храмцова Н.И. т.1, 171
Хрущева Е.В. т.1, 175
Худалова Ф.К. т.1, 373
Хурцилава О.Г. т.1, 178
Цинкер М.Ю. т.2, 260
Цунина Н.М. т.1, 345
Цырендоржиев А.В. т.1, 364
Чащин В.П. т.1, 178
Чернявская И.В. т.1, 298
Четверкина К.В. т.1, 376
Чекан Л.В. т.1, 386
Чигвинцев В.М. т.1, 123, 183; т.2, 175
Чистова Ж.А. т.2, 140
Чухланцев А.А. т.1, 298
Чухров Ю.С. т.1, 379
Шайхлисламова Э.Р. т.2, 55
Шарипова Н.П. т.2, 50
Шарлай В.М. т.1, 132
Шарухо Г.В. т.1, 383
Шастин А.С. т.2, 72
Шевчук В.В. т.2, 175
Шевчук Л.М. т.1, 48; т.2, 22
Шиган Е.Е. т.1, 188
Шинкарева Н.В. т.1, 140
Шипелин В.А. т.1, 151
Шишканова Л.В. т.1, 69
Шишкина О.Б. т.1, 386
Школьная И.В. т.1, 354
Шляпников Д.М. т.1, 200; т.2, 154
Штина И.Е. т.1, 193
Шуляковская О.В. т.2, 9, 37
Шуматова Н.В. т.2, 186
Шур П.З. т.1, 175, 200; т.2, 22, 154
Щеголева С.А. т.1, 288
Яковлева А.С. т.1, 314
Яковлева Н.А. т.1, 392
Якупов В.С. т.1, 392
Якупов Ю.С. т.1, 392
Ямбулатов А.М. т.2, 264
Янушанец О.И. т.1, 373
Яцына И.В. т.1, 110
Яшникова М.В. т.2, 189
Calabrese Vittorio т.1, 204

Содержание

Анализ риска здоровью: научно-методические аспекты

А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева
Стратегические критерии в анализе эффективности деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения России 6

Н.В. Абрамов
Прогнозирование травматизма населения на основе использования метода наименьших квадратов 9

Н.В. Абрамов, А.Г. Петров
Методические подходы к прогнозированию риска травматизма населения Кемеровской области 12

Ж.М. Бекшин
Риск-ориентированная модель интегральной оценки качества питьевой воды, производимой на опреснительных установках Прикаспия 17

Л.Г. Бондарева, И.В. Свобода, В.Н. Ракитский, Т.А. Синицкая, Н.Е. Федорова
Оценка использования погруженного макрофита Elodea canadensis в качестве маркера негативного антропогенного воздействия в водной экосистеме 22

И.В. Бухтияров, Н.Ф. Измеров, Л.В. Прокопенко, Л.П. Кузьмина
Формирование производственно-обусловленных заболеваний у работников, занятых в современных видах экономической деятельности 27

С.Л. Валина, О.Ю. Устинова, Н.В. Никифорова
Роль фактора наполняемости групповых ячеек ДОО в формировании нарушений здоровья дошкольников 37

Н.К. Вознесенский, Н.Н. Малютина, В.А. Петров
Современные подходы к профилактике производственно-обусловленных заболеваний на основе персонифицированной медицины 41

П.А. Вуйцик, С.В. Комарова
Нарушения сна как фактор развития ожирения 45

А.Н. Ганькин, Л.М. Шевчук, Т.Н. Пронина
Сравнительная оценка результатов исследований воздушной среды учебных помещений методом диффузионного пробоотбора 48

Л.В. Гиголаева
Механизмы нарушения функции эндотелия и внутренних органов на фоне экспозиции хлоридом кобальта (экспериментальное исследование) 51

С.В. Гребеньков, Я.М. Сухова
Особенности оценки профессионального риска здоровью в соответствии с руководством Р.2.2.1766-03 55

В.Б. Гурвич, О.Ф. Рослый, А.А. Федорук, В.О. Рузаков, В.Г. Газимова
Некоторые проблемы реализации закона «О специальной оценке условий труда» 60

И.В. Дребенкова, В.А. Зайцев
Определение содержания токсичных микроэлементов в биосубстратах детей.....65

О.С. Думбадзе, Л.В. Шишканова
Социально-экономическая значимость ларвальных гельминтозов.....69

Н.В. Зайцева, И.В. Май, Е.Е. Андреева, С.В. Клейн, А.В. Алексеева
Методические и практические аспекты доказательства реализации рисков, формируемых негативным воздействием факторов среды обитания 73

В.Н. Звездин
Перспектива применения биорастворимых микроигл для реализации медико-профилактических технологий превенции инфекционных заболеваний.....80

М.А. Землянова
Обоснование клеточно-молекулярных, системных маркеров негативных эффектов при воздействии химических и физических факторов риска 86

М.А. Землянова, М.С. Степанков, А.С. Иванова, А.И. Тиунова
Оценка потенциальной опасности для здоровья человека наноразмерного оксида кобальта.....92

М.Р. Камалтдинов
Пероральное поступление химических веществ: математическая модель процесса растворения частиц пищи в желудочном соке 95

В.А. Капцов, В.Н. Дейнего
Риски транспортной светотехники для здоровья персонала и пассажиров.....102

А.В.Киселев, Е.Н.Панкина, Е.В. Зибарев, В.Н. Федоров, С.М. Никонова, О.В. Слюсарева
О методических аспектах одорометрических исследований в системе мониторинга загрязнения атмосферного воздуха 104

А.С. Крига, Е.Л. Овчинникова
Вопросы информатизации органов и организаций Роспотребнадзора 107

Е.Н. Крючкова, Л.М. Сааркоппель, И.В. Яцына
К вопросу об оценке адаптационного потенциала организма подростков различных регионов.....110

В.Р. Кучма
Анализ риска здоровью детей в стратегии обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся в образовательных организациях 115

Д.В. Ланин, В.М. Чигвинцев
Подходы к математическому моделированию воздействия химических факторов окружающей и производственной среды на состояние процессов иммунной и нейроэндокринной регуляции 123

А.В. Мельцер, Н.В. Ерастова, А.В. Киселев
К вопросу гигиенической оценки качества питьевой воды по показателям эпидемиологической безопасности с использованием методологии оценки риска здоровью населения 128

А.С. Нехорошев, А.П. Захаров, В.М. Шарлай
Фундаментальные аспекты анализа риска здоровью при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения 132

Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Г.И. Терентьев
Методические приемы и особенности в современном химическом анализе высокотоксичных N-нитрозаминов в детских пищевых продуктах 134

А.С. Огудов, Н.В. Шинкарева, Е.В. Резанова
Обоснование диагностических профилей вредных эффектов при ингаляционном воздействии тетрабромэтана 140

О.В. Сивочалова, С.И. Плитман, М.А. Фесенко
Репродуктивное здоровье и питьевой фактор: риски, прогноз, решения 146

В.А. Тутельян, Н.В. Зайцева, С.А. Хотимченко, М.А. Землянова, И.В. Гмошинский, В.Н. Звездин, В.А. Шипелин
Сравнительная токсикологическая характеристика некоторых наноматериалов, содержащихся в пищевой продукции 151

Т.С. Уланова, Е.В. Стенно, А.В. Недошитова, М.А. Баканина
Оценка содержания токсичных микроэлементов в крови детей промышленного региона России 156

О.Ю. Устинова, С.Л. Валина
Гигиенические и клинические особенности формирования субклинического полигиповитаминоза у детей, посещающих высококомплектные дошкольные образовательные учреждения 161

Х.Х. Хамидулина, Д.Н. Рабикова
Разработка алгоритма для принятия решений при поиске и выборе альтернативных соединений для веществ, представляющих угрозу для здоровья человека и состояния окружающей среды 168

Н.И. Храмцова, Т.М. Лебедева, С.А. Плаксин
Проблемы рисков, связанных с аккумуляцией токсинов жировой тканью человека 171

Е.В. Хрущева, П.З. Шур
Методические подходы к формированию протокола системного анализа математического обеспечения оценки риска здоровью, связанного с химическими факторами опасности пищевой продукции животного происхождения 175

О.Г. Хурцилава, А.В. Мельцер, В.П. Чащин, Н.В. Ерастова, Е.М. Базилевская, Т.М. Беликова
Основные медико-демографические тенденции и показатели состояния здоровья населения, проживающего в условиях Крайнего Севера (на примере Чукотского автономного округа) 178

В.М. Чигвинцев, С.В. Бабина
Оценка доли инфекционной заболеваемости, ассоциированной с качеством среды обитания 183

Е.Е. Шиган
История возникновения понятия «риск здоровью» и его место в развитии профилактической медицины 188

И.Е. Штина, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, С.А. Вековшинина, Ю.А. Ивашова
Особенности нарушений нейроэндокринной регуляции у детей, проживающих в условиях многосредовой экспозиции кадмия и мышьяка 193

П.З. Шур, О.В. Долгих, К.П. Лужецкий, Д.М. Шляпников
Определение биологических признаков чувствительности к экспозиции факторов среды обитания в оценке риска, связанного с воздействием факторов среды обитания 200

Vittorio Calabrese
Redox regulation of cellular stress response in aging and neurodegenerative disorders: role of vitagenes and hormesis.....204

Практика оценки и управления рисками здоровью

Н.В. Аброськина, Д.К. Князев
Влияние приоритетных факторов окружающей среды на здоровье населения Волгоградской области по данным социально-гигиенического мониторинга.....208

Г.С. Архипов, А.Н. Зяблицкая, Ю.Н. Иваницкая
Влияние показателей искусственной освещенности на заболеваемость миопией среди школьников Республики Алтай 211

А.Г. Ашитко, Д.В. Золочевский, С.А. Рожкова
Результаты радиационного мониторинга в рамках осуществления социально-гигиенического мониторинга на территории Калужской области 215

Т.В. Бадеева, Е.С. Богомолова, А.Н. Писарева, Н.В. Котова, Е.А. Олюшина, М.В. Ашина, С.Н. Ковальчук, Е.О. Максименко, Е.К. Лузина
Оценка риска здоровью школьников в системе санитарно-гигиенического благополучия общеобразовательных организаций 220

Б.А. Баландович, Т.И. Губарева, Н.Ю. Поцелуев, Л.А. Мишагина, Л.А. Скрипкина
Гигиеническая оценка дозовых нагрузок населения Алтайского края от природных радионуклидов и проблема оценки риска 225

М.О. Басов, О.М. Басова
Оценка риска здоровью населения при обосновании санитарно-защитной зоны санкционированной свалки твердых бытовых отходов 229

О.А. Бубнова, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Н.В. Безрученко, А.А. Мазунина
Связь генетического полиморфизма генов семейства PPARS, гена ESR1 и невынашивания беременности у женщин, экспонированных фенолом 235

А.Ю. Вандышева, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, Ю.А. Ивашова
Особенности нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром) 239

С.А. Вековшинина, Э.В. Седусова А.А. Никулин, В.С. Евдошенко
Планирование лабораторных исследований при осуществлении надзорных мероприятий на объектах централизованного питьевого водоснабжения 246

Н.Е. Вяльцина, Е.Ю. Панчихина, В.И. Тюгаев
О внедрении в Управление Роспотребнадзора по Оренбургской области риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности 252

С.С. Гордеева
Телевизионная реклама как фактор риска формирования установки на потребление алкоголя у подростков 254

Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, Н.Н. Торотенкова
Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края..... 257

Н.Х. Давлетнуров, Т.А. Буткарева, Л.М. Баранова, Е.Г. Степанов, А.С. Жеребцов
Организация и проведение федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и федерального государственного надзора в области защиты прав потребителей с учетом законодательных ограничений и риск-ориентированного подхода к контрольно-надзорной деятельности 263

Д.Г. Дианова, О.В. Долгих, И.Н. Аликина, К.Г. Старкова, Е.А. Отавина, А.В. Кривцов, А.А. Мазунина, Н.В. Безрученко, М.А. Гусельников
Диагностика вторичных иммунодефицитов у детей в условиях стронциевой геохимической провинции 268

А.Т. Досмухаметов, А.У. Кенесары, Ж.Б. Бейсенбинова, А.М. Амрин, У.С. Батырхан
Оценка аэрогенного риска для здоровья населения при обосновании размеров санитарно-защитных зон нефтеналивных терминалов 271

О.В. Долгих, Д.Г. Дианова, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова, А.А. Мазунина, Н.В. Безрученко, В.Г. Рыжаенков
Полиморофизм генов генов детоксикации и иммунной системы у детей и взрослых, экспонированных металлами 275

Н.В. Ефимова, М.В. Кузьмина, И.В. Тихонова, И.В. Мыльникова
Загрязнение атмосферного воздуха и ассоциированная с ним патология верхних дыхательных путей у детей и подростков промышленных центров Иркутской области 278

О.В. Иванова, М.Ф. Савченков, Т.Г. Романова
Оценка качества питьевой воды Республики Хакасия в чрезвычайных ситуациях 283

О.П. Курганова, А.А. Перепелица, С.А. Щеголева
Опыт внедрения риск-ориентированного подхода в планирование контрольно-надзорной деятельности в Амурской области 288

Д.Е. Курепин
Использование методики оценки риска здоровью населения для обеспечения акустической безопасности территорий в зоне транспортировки полезных ископаемых 293

Т.Е. Лим, И.А. Воецкий, М.А. Косьянов, И.В. Чернявская, А.А. Чухланцев, Е.М. Долгобородова
К вопросу оценки риска для здоровья населения Санкт-Петербурга от водопроводной воды разводящей сети горячего водоснабжения по показателям социально-гигиенического мониторинга 298

К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, А.Ю. Вандышева, Ю.А. Ивашова
Механизмы формирования патологии щитовидной железы и нарушений физического развития у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов 301

Т.М. Макарова, В.Ю. Коновалов, Г.В. Садчикова, А.А. Неплохов, Е.Г. Плотникова, Е.М. Гусельникова
Состояние источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и здоровье населения г. Медногорска 309

О.А. Маклакова, О.Ю. Устинова, А.С. Яковлева
Состояние адаптационных механизмов у детей с хроническими заболеваниями органов дыхания в условиях загрязнения воздуха химическими соединениями техногенного происхождения.....314

Г.Ф. Мухаммадиева, Д.О. Каримов, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова
Роль генетических факторов в формировании опухолевых заболеваний у работников промышленного предприятия и населения сопредельных территорий 319

А.Н. Пережогин, И.Г. Жданова-Заплесвичко
Анализ онкозаболеваемости и факторов риска для здоровья населения, подвергающегося многолетнему воздействию загрязнения окружающей среды мышьяком и свинцом (на примере г. Свирска Иркутской области) 324

Д.А. Пипоян, М.Р. Бегларян, Г.Р. Амбарцумян, А.К. Сагателян
Оценка экспозиции загрязнителей окружающей среды при потреблении овощей и фруктов, выращиваемых в сфере воздействия горнорудного комбината 330

А.Я. Поляков, Т.Л. Гигуз, А.В. Сорокина, Н.Д. Богачанов
Сравнительная оценка комплексного воздействия неблагоприятных факторов среды на физическое развитие школьников двух районов г. Новосибирска 334

М.В. Полякова, С.В. Ивашинникова
Опыт организации работы по формированию реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в рамках внедрения риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности.....337

А.П. Росоловский, А.В. Киселев
Обоснование управленческих решений по обеспечению доброкачественного питьевого водоснабжения Великого Новгорода 340

Н.М. Сергеева, Н.М. Цунина, И.И. Березин, Л.В. Аюпова
Определение приоритетов в социально-гигиеническом мониторинге в детерминанте изучения экологической патологии на городских территориях.....345

К.Г. Старкова, О.В. Долгих, Е.А. Отавина, А.А. Мазунина, Н.В. Безрученко, М.А. Гусельников, Т.А. Легостаева, А. Колегова
Особенности иммунной регуляции у детей, потребляющих воду с повышенным содержанием нитратов 351

М.А. Суханов, Е.Н. Дубовицкая, И.В. Школьная, И.В. Глазунова
Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения в муниципальных образованиях Ульяновской области по показателям химической безвредности 354

С.С. Ханхареев, И.Ю. Тармаева, Н.В. Ефимова, О.Г. Богданова
Приоритетные факторы риска здоровья школьников с учетом этнических особенностей 360

С.С. Ханхареев, К.В. Булутов, Л.В. Макарова, Е.В. Мадеева, А.В. Цырендоржиев, В.С. Савельева
Оценка риска для здоровья населения при нитратном загрязнении питьевой воды на примере Республики Бурятия 364

Г.Т. Хохлов, Э.В. Сахарова, Н.В. Слышкова
О внедрении риск-ориентированной модели в контрольно-надзорную деятельность Управления Роспотребнадзора по Курганской области 369

Ф.К. Худалова, О.И. Янушанец
Определение величины риска здоровью населения г. Владикавказа 373

К.В. Четверкина
Обоснование реперной дозы хлороформа в воде систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения по критерия риска по результатам углубленных исследований состояния здоровья 376

Ю.С. Чухров, Е.В. Коськина, А.В. Бачина, И.Г. Новичкова, Л.А. Глебова, А.Н. Лукьянова
Интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности в городах Прокопьевске и Киселевске 379

Г.В. Шарухо, М.Ю. Золотарева
Информационное обеспечение как средство повышения уровня знаний населения, в том числе по вопросам здорового питания 383

О.Б. Шишкина, Е.А. Тюрин, Л.В. Чекан
Чистая воздушная среда лабораторных помещений при работе с микроорганизмами – залог снижения рисков для персонала и окружающей среды от вредных выбросов 386

Н.А. Яковлева, Г.Д. Беркинбаев., Г.В. Федоров, Е.К. Садвакасов, В.С. Якупов, Ю.С. Якупов
Анализ состояния здоровья населения и оценка риска здоровью факторов окружающей среды в рамках обоснования экологического статуса части территории г. Усть-Каменогорска 392

Аннотации 397

Авторский указатель 421

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Том 1

Материалы
VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(Пермь, 11–13 мая 2016 г.)

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

Корректор *М.Н. Афанасьева*

Подписано в печать 06.05.2016. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 34,83. Тираж 250. Заказ № 31/2016.

Издательство «Книжный формат»
Адрес: 614000, г. Пермь, ул. Пушкина, 80.