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

ПРИ УЧАСТИИ
Сети ВОЗ по оценке химического риска, RISE, специализированной группы по окружающей среде и неврологии Всемирной федерации неврологов, Университета Страсбурга (Франция), Университета штата Орегон (США), Университета Уппсала (Швеция), Национального института контроля пищевой продукции, Ханой (СРВ)

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2020
СОВМЕСТНО С МЕЖДУНАРОДНОЙ ВСТРЕЧЕЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ЗДОРОВЬЮ RISE-2020 И КРУГЛЫМ СТОЛОМ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПИТАНИЯ

Материалы
X Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(Пермь, 13–15 мая 2020 г.)

Том 1

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

Пермь 2020

УДК 614
А64

А64 **Анализ** риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т. 1. – 703 с.

ISBN 978-5-398-02358-9 (общ.)
Т. 1. – 703 с.
ISBN 978-5-398-02359-6 (Т. 1)

Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания» обобщают научный и практический опыт по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в период реализации национальных проектов и послания президента Федеральному Собранию.

Материалы конференции освещают правовые, фундаментальные и критериальные аспекты оценки опасности и анализа риска здоровью, обобщают российский и международный опыт. Содержат результаты развития научно-методических подходов к контрольно-надзорным мероприятиям в рамках развития риск-ориентированной модели (в том чисе за безопасностью потребительской продукции), итоги оценки рисков для здоровья населения при воздействии разнородных факторов внешней, производственной и образовательной среды, образа жизни. В ряде статей приведены примеры реализации национальных проектов «Экология» и «Демография», практика внедрения риск-ориентированного надзора. Выполнено научное обоснование политики митигирования последствий загрязнения объектов среды обитания населения на базе сопряженной оценки рисков и доказанного вреда здоровью. Описаны методические подходы к математическому моделированию систем и процессов. Проведен анализ риска возникновения, диагностики и профилактики неинфекционных заболеваний под воздействием факторов среды обитания и образа жизни. Отражена реализация информационных технологий в анализе риска и персонализированной профилактике заболеваний.

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

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

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

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

УДК 614

ISBN 978-5-398-02358-9 (общ.)
ISBN 978-5-398-02359-6 (Т. 1)

© ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2020

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель

Попова Анна Юрьевна	Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, д-р мед. наук, профессор

Заместители преседателя

Алексеев Вадим Борисович	Директор ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, д-р мед. наук
Зайцева Нина Владимировна	Научный руководитель ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, акад. РАН, д-р мед. наук, профессор

Члены организационного комитета

Бузинов Роман Вячеславович	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Архангельской области (по согласованию), д-р мед. наук
Горяев Дмитрий Владимирович	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю (по согласованию), канд. мед. наук
Застенская Ирина Алексеевна	Эксперт по химической безопасности Европейского регионального бюро ВОЗ (по согласованию), канд. мед. наук
Костарев Виталий Геннадьевич	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю (по согласованию), канд. мед. наук
Кошурников Дмитрий Николаевич	Председатель Совета молодых ученых и специалистов ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора
Кузьмин Сергей Владимирович	Директор ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, профессор
Ли Ти Хонг Хао	Директор Национального института контроля пищевой продукции (г. Ханой, СРВ)
Лужецкий Константин Петрович	Заместитель директора по организационно-методической работе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, доцент
Май Ирина Владиславовна	Заместитель директора по научной работе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, д-р биол. наук, профессор
Рейс Жак	Доктор медицины, Страсбургский университет (г. Страсбург, Франция), RISE, специализированная группа по окружающей среде и неврологии Всемирной федерации неврологов
Спенсер Питер	Профессор, Орегонский университет здоровья и науки (г. Портленд, США)
Ландблом Анна-Мария	Профессор, Университет Уппсала (г. Уппсала, Швеция)
Мизузава Хидехиро	Профессор, Университет медицины и стоматологии Токио (г. Токио, Япония)
Фельдблюм Ирина Викторовна	Заведующий кафедрой эпидемиологии с курсом гигиены и эпидемиологии ФДПО ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России (по согласованию), д-р мед. наук, профессор
Чащин Валерий Петрович	Главный научный сотрудник Института экологии НИУ ВШЭ, д-р мед. наук, профессор
Федоренко Екатерина Валерьевна	Заместитель директора по научной работе РУП «Научно-практический центр гигиены» (г. Минск, Республика Беларусь) (по согласованию), канд. мед. наук, доцент

Технический секретариат конференции

Морозова Светлана Михайловна	Заведующий отделением внешних связей и международных отношений ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора
Котлякова Ксения Петровна	Заведующий отделением научной и патентной информации ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора
Нижегородова Александра Андреевна	Редактор ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора

Организаторам и участникам X Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием «АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2020»

Уважаемые коллеги!

От имени Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека приветствую организаторов, участников и гостей X Всероссийской конференции «АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2020»!

Вопросы развития теории, методологии и практики оценки и управления внешнесредовыми, производственными, социальными и иными рисками для здоровья населения, а также совершенствования методов социально-гигиенического мониторинга последствий воздействия химических, биологических, физических и иных факторов на здоровье в целях обеспечения сдерживания и предотвращения угроз санитарно-эпидемиологического характера остаются стратегическими направлениями деятельности Федеральной службы. Приоритетом работы ведомства в настоящее время является участие в реализации Послания Президента Федеральному Собранию.

Активная реализация национальных и федеральных проектов, направленных на обеспечение прорывного научно-технологического и социально-экономического развития России, повышение уровня жизни граждан, в том числе увеличение численности населения страны и снижение смертности, а также создание условий и возможностей для самореализации и раскрытия таланта каждого человека, требует от органов и организаций Службы совершенствования риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

В настоящее время в рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» основные усилия Роспотребнадзора сосредоточены на формировании системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое и безопасное питание, для повышения качества жизни нынешнего и будущего поколений. Формируется система мониторинга за состоянием фактического питания различных групп населения и в первую очередь школьников, связывающая состояние здоровья со структурой питания и качеством пищевой продукции. Разрабатываются региональные и муниципальные программы по укреплению здоровья населения, завершается модернизация приборной базы испытательных лабораторных центров.

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

В активной фазе находится разработка единой информационной аналитической системы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ЕИАС). На основе современных информационных технологий будет реализован централизованный учет важнейших результатов основных направлений деятельности Роспотребнадзора на уровне территориальных управлений и подведомственных организаций, а также создана единая систе-

ма отчетности и оперативного анализа ситуаций на всех уровнях вертикали управления.

В 2020 г. Роспотребнадзор продолжит развивать и укреплять сотрудничество с международными научными организациями, а также ведомствами иностранных государств, ответственных за обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения своих стран.

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

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

Ваша конференция проходит в условиях сложной эпидемиологической ситуации, сложившейся на территории Российской Федерации, вызванной появлением новой высококонтагиозной коронавирусной инфекции. Роспотребнадзор, его территориальные органы и подведомственные организации выполняют неотложные работы в условиях чрезвычайных обстоятельств, находясь на переднем крае борьбы с распространением коронавирусной инфекции в интересах предотвращения рисков и защиты здоровья наших граждан.

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

Желаю конференции успеха, а ее организаторам, участникам и гостям плодотворной работы и продуктивных дискуссий.

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

Раздел I

Правовые, научно-методологические и критериальные аспекты оценки опасности и анализа риска здоровью: российский и международный опыт

Научное обоснование политики митигирования последствий загрязнения объектов среды обитания населения на базе сопряженной оценки рисков и доказанного вреда здоровью

Н.В. Зайцева, И.В. Май

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

Рассмотрены актуальные вопросы обоснования политики смягчения (митигирования) в отношении здоровья населения последствий загрязнения среды обитания. Для объективизации гигиенических оценок, включая оценку риска здоровью, и обоснования выбора комплекса мероприятий по минимизации не только возможных, но и реальных негативных последствий воздействия химических факторов среды обитания, предложено использовать результаты эпидемиологических и углубленных медицинских исследований. Последние имеют целью доказательство причинения вреда здоровью лиц в зонах загрязнения. Разработаны подходы по применению метода нечетких множеств для оценки и количественного структурирования вреда здоровью лиц, постоянно проживающих в условиях комбинированных экспозиций. Алгоритм и методы, сопрягающие оценку риска и результаты углубленных медико-биологических исследований, апробированы в рамках реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух». Установлено, что комплексные планы воздухоохранных мероприятий имеют различную гигиеническую эффективность по степени митигирования вреда: от неадекватных и недостаточных, требующих существенных корректировок, до адекватных и эффективных, а в ряде случаев – избыточных. Показано, что подходы актуальны и при обосновании специальных компенсационных медико-профилактических мероприятий по коррекции выявленных нарушений здоровья в периоды до достижения безопасных уровней воздействия.

Делается вывод, что информационно-аналитической базой формирования региональной или локальной политики митигирования последствий загрязнения объектов среды обитания могут и должны являться результаты сопряженных оценок риска для здоровья, эпидемиологических и направленных медико-биологических исследований. Предложенный подход нацелен на обеспечение максимальной адресности, результативности и эффективности финансовоемких природоохранных и санитарно-гигиенических мероприятий.

Ключевые слова: загрязнение среды обитания, риск для здоровья, вред здоровью, политика митигирования последствий.

В Послании президента Федеральному Собранию, которое было оглашено 15 января 2020 г., сказано: «… нужно быстрее, не откладывая, решать масштабные социальные, экономические, технологические задачи, перед которыми стоит страна. Их содержание и ориентиры изложены в национальных проектах, реализация которых требует нового качества государственного управления….» [8].

Сложный демографический период выдвигает необходимость поиска путей сохранения и приумножения численности и увеличения продолжительности жизни населения РФ. В этом отношении с позиции высшего национального приоритета приобретают особую актуальность вопросы идентификации и оценки ключевых

социально-гигиенических детерминант, влияющих на показатели заболеваемости и смертности населения, в том числе от ведущих причин (болезней системы кровообращения, новообразований, в том числе злокачественных).

Целевые показатели национальных проектов к 2024 г. количественно определяют снижение смертности трудоспособного населения до 305,0 случая на 100 тыс. человек, снижение смертности от новообразований, в том числе от злокачественных, до 185,0 случая на 100 тыс. человек, снижение смертности от болезней системы кровообращения до 450,0 случая на 100 тыс. человек. Это именно те управляемые параметры, которые напрямую влияют на важнейший интегральный демографический показатель – ожидаемую продолжительность жизни. Целевые показатели, касающиеся ожидаемой продолжительности жизни, составляют к 2024 г. 78 лет, в том числе здоровой жизни 67 лет, к 2030 г. – 80 лет.

В зависимости от поставленных стратегических целей федеральные органы исполнительной власти, администрации регионов и муниципалитетов выстраивают политику достижения этих целей, формируют программы и планы действий. Информационно-аналитической стартовой платформой для такого планирования должны являться четко сформулированные и научно обоснованные приоритетные проблемы, варианты и сценарии решения этих проблем, прогноз непосредственных (тактических, прямо измеряемых) и конечных (целевых, стратегических) результатов мероприятий. При этом предполагается, что политические решения принимаются с учетом приоритетов жизни и здоровья граждан перед иными экономическими или хозяйственными интересами.

Показатели ожидаемой продолжительности жизни, смертности и заболеваемости населения как целевые, стратегические показатели в различной степени детерминированы социальными, экономическими, экологическими и иными факторами.

На основе математического и сценарного моделирования, выполненного на основе анализа данных за 2010–2017 гг. по 85 субъектам РФ, показана достоверная устойчивая связь ожидаемой продолжительности жизни при рождении с показателями функционирования системы здравоохранения, экономическими показателями регионов, потреблением основных продуктов питания, объемами продаж алкогольной продукции, занятостью (безработицей) населения, благоустройством жилого фонда, показателями психосоциального стресса и т.п. В сценарных условиях улучшения каждого из этих показателей на 10 % совокупное увеличение показателя ожидаемой продолжительности жизни при рождении в РФ может составить 1,3 г. [6, 9].

Влияние на здоровье населения указанных факторов дополняется на ряде территорий и негативным воздействием опасных факторов среды обитания. Для некоторых регионов, отдельных индустриальных городов и городских агломераций уровни смертности и заболеваемости населения, ассоциируемые с неблагоприятными факторами внешней среды, оцениваются как значимые и в то же время управляемые [9]. К примеру, исследование комплекса санитарно-гигиенических показателей (118), в том числе показателей качества и безопасности питьевой воды, атмосферного воздуха, продуктов питания, в 85 регионах РФ за 2010–2019 гг. выявило достаточно существенное их влияние на ожидаемую продолжительность жизни при рождении. Показано наличие определенных резервов увеличения этого показателя при улучшении состояния объектов среды обитания. Так, для сценарных условий 10%-ного улучшения качества атмосферного воздуха за счет снижения доли проб с превышением ПДК в городских и сельских поселениях совокупное

увеличение показателя ожидаемой продолжительности жизни при рождении составит около 30 дней. В аналогичных сценарных условиях увеличение доли населения, обеспеченного качественной питьевой водой, потенциально может быть связано с приростом ожидаемой продолжительности жизни на более чем 61 день, снижение доли объектов высоких категорий риска – на 15 дней и т.д. В совокупности санитарно- гигиенические факторы в условиях направленных управленческих действий по приведению их в соответствие гигиеническим нормативам и стандартам (например, расчетный этап – 10%-ное улучшение) могут обеспечить увеличение ожидаемой продолжительности жизни населения РФ на 0,4 г. [9].

Именно такие ситуации явились предпосылкой для формирования национального проекта «Экология», в рамках которого реализуются федеральные проекты «Чистая вода», «Чистый воздух» и др. Целевые приоритеты указанных проектов: увеличение к 2024 г. доли населения РФ, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения до 90,8 %, и снижение совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 20 %. Затраты на реализацию федеральных проектов очень значительны. Так, общая сумма финансирования проекта «Чистая вода» из федерального бюджета планируется на уровне 431,94 млрд руб., проекта «Чистый воздух» – 102 млрд руб. Несомненно, предполагается, что достижение поставленных целей приведет к позитивным медико-демографическим последствиям, которые в свою очередь позволят улучшить экономический и социальный климат в регионах. В противном случае вложение в федеральные проекты значительных средств не будет оправдано [6].

Вместе с тем, как показывают результаты углубленных оценок на примере четырех городов (Братск, Красноярск, Норильск, Чита), воздухоохранные мероприятия комплексных планов далеко не по всем опасным в отношении здоровья компонентам выбросов являются адекватными, а зачастую и вообще не предусматриваются. Это касается тяжелых металлов, ароматических углеводородов, альдегидов, мелкодисперсных частиц (менее 10 и 2,5 мкм), фенола, сероводорода, бенз(а)пирена и других опасных компонентов, формирующих недопустимые риски для здоровья [7].

В сложившейся ситуации научное обоснование политики митигирования последствий загрязнения объектов среды обитания населения по критериям предотвращаемых медико-демографических потерь является актуальнейшей задачей.

Методология оценки рисков здоровья при воздействии факторов внешней среды в последнее время стала рассматриваться как доминирующий, а порой как единственный инструмент обоснования решений по управлению качеством среды обитания [1]. Недооценивать методологию анализа риска как средство повышения адресности, направленности выявления проблем нельзя. Метод позволяет существенно сузить и конкретизировать «область поиска», сориентировать исследователей на определенный круг опасностей (факторов и источников риска) и связанных с ними последствий для здоровья, дефрагментировать риски. И чем точнее и адекватнее реалиям получаемые результаты, тем эффективнее будут те меры, которые принимаются по итогам оценок риска.

Вместе с тем, нельзя не помнить, что ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» [2] классифицирует уровень неопределенности результатов оценки токсикологических рисков как высокий. Последнее связано со значительным числом допущений, которые принимаются при оценках рисков здоровью под воздействием факторов внешней среды: это и неполные дан-

ные о факторах опасности и сценариях экспозиции, неопределенности, сформированные экстраполяцией данных экспериментов на животных на оценку воздействий на человека, переноса результатов кратковременных исследований на длительные периоды, неоднозначностью воздействия комплекса примесей и т.п. Практически не дифференцированы критериальные уровни при воздействии одного и того же вещества на разные органы и системы и т.п.

Каждый из элементов, составляющих оценку риска, постоянно развивается, получает более полное научное обоснование, обеспечивается все более глубокой токсикологической базой. Однако нередко полученные только на основе оценки рисков результаты, прогнозирующие уровни нарушений здоровья населения, слабо корреспондируются с реальными медико-демографическими показателями [1]. В итоге вложения в принимаемые меры могут оказаться либо избыточными и неэффективными (риски были переоценены, и медико-демографическая ситуация требовала вложения в иные объекты управления), либо – недостаточными (риски были недооценены, и принятые меры не обеспечили реального улучшения ситуации).

Для объективизации гигиенических оценок и обоснования выбора комплекса мероприятий, обеспечивающих митигирование (снижение или смягчение) не только возможных, но и реальных негативных последствий в условиях воздействия аэрогенного химического фактора, могут быть использованы результаты эпидемиологических и углубленных медицинских исследований, направленных на доказательство причинения вреда здоровью лиц, проживающих в зонах экспозиций. Результаты таких исследований существенно повышают корректность выводов о направленности, срочности и объемах мер по снижению техногенной нагрузки на население.

К примеру, практика комплексной гигиенической оценки доказанного вреда здоровью конкретным лицам или группе лиц, причиненного загрязнениями среды обитания в условиях влияния отходов горнодобывающей промышленности, позволила оценить степень реализации рисков на уровне 13–20 % от спрогнозированных уровней [5]. Это дало возможность внести существенные коррективы в планы действий региональной и местной администрации и снизить сложившуюся социальную напряженность на территории, спровоцированную данными о высоких рисках здоровью.

Опыт комплексных гигиенических, эпидемиологических и медико-биологических исследований в зонах повышенных длительных или кратковременных, но экстремальных аэротехногенных нагрузок (города Красноярского и Пермского края, Иркутской области, Республики Крым и др.), свидетельствует о том, что ответы со стороны здоровья населения фиксировались в виде впервые диагностированных заболеваний довольно широкого спектра, выходящего за пределы перечня критических органов и систем, принятых в оценке риска для воздействующих компонентов. По всей вероятности, в реальных условиях длительных многокомпонентных нагрузок в основе выявляемых нарушений здоровья лежит множество весьма сложных механизмов прямого и опосредованного воздействия с формированием негативных эффектов не только по типу аддитивности, но и по типу синергизма (потенцирования) или ингибирования на системном, органном, клеточном или субклеточном уровнях.

Формирование одного и того же класса или нозологической формы заболевания в условиях одновременного аэрогенного воздействия различных загряз-

няющих веществ может осуществляться либо по идентичным, либо по параллельным или независимым этиопатогенетическим звеньям. Так, развитие болезней системы кровообращения в условиях одновременного хронического воздействия 10 компонентов на различных уровнях среднегодовых концентраций (0,5–5,0 $ПДК_{сс}$ и более) может происходить по центральным механизмам образования окисленных липопротеинов низкой плотности, прежде всего окисленных фосфолипидов, повреждающих эндотелий (алюминий), нарушения липидного обмена с повышением содержания холестерина и липопротеидов высокой плотности (фтористые газообразные соединения), вазоконстрикторного эффекта (марганец, диоксид серы), прямого воздействия на возбудимость и сократимость сердечной мышцы, снижения образования оксида азота, активации ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, усиления синтеза эндотелина и др. (свинец), нейротоксических экстракардиальных и прямых токсических воздействий на кардиомиоциты (хром), свободнорадикального действия на мембраны эритроцитов и др. (двуокись азота), повреждения митохондрий, окислительного стресса (взвешенные вещества), усиления проницаемости кровеносных сосудов и нарушения барьерной функции эндотелия (бензол, фенол) и т.д.

Выявленные новые научные данные и полученные результаты требуют и развития подходов к их анализу и обработке. Так, предложено на основе метода нечетких множеств выполнять оценку и количественное структурирование вреда, причиненного здоровью лиц, постоянно проживающих в условиях комбинированных экспозиций [4]. Апробирование подходов, сопрягающих оценку риска и результаты углубленных медико-биологических исследований, в рамках реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» в одном из городов страны позволило установить приоритетный перечень веществ, участвующих в формировании вреда здоровью, определить и доказательно подтвердить их вклад в развитие совокупных негативных эффектов. Например, вклад отдельных компонентов в развитие ассоциированных нарушений здоровья в виде заболеваний системы кровообращения среди взрослого населения составил от 3,4 % (марганец) до 18,6 % (алюминий). При этом было установлено, что при планировании воздухоохранных мероприятий меры по снижению выбросов ряда веществ: алюминия, оксида азота, диоксида серы, фтористых газообразных соединений, фенола; требуют корректировки в сторону дополнительного снижения планируемых объемов выбросов. Для иных загрязняющих примесей меры были оценены как адекватные и достаточные.

Принимая во внимание, что задачи по оценке адекватности, достаточности, и эффективности мероприятий по улучшению качества среды обитания стоят и в рамках федерального проекта «Чистая вода» и в рамках проекта «Чистая страна», новые подходы, позволяющие уточнить содержание, потребность и объемы финансовых вложений, востребованы и при планировании мер по обеспечению населения качественной питьевой водой и при формировании планов по ликвидации мест накопленного экологического ущерба, свалок твердых коммунальных отходов и т.п.

Более того, эти же подходы актуальны при обосновании специальных компенсационных медико-профилактических мероприятий по коррекции выявленных нарушений здоровья в период до достижения уровней приемлемого риска и / или пренебрежимо малой степени опасности причинения вреда.

Таким образом, представляется, что информационно-аналитической базой формирования региональной или локальной политики митигирования последствий загрязнения объектов среды обитания могут и должны являться результаты сопряженных оценок рисков для здоровья, эпидемиологических и направленных медико-биологических исследований. Только системный наукоемкий анализ обеспечит максимальную адресность, результативность и эффективность финансовоемких природоохранных и санитарно-гигиенических мероприятий по критериям сохранения здоровья нации как основного стратегического ресурса государства.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний» / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 30–34. DOI: 10.21668/health. risk/2019.4 03

2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-31010-2011 (дата обращения: 10.04.2020).

3. Зубарев Н.Ю. Некоторые особенности факторов смертности населения в Российской Федерации // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2019. – Т. 4, № 3. – С. 64–70.

4. Комплексная оценка эффективности митигации вреда здоровью на основе теории нечетких множеств при планировании воздухоохранных мероприятий / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, И.В. Май [и др.] // Анализ риска здоровью. –2020. – № 1. – С. 19–25. DOI: 10.21668/health. risk/2020.1.03

5. Научно-методические аспекты и практический опыт формирования доказательной базы причинения вреда здоровью населения в зоне влияния отходов прошлой экономической деятельности / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 11. – С. 1038–1044.

6. Николаюк Е.А. Динамика и структура причин смерти молодежи России и Европы // Профилактическая медицина. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 7–14.

7. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01

8. Послание президента Федеральному собранию от 15.01.2020 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_342959/ (дата обращения: 10.04.2020).

9. Санитарно-эпидемиологические детерминанты и ассоциированный с ним потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, Г.Г. Онищенко [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 1. – С. 21–29. DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.03

Оценка и управление рисками здоровью: современные вызовы и пути решения

В.Н. Ракитский, С.В. Кузьмин, С.Л. Авалиани, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи, Россия

Проанализированы направления совершенствования оценки и управления рисками в России, вытекающие из потребностей современного развития гигиенической науки и необходимости усиления противодействия новым угрозам здоровью населения, с учетом международного опыта и исходя из предпосылок для их решения в России.

Обоснованы конкретные задачи развития методологии анализа риска и определен круг практических проблем ее применения, которые особенно важно решить в ближайшей перспективе для устранения вредного воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Основные результаты состоят в формировании направлений развития оценки риска для решения следующих методических и практических задач: внедрить более последовательный подход к оценке риска канцерогенных и неканцерогенных эффектов, основанный на последних научных данных; развивать единообразный подход к моделированию оценки «доза – ответ», основанной на систематическом учете фоновых заболеваний и фоновых дозовых нагрузок, возможном наличии более чувствительных групп населения и моделей поведения; проводить токсикологические исследования по установлению пороговых уровней при обосновании *RfD* и *RfC* на основе установления реперных (benchmark) концентраций с учетом спонтанного фона; развивать единый подход к моделированию оценки «доза – ответ», основанный на систематическом учете фоновых заболеваний; использовать методологию оценки риска при внедрении показателей НДТ для контролирования безопасности здоровью населения после внедрения новых методов регулирования выбросов. Перспективные направления развития оценки и управления рисками здоровью и решаемые при этом задачи, отраженные в статье, включены в Отраслевую научно-исследовательскую программу Роспотребнадзора на 2011–2025 гг.

Ключевые слова: оценка риска, здоровье населения, окружающая среда, канцерогенные и неканцерогенные эффекты, доза – ответ, НТД.

Оценка риска находится сейчас на перепутье и подвергается глубокому анализу многих специалистов. Вместе с тем в большинстве развитых стран мира и в странах с переходной экономикой она остается ведущей научной базой для обоснования законодательных актов, и разработки нормативных документов, внедрение и выполнение которых имеет значительные последствия на национальном или даже глобальном уровне. Справедливость оценки риска подвергается всестороннему научному, политическому и общественному анализу. Научная база оценки риска становится все более сложной.

Улучшение аналитических методов позволяет получить такие новейшие данные, что возникают фундаментальные вопросы, например, каким образом оценивать одновременное воздействие не только многих химических веществ, но и множественных рисков и различий в индивидуальной чувствительности населения к разным веществам.

Кроме этого, сейчас возникает потребность использовать оценку риска в более широком смысле, чтобы получить ответы на такие сложные экологические вопросы, как, например, анализ жизненного цикла вещества или продукта, или научное обоснование экономической оценки затрат, выгод, целесообразности замещения одного риска другим и др.

Для совершенствования принятого в Роспотребнадзоре процесса оценки риска потребуется предпринять конкретные действия. Подчеркнем, что предлагаемые меры должны обеспечить более полный учет современной научной информации в процессе оценки риска и сделать его результаты более полезными при принятии политических решений. Совершенствование процесса оценки риска обусловит необходимость создания долгосрочной стратегии, которая будет основана на существующей методологии и в то же время потребует более интенсивной координации и информационного обмена между органами и учреждениями РПН; потребуется также обучение сотрудников Роспотребнадзора, повышение их квалификации. Новая стратегия должна быть основана на стремлении самих органов исполнительной власти внедрить оценку риска в процедуру принятия решений, что должно быть отражено как в нормативно-правовой сфере, так и в более широком практическом применении.

Сегодня оценка риска должна стать методом оценки относительных преимуществ различных способов управления риском, а не самоцелью. Оценка риска должна продолжать осмысливать и правильно интерпретировать результаты научных исследований. Такая интерпретация возможна только после четкой формулировки целей управления риском, ради которых и предпринимается оценка риска.

Подчеркнем, что изменение существующего подхода к оценке риска может повысить его влияние на принимаемые решения, поскольку предлагаемые меры предусматривают повышение роли предварительного планирования с целью сделать оценку риска актуальной при решении конкретных проблем. Оценка риска должна будет информировать лица, принимающие решения, о более широком спектре доступных им вариантов решений, чем традиционно подразумевается [21–23].

Поскольку функциональных зависимостей «доза – ответ», установленных в эпидемиологических исследованиях, явно недостаточно, то чрезвычайно важно активизировать этот процесс [13]. Получение этой информации возможно в процессе выполнения работ в рамках федеральной программы «Чистый воздух» национального проекта «Экология».

Важным вопросом является необходимость выработать общий подход к оценке зависимости «доза – ответ» в отношении канцерогенных и неканцерогенных эффектов.

Следует подчеркнуть, что исторически в процессе оценки риска по-разному оценивался риск канцерогенных и неканцерогенных эффектов, и это подвергалось вполне справедливой критике, поскольку полезность результатов оценки риска от этого снижалась. Рискам неканцерогенных эффектов уделялось меньше внимания, особенно в экономическом анализе затрат и выгод. Поэтому необходимо внедрить более последовательный подход к оценке риска канцерогенных и неканцерогенных эффектов, основанный на последних научных данных.

С этой целью в ведущих институтах за рубежом проводится гармонизация подходов к оценке риска неканцерогенных и нелинейных канцерогенных эффектов в области малых доз, однако многие признают их недостатки в научном обосновании и практическом продвижении к указанной цели.

Поскольку величины *RfD* и *RfC* нельзя считать количественной оценкой риска при различных величинах воздействия, их использование при сравнительной

оценке рисков и в экономическом анализе затрат и выгод весьма ограничено. Оценка канцерогенного риска обычно не учитывает различия между членами популяции в степени подверженности раковым заболеваниям, за исключением возможных различий на ранних этапах жизни.

Научные соображения и требования управления риском определяют тенденцию к унификации подходов к оценке «доза – ответ» для канцерогенов и неканцерогенов [16, 19, 20, 24]. Рекомендуется развивать единообразный подход к моделированию оценки «доза – ответ». Эта оценка должна основываться на систематическом учете фоновых заболеваний и фоновых дозовых нагрузок, возможном наличии более чувствительных групп населения и моделей поведения, которые могут привести к различиям в индивидуальных характеристиках «доза – ответ». Согласно новому подходу, понятия *RfD* и *RfC* понимаются иначе, а именно как риск-специфичная доза, означающая процент популяции, находящийся выше и ниже установленного уровня приемлемого риска, с определенной степенью достоверности.

Особенно важно на ближайшую перспективу наладить токсикологические исследования по установлению пороговых уровней при обосновании *RfD* и *RfC* на основе установления реперных (benchmark) концентраций, с учетом спонтанного фона, а не только порогов, рассчитанных традиционными методами с определением NOAEL – LOAEL [25].

В настоящее время во исполнение поручений президента РФ и планов деятельности правительства Российской Федерации осуществляется масштабное реформирование системы государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды [3, 4, 6, 8, 11, 19].

Сформирован комплекс мер по масштабному реформированию системы государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды, которое должно быть связано, во-первых, с наличием обоснованной поэтапной стратегии достижения поставленных целей и плана действий; и, во-вторых, с поддержкой реформы экологической общественностью, бизнесом, органами регионального и муниципального управления. Среди этих мер особое значение придается переходу от субъективности регулирования в сфере охраны окружающей среды к единым принципам нормирования на основе применения наилучших доступных (существующих) технологий (НДТ) [5, 9, 10, 12].

Переход к технологическому нормированию выбросов с учетом показателей наилучших доступных технологий (НДТ) позволяет:

– упростить процедуру инвентаризации источников выбросов, обеспечив учет приоритетных источников и загрязняющих веществ и сократив затраты труда и времени на учет незначительных источников и второстепенных загрязняющих веществ;

– обеспечить сопоставимость требований, предъявляемых к однотипным предприятиям, открытый доступ к информации об экологической результативности, соответствующей НДТ, для государственных природоохранных органов, промышленников, предпринимателей, инвесторов и общественности;

– создать условия, необходимые для усиления системы государственного и производственного экологического контроля.

Предполагается, что применение НДТ должно способствовать переходу на более экологически безопасные и экономически выгодные пути технического регулирования и нормирования загрязнения окружающей среды [14, 15].

Но необходимо четко понимать, что установление нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, даже с учетом показателей наилуч-

ших доступных технологий, не всегда может гарантировать, что качество воздуха в местах источников выбросов будет соответствовать безопасным уровням. Другими словами, установление нормативов выбросов загрязняющих веществ на основе наилучших доступных технологий не является альтернативой соблюдения нормативов качества атмосферного воздуха и не может во всех случаях обеспечить полную безопасность воздействия на окружающую среду и здоровье человека [3, 4, 7, 19].

Это обстоятельство особенно подчеркивается и в Директивах ЕС и в поправках к статье Закона о чистом воздухе США [18, 19].

Поэтому при внедрении показателей НДТ обязательным является использование методологии оценки риска, так как только на ее основе можно определить, обеспечивается ли полностью безопасность для здоровья населения, или какой уровень остаточного риска наблюдается на территории с проживающим населением после внедрения новых методов регулирования выбросов [1, 18].

В целом переход на технологическое регулирование с использованием показателей НДТ требует учитывать как минимум ряд факторов, таких, как правовые аспекты, экономическая целесообразность, защита конкретных групп населения, подвергающегося риску, роль всех заинтересованных сторон в этом процессе, анализ затрат и выгод и меры по контролю и обеспечению выполнения решений [3, 19].

Целесообразно, чтобы технологии, которые включаются в разработанные и актуализированные в настоящее время информационно-технические справочники (ИТС) по наилучшим доступным технологиям, тщательно анализировались и обязательно проходили пилотные исследования по оценке потенциального влияния на здоровье населения на территориях размещения предприятий, вошедших в список 300 предприятий-загрязнителей, которым следует разработать комплексные экологические разрешения, способствовали актуализации комплексных планов по снижению выбросов при реализации федерального проекта «Чистый воздух» [12].

Внедрение подобного подхода позволит подтвердить эффективность применения производственных процессов, использование которых помогает предотвращению или ослаблению негативного влияния как на здоровье населения, так и окружающую среду до допустимого уровня.

Перспективные направления развития оценки и управления рисками здоровью, отраженные в статье, включены в Отраслевую научно-исследовательскую программу Роспотребнадзора на 2011–2025 гг.

Список литературы

1. Авалиани С.Л., Мишина А.Л. О гармонизации подходов к управлению качеством атмосферного воздуха // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 3 (216). – С. 44–48.

2. ГОСТ 56828.15-2016. Наилучшие доступные технологии. Термины и определения [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200140738 (дата обращения: 12.04.2020).

3. ЕС – Россия. Программа Сотрудничества (Гармонизация экологических стандартов II (ГЭС II)). Заключительный технический отчет. Блок деятельности 1 – Анализ пробелов в законодательстве; 1.4 – Национальная стратегия гармонизации экологиче-

ских стандартов в России и План действий на период 2010–2025 гг. [Электронный ресурс] // Стратегия-2020. – URL: http: //2020strategy.ru/data/2011/07/26/1214727421/3.pdf (дата обращения: 9.04.2020).

4. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное издание). – СПб.: НИИ Атмосфера, 2012. – 224 с.

5. О внесении изменений в Правила определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям: Постановление Правительства РФ от 09.03.2019 № 250 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc&base =LAW&n=319873&fld=134&dst=100001,0&rnd=0.13379705097259964#07000201105 021768 (дата обращения: 25.03.2020).

6. О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» (вместе с «Правилами определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям»): Постановление Правительства РФ от 23.12.2014 № 1458 (ред. от 09.03.2019) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172796/ (дата обращения: 10.04.2020).

7. О разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды, а также об утверждении нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий (вместе с «Положением по разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды»): Постановление Правительства РФ от 13.02.2019 № 149 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/ cons_doc_LAW_318449/ (дата обращения: 23.03.2020).

8. Об утверждении Порядка внесения поправок в информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям: Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 5 августа 2019 года № 1873 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/56091632 (дата обращения: 27.03.2020).

9. Об утверждении поэтапного графика актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям: Распоряжение Правительства РФ от 30.04.2019 № 866-р [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_324048/ (дата обращения: 11.04.2020).

10. Об утверждении Правил разработки технологических нормативов: Приказ Минприроды России от 14.02.2019 № 89 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/542643374 (дата обращения: 8.04.2020).

11. Об утверждении Правил создания и эксплуатации системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществи (или) сбросов загрязняющих ве-

ществ: Постановление Правительства Российской Федерации от 13 марта 2019 года № 262 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/553884118 (дата обращения: 10.04.2020).

12. Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24.12.2018 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http: //www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 21.03.2020).

13. Рекомендации по использованию функции «концентрация – эффект» в отношении твердых частиц, озона и диоксида азота для анализа затрат и выгод. – Всемирная организация здравоохранения, 2015. – 72 с.

14. Сорокин Н.Д. Технологические нормативы, технологические показатели и маркерные вещества // Экология производства. – 2019. – № 9. – С. 32–41.

15. Щелчков К.А., Волосатова М.А., Гревцов О.В. Основные аспекты применения информационно-технических справочников по НДТ // Экология производства. – 2019. – № 5. – С. 20–26.

16. Approaches to cancer assessment in EPA's Integrated Risk Information System / M.W. Gehlhaus, J.S. Gift, K.A. Hogan [et al.] // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 2011. – Vol. 254, № 2. – P. 170–180. DOI: 10.1016/j.taap.2010.10.019

17. Chiu W.A., Slob W.A. Unified Probabilistic Framework for Dose-Response Assessment of Human Health Effects // Environ Health Perspect. – 2015. – Vol. 123, № 12. – P. 1241–1254. DOI: 10.1289/ehp.1409385

18. Clean Air Act, 1990 [Электронный ресурс] // EPA. – URL: http: //www.epa. gov/air/caa/ (дата обращения: 10.04.2020).

19. Directive 2001/81/EC of The European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on National Emission Ceilings for Certain Atmospheric Pollutants [Электронный ресурс] // Eurolex. – URL: https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do? uri=CONSLEG: 2001L0081: 20090420: EN: PDF (дата обращения: 26.03.2020).

20. Exploring the Uncertainties in Cancer Risk Assessment Using the Integrated Probabilistic Risk Assessment (IPRA) Approach / W. Slob, M.I. Bakker, J.D.T. Biesebeek [et al.] // Risk Analysis. – 2014. – № 34. – P. 1401–1422.

21. IPCS (International Program on Chemical Safety), 2014. Guidance Document on Evaluating and Expressing Uncertainty in Hazard Characterization [Электронный ресурс] // World Health Organization. – URL: http: //www.who.int/ipcs/methods/harmonization/areas/hazard_assessment/en/ (дата обращения: 01.04.2020).

22. National Research Council. Science and Decisions: Advancing Risk Assessment. – Washington, DC: The National Academies Press, 2009. – 423 p.

23. Rodricks J.V., Levy J.I. Science and Decisions: Advancing Toxicology to Advance Risk Assessment // Toxicological Sciences. – 2013. – Vol. 131, № 1. – P. 1–8.

24. Slob W., Setzer R.W. Shape and steepness of toxicological dose-response relationships of continuous endpoints // Critical Reviews in Toxicology. – 2014. – Vol. 44. – № 270–297.

25. U.S. EPA. Benchmark Dose Technical Guidance / A. Hardy, D. Benford, T. Halldorsson [et al.] // EFSA Journal. – 2017. – Vol. 15, № 1 (4658). – P. 41. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4658

Оценка бремени заболеваний и смертности, ассоциированных с качеством окружающей среды, как инструмент для обоснования управленческих решений по профилактике неинфекционных заболеваний

Е.В. Дроздова

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

В контексте устойчивого развития для профилактической медицины чрезвычайно актуальными являются оценка и управление рисками, ассоциированными с воздействием окружающей среды. Объективная оценка базовой ситуации и тенденций ее динамики невозможна без применения количественных инструментов. В настоящей статье представлен обзор данных о бремени заболеваний, ассоциированных с качеством окружающей среды, проведенных в мировом и региональном контексте на основе оценок с применением индекса DALY, характеризующего потенциальную смертность и нетрудоспособность в связи с воздействием различных факторов, а также финансовый эквивалент данного бремени, обозначены общие тенденции динамики заболеваемости и смертности, ассоциированных с качеством окружающей среды в глобальном и региональном контексте.

Ключевые слова: бремя болезней, окружающая среда, медико-экологические риски, устойчивое развитие.

Цель исследования – провести анализ данных о бремени заболеваний, ассоциированных с качеством окружающей среды, а также финансового эквивалента данного бремени, общих тенденций динамики заболеваемости и смертности, ассоциированных с качеством окружающей среды в глобальном и региональном контексте.

Материалы и методы. Изучение доступной научной литературы, официальных публикаций Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ) и иных международных организаций, авторитетных научных организаций [1, 6–10, 12, 13, 15, 16]. При наличии многих источников обзор акцентировался на последних данных, с акцентом на работы [1, 7, 10, 12, 13, 16]. Исследования проводились в инициативном порядке, вне рамок научно-исследовательских работ.

Генеральная Ассамблея ООН 25 сентября 2015 г. приняла резолюцию А 70/1 «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.», обозначившая 17 целей устойчивого развития (далее – ЦУР) на глобальном уровне [4]. Важнейшая задача повестки – обеспечить для всех людей возможность реализации своего потенциала в условиях равенства и в здоровой окружающей среде. Многие из поставленных повесткой целей и задач созвучны с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г., которая в качестве основных критериев эффективности и качества развития системы здравоохранения определяет увеличение продолжительности жизни населения, скорректированной с учетом нарушений

здоровья, снижение уровня заболеваемости и тяжести первичной инвалидности населения, а в качестве стратегической цели государственной политики в области охраны окружающей среды – обеспечение экологически благоприятных условий для жизнедеятельности общества и граждан [3].

В настоящее время ЦУР транслируются на национальный уровень многими странами мира, в том числе Республикой Беларусь. В нашей стране значимости данного процесса уделяется внимание на самом высоком государственном уровне [5]. Установление ЦУР на национальном уровне требует проведения оценки исходной ситуации, определения индикатора для отслеживания ее изменения, разработки плана мероприятий по достижению ЦУР. При этом для объективной оценки базовой ситуации и тенденций ее динамики, в том числе с акцентом на ЦУР, необходимо применение количественных оценочных инструментов. В настоящее время для оценки бремени заболеваний в связи с воздействием различных факторов на международном уровне широко применяется индекс DALY и финансовый эквивалент данного бремени. Метод DALY-анализа (C.J.L. Murray, 1993) позволяет измерить на единой основе и представить в одних единицах измерения (годах утраченной здоровой жизни) потери здоровья, связанные с различными причинами – заболеваемостью, инвалидизацией и смертностью. Соизмеримость получаемых на базе индекса DALY оценок потерь здоровья позволяет проводить комплексную оценку и формировать на ее основе представление об уровне потерь здоровья, связанном с различными заболеваниями, а также об общем уровне потерь здоровья, обусловленном одновременно всеми причинами [2].

В Республике Беларусь индекс DALY для оценки бремени заболеваний и смертности, ассоциированных с качеством окружающей среды, не применялся до настоящего времени на регулярной основе в первую очередь из-за отсутствия адаптированных на уровне республики методик расчета. Однако в настоящее время для обоснования мероприятий по достижению ЦУР в области профилактики заболеваний, ассоциированных со средой обитания, в том числе требующих инвестиций, и установления единых механизмов мониторинга по достижению индикаторов ЦУР как никогда актуально проведение таких оценок с использованием международных подходов, особенно для изучения бремени неинфекционных заболеваний.

В то же время до разработки методик на национальном уровне как альтернатива при обосновании и приоритизации решений в области профилактики неинфекционных заболеваний, ассоциированных с качеством окружающей среды, могут применяться оценочные данные исследований авторитетных организаций, проведенные на глобальном, региональном уровнях и уровне отдельных экономически развитых стран.

По данным ВОЗ, здоровье человека на 20 % определяется средой обитания и наследственностью, на 50 % – образом жизни, на 10 % – системой здравоохранения. Этот вывод все больше подтверждается проведенными глобальными и региональными оценками.

Ежегодно Institute for Health Metrics and Evalution (США) проводит исследование глобального бремени болезней, травм и факторов риска (GBD) на основе метода сравнительной оценки рисков (CRA), предлагающего поиск доказательств связи между факторами и рисками здоровью в связи с их влиянием. Ежегодно GBD обновляется, включаются улучшенные методы, новые анализируемые факторы риска и заболевания. В проведенной в 2017 г. оценке GBD [10] использовалась

структура CRA, разработанная для предыдущих исследований для оценки уровней и тенденций воздействия, смертей и утраченных лет здоровой жизни с поправкой на инвалидность (DALY), обусловленных влиянием различных факторов, по возрастной группе, полу, году и местоположению для 84 поведенческих, экологических и профессиональных, а также метаболических рисков (групп рисков) с 1990 по 2017 г. для 195 стран. Это исследование включало 476 пар «риск – результат», которые соответствовали критериям исследования GBD для убедительных или вероятных доказательств причинно-следственных связей. В работе дополнительно исследовались факторы, обусловливающие изменение бремени болезней, и взаимосвязь между уровнем экономического развития и подверженностью риску. Для оценки использовались данные 46 749 рандомизированных контролируемых исследований, когортных исследований, обследований домашних хозяйств, данных переписи, спутниковых данных и других источников, представленных национальными исследователями. Изучена взаимосвязь между развитием и подверженностью риску путем моделирования взаимосвязи между социально-демографическим индексом (SDI) и взвешенной по риску распространенностью воздействия и оцененными ожидаемыми уровнями воздействия и обусловленного риском бремени со стороны SDI. Также изучена временная динамика изменения добавочных DALY в связи с воздействием изучаемых факторов с помощью разложения этих изменений на шесть основных составляющих факторов: (1) рост населения; (2) изменения возрастной структуры населения; (3) изменения воздействия экологических и профессиональных рисков; (4) изменения распространенности поведенческих рисков; (5) распространенности метаболических рисков; (6) изменения, обусловленные всеми другими факторами, аппроксимированные как «риск – удаленная» смертность и показатели DALY, где «риск – удаленная» скорость – это скорость, которая наблюдалась бы, если бы мы снизили уровни воздействия TMREL для всех факторов риска, включенных в GBD 2017.

В 2017 г. 34,1 млн (95%-ный интервал неопределенности) смертей и 1,21 млрд скорректированных на инвалидность лет жизни (DALY) были отнесены к факторам риска в рамках GBD 2017, что на глобальном уровне составило 61,0 % смертей и 48,3 % по DALYs. Определены 5 ведущих факторов риска в 2017 г. – высокое систолическое артериальное давление, курение, высокий уровень глюкозы в плазме крови натощак, высокий индекс массы тела и короткая беременность при рождении. Четыре из пяти ведущих рисков относились к поведенческим рискам в 1990 г., в то время как в 2017 г. три из пяти ведущих рисков были метаболическими рисками. В период с 2007 по 2017 г. абсолютное число связанных с риском DALY снизилось на 3,44 %. В течение этого периода подверженность поведенческим, экологическим и профессиональным рискам снизилась (ситуация улучшилась), но эта положительная динамика была несколько компенсирована увеличением подверженности метаболическим рискам, ростом численности населения и его старением.

Выявлена значительная пространственно-временная неоднородность в уровнях воздействия факторов риска и бремени заболеваний, а также тесная связь между уровнями воздействия факторов риска и уровнем социально-экономического развития. В 2017 г. ведущим фактором риска в суперрегионе с высоким уровнем доходов являлось курение, ведущим фактором риска 4-го уровня для стандартизированных по возрасту показателей DALY было высокое систолическое давление

в четырех суперрегионах: Центральная Европа, Восточная Европа и Центральная Азия; Северная Африка и Ближний Восток; Южная Азия; Юго-Восточная Азия, Восточная Азия и Океания. Среди основных рисков, связанных с небезопасной водой, загрязнением воздуха в домашних хозяйствах, отмечаются ярко выраженные тенденции к снижению с повышением уровня развития страны. И наоборот, курение, употребление алкоголя, наркотиков и высокий уровень холестерина липопротеидов низкой плотности демонстрируют выраженную тенденцию к увеличению с повышением уровня развития.

В целом, несмотря на выводы о том, что в условиях развитых стран риски смещаются в сторону превалирования метаболических и поведенческих над рисками, связанными с окружающей средой, абсолютные цифры все также высоки и определяют необходимость проведения расширенных исследований по влиянию среды на здоровье населения. Ежедневно люди, находясь в своих домах, на рабочих местах и в сообществах, подвергаются воздействию множества факторов риска – загрязнение воздуха (в том числе внутри помещений), организованное без соблюдений требований законодательства водоснабжение и водоотведение, химические и биологические вещества в продукции, физические факторы (шума, электромагнитное, ионизирующее излучение), производственные факторы на рабочих местах, сельскохозяйственная практика, включая использование пестицидов, среда населенных мест (жилая среда, планировка и застройка населенных мест), изменение климата и другие. Загрязнение среды обитания формирует не только медико-демографические потери, способствуя увеличению смертности и заболеваемости, в том числе трудоспособного населения, но и экономические потери – недополучение ВВП, высокие затраты на здравоохранение.

В 2016 г. ВОЗ провела повторную оценку бремени болезней, ассоциированных с окружающей средой [12]. В рамках данного исследования под рисками здоровью, ассоциированными с окружающей средой, понимали внешние, физические, химические, биологические факторы, влияющие на человека, и все поведенческие особенности, но исключающие факторы природного происхождения, которые невозможно изменить (включены производственные факторы риска, пассивное курение, в то время как курение непосредственно исключено, так как это поведенческий риск). Для оценок использовали сравнительную оценку рисков и метод экспертных оценок, изучалась связь с влиянием среды для 133 наименований заболеваний и травм.

По результатам проведенных оценок показано, что из 133 изученных заболеваний и травм 101 в значительной степени связана с влиянием окружающей среды, причем для 92 из них эта связь оценена количественно, как минимум, частично. Сделаны 5 ключевых выводов:

1) увеличилась доказательная база количественной связи экологических факторов риска и здоровью. Если говорить о Европейском регионе, то по проведенным оценкам ежегодно европейские страны теряют 50 млн лет здоровой жизни вследствие средовых факторов, 1,4 млн жителей региона умирают преждевременно вследствие загрязнения окружающей среды, при этом средовые факторы обусловливают до 26 % случаев ишемической болезни сердца (ИБС), 25 % инсультов, 17 % случаев рака. Ниже в статье приведена информация о проведенных оценках бремени заболеваний, ассоциированных с влиянием приоритетных факторов риска окружающей среды в европейском регионе;

2) риски здоровью в связи с влиянием окружающей среды составляют значительную долю глобального бремени болезней – до 23 % всех случаев смертей (около 12,6 млн случаев в год в глобальном контексте, в том числе 1,4 млн случаев в европейском регионе) и до 22 % заболеваний в DALY (596 млн DALYs в мире и 50 млн лет DALYs в европейском регионе соответственно);

3) воздействие окружающей среды на здоровье неравномерно в зависимости от возраста и пола. Наиболее подвержено влиянию здоровье детей в возрасте до пяти лет и в меньшей степени до 10 лет, а также взрослых в возрасте от 50 и 75 лет. У детей превалирует вклад окружающей среды в развитие инфекционных и паразитарных заболеваний, неонатальных и пищевых заболеваний и травм, а у пожилых людей – в развитие неинфекционных заболеваний (далее – НИЗ). По данным [7, 9], в США ежегодно денежный эквивалент бремени заболеваний детей, связанных с влиянием окружающей среды, оценивается в 76,7 трлн долларов США (более 0,4 % ВВП), в Европейском союзе бремя от 5 заболеваний (экспозиция свинцом метилртутью, нарушения развития, астма, онкологические заболевания) – до 70,9 (58,9–90,6) трлн долларов США (0,48 % от ВВП в 2008 г.). Мужчины несколько больше подвержены влиянию окружающей среды, чем женщины – 22,8 % против 20,6 % всех DALY. Женщины подвергаются более высокому воздействию традиционных экологических рисков для здоровья, мужчины – профессиональным рискам и риску травм в связи с их профессиональной и рекреационной деятельностью;

4) наибольшая доля смертей и заболеваний, которые могут быть устранены путем улучшения состояния окружающей среды, приходится на страны с низким и средним уровнем дохода. При этом в целом на глобальном уровне окружающая среда вносит наибольший удельный вклад в развитие следующих заболеваний (доля в общем бремени заболеваний в DALYs): 57 % – диарейные заболевания, 44 % – астматические состояния, 42 % – инсульты, 35 % – ишемические болезни сердца (далее – ИБС), инфекции нижних дыхательных путей, хронические обструктивные болезни легких, 20 % – онкологические заболевания, 39 % – травмы в авариях на дорогах, 11 % – неонатальные состояния и униполярные депрессивные расстройства, 27 % – боли в спине и шее;

5) общая смертность, ассоциированная с влиянием окружающей среды, не изменилась с 2002 г., но показывает сильный сдвиг в сторону неинфекционных заболеваний (далее – НИЗ), что обусловлено главным образом глобальным снижением инфекционной заболеваемости и экологических рисков, вызывающих инфекционные заболевания, т.е. более высокой долей людей, имеющих доступ к безопасной воде и санитарии, и более низкой долей домохозяйств, использующих твердое топливо для приготовления пищи, выросли во всем мире. Болезни с наибольшей долей влияния окружающей среды включают сердечно-сосудистые заболевания, диарейные заболевания и инфекции нижних дыхательных путей.

В настоящее время в качестве приоритетного экологического фактора риска здоровью в европейском регионе расценивается загрязнение воздуха, с которым связывают ежегодно до 620 тыс. преждевременных смертей в регионе, причем на долю атмосферного воздуха относят до 500 тыс. случаев, с воздухом внутри помещений – 120 тыс. При этом для стран с высоким уровнем доходов в приоритете риски, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, для стран с низким уровнем доходов – загрязнение воздуха внутри помещений (применение твердых видов топлива для обогрева и приготовления пищи) [10, 12]. Самые распространенные причины преж-

девременной смерти, ассоциированные с загрязнением атмосферного воздуха, на глобальном уровне – инсульт и ишемическая болезнь сердца (72 %), хроническая обструктивная болезнь легких и рак легкого. Международное агентство по изучению рака относит загрязнение воздуха в целом и содержание в воздухе взвешенных веществ (PM) как отдельного компонента смесей, загрязняющих воздух, к канцерогенам. В городах ЕС, осуществляющих мониторинг загрязнения атмосферного воздуха (более 1790 городов в 42 странах), годовые уровни городской концентрации PM_{10} обычно превышают допустимую величину, принятую в руководстве ВОЗ, на 74 % станций отмечается превышение уровня $PM_{2.5}$ [1, 12]. Средний уровень содержания в АВ PM_{10} в странах Европы: с высоким уровнем доходов более 25 мкг/м^3, с низким доходом – 55 мкг/м^3. По оценкам ВОЗ и ОЭСР, проведенным в 2010 г. в ЕС, экономическое бремя смертности от загрязнения атмосферного воздуха и воздуха внутри помещений взвешенными частицами составляет до 1,5 трлн долларов США. Оценки ОЭСР, проведенные в 2016 г., свидетельствуют, что прогнозируемое повышение расходов на здравоохранение в связи с загрязнением воздуха в глобальном масштабе по сценарию BAU (обычный для бизнеса) увеличатся с 21 млрд долл. США в 2015 г. до 176 млрд долл. США [7]. Понимание данной проблемы определило необходимость мер, направленных на профилактику, разрабатываются стратегии, глобальный план действий, приняты ряд международных конвенций и соглашений, цели по снижению загрязнения воздуха, в том числе с акцентом на загрязнение взвешенными частицами, включены в ЦУР.

По данным ВОЗ, в европейском регионе одним из приоритетных опасных факторов, влияющих на здоровье человека, является шумовое загрязнение окружающей среды, особенно транспортный шум. Научно доказано, что воздействие шума свыше гигиенических нормативов, особенно постоянное, вызывает нарушение соматического и психического здоровья населения, оценку гражданами благополучия в ежедневной жизни, имея высокий уровень субъективизма. К слуховым последствиям, связанным с подверженностью воздействию чрезмерного шума, относятся ухудшение слуха и звон в ушах, неслуховые последствия для здоровья могут проявляться как раздражение, бессонница, сердечно-сосудистые заболевания, когнитивные нарушения, нарушения обмена веществ, ухудшение психического здоровья и негативные исходы родов [1]. Помимо транспортного шума существенное влияние на население может оказывать такой источник шума, как шум от соседей; показано, что в странах ЕС от данного вида шума страдают до 18 % населения, наиболее выражена данная тенденция в Германии – 26 % опрошенных, Нидерландах – 25 %, Мальте – 25 % [7]. Ежегодно в странах Западной Европы воздействие чрезмерного шума в среде обитания определяет утрату до 1,6 млн лет здоровой жизни (DALYs) вследствие заболеваемости, инвалидности и преждевременной смертности, в том числе 903 тыс. из-за нарушения сна, 654 тыс. из-за психологических нарушений, 45 тыс. из-за когнитивных нарушений у детей и подростков в возрасте от 7 до 19 лет и 22 тыс. из-за вызванного шумом звона в ушах [1]. Расчеты показали, что воздействие на население авиационного шума на глобальном уровне определяет ущерб, оцениваемый в 20 млрд евро в год [7], воздействие шума в Великобритании – 1,09 млрд фунтов стерлингов (учитывали инфаркт миокарда, инсульты и деменции) [12].

В городской среде основным источником шума и загрязнения атмосферного воздуха является транспорт. Показано, что в европейском регионе влияние шума от

автотранспорта обусловливает потерю до 1,6 млн лет здоровой жизни в год (DALYs). До 100 млн жителей региона (из них 73 млн – городское население) страдают от шума с уровнями более 55 дБ, из них 32 млн – более 65 дБ (при этом рекомендации ВОЗ для ночного шума 40 дБ). Транспорт также является одним из основных источников эмиссий оксида азота (47 %), PM_{10} (13 %) и $PM_{2.5}$ (15 %), 73 % эмиссий диоксида углерода в ЕС (44 % – пассажирские авто). Экономическое бремя здоровью от загрязнения транспортом в странах ЕС составляет до 101,33 млн евро в год. На каждую 1 тыс. т $PM_{2.5}$ от наземного транспорта приходится потеря 5800 DALYs в Австрии и 6000 DALYs во Франции. Кроме потерь здоровья, связанных с загрязнением городской среды, есть и непрямой отрицательный эффект на здоровье – недостаточная физическая активность, что определяет до 1 млн преждевременных смертей в регионе. При этом регулярные поездки на велосипеде и прогулки 150 мин в неделю позволяют сократить смертность на 10 %.

Население в настоящее время все больше осознает риски влияния загрязнения окружающей среды, особенно загрязнения атмосферного воздуха и шумового загрязнения. Здесь хочется привести результаты исследования, проведенного европейскими учеными в рамках проекта INTARESE (Integrated Assessment of Health Risks from Environmental Stressors in Europe = Комплексная оценка рисков для здоровья от экологических стрессоров в Европе) – исследование под руководством Istamto (2014) по схеме WTS (willing to pay = готовность платить) [7]. В ходе анкетирования около 10 тыс. жителей 5 стран ЕС (Германия, Финляндия, Нидерланды, Испания, Великобритания) изучалась их личная готовность платить за предупреждение проявлений здоровья из-за влияния опасных факторов (влияние транспортного шума и загрязнения атмосферного воздуха). Показано, что в среднем жители данных стран ежегодно готовы платить за снижение загрязнения атмосферного воздуха – 330 евро, за профилактику общих рисков здоровью в связи с загрязнением транспортом атмосферного воздуха – 130 евро, снижения продолжительности жизни на полгода – 80 евро; за снижение общих рисков здоровью в связи с транспортным шумовым загрязнением – 90 евро, предупреждение увеличения общей раздражительности на 13 % – 100 евро, избежание рисков здоровью, связанных с увеличением уровня шума с 50 до 65 дБ, – 320 евро.

Все большее внимание на глобальном уровне уделяется вопросам химической безопасности. По данным ВОЗ, на 2012 г. воздействие наиболее изученных веществ определяет смерть до 1,3 млн человек и утрату 43 млн здоровых лет жизни (DALYs). Подсчитано, что ущерб от загрязнения ртутью в Европе составляет 5,1 млрд евро в год, а с учетом более широкой оценки нарушений здоровья и физиологических функций в детском возрасте до 71 млрд евро в год, издержки бремени болезней от эндокринных разрушителей – 163 млрд евро в год [1]. Проводимые расчеты позволяют аргументировать эффективность проводимых ограничительных мероприятий. Показано, что с введением законодательства REACH в 4 Сторонах ЕС ущерб промышленности, связанный с ограничением свинца, хрома (6+) и метанолом, составил 173,1 млн евро в год, в то время как положительными эффектами стали: предотвращение рисков здоровью в связи с обращением данных веществ в эквиваленте 700 млн евро в год, снижение примерно на 190 т/г. выбросов веществ, вызывающих озабоченность, положительное воздействие на здоровье или устранение риска для по меньшей мере 81 000 потребителей и работников в год (ECHA, 2016) [7].

Следует отметить, что на глобальном и региональном уровне риски здоровью в связи с отсутствием доступа к безопасной питьевой воде и организованным с соблюдением принципов безопасности устройствам санитарии все еще велики – ежедневно в регионе ВОЗ-Евро от диарейных болезней вследствие неудовлетворительного качества услуг водоснабжения, санитарии и гигиены (WASH) умирают 14 человек (чаще всего от кампилобактериоза, лямблиоза, гепатита А, шигеллеза), группа риска – дети, около 57 млн человек не имеют доступа к водопроводной воде, 36 млн – к элементарным санитарно-гигиеническим средствам. В то же время в странах с высоким и средним уровнем доходов, в том числе в Республике Беларусь, этот фактор снижает актуальность в связи с успешной реализацией целенаправленных стратегий в данной области. Доказательная база свидетельствует, что инвестиции в сектор водоснабжения и водоотведения в размере 1 доллара позволяет возвратить 5–6 долларов США за счет сохранения здоровья и трудоспособности населения [1].

Одним из существенных факторов риска является производственная среда. В мире ежегодно от несчастных случаев на производстве или от профессиональных заболеваний умирают 2,3 млн человек (в европейском регионе – 300 тыс.), теряется до 4 % годового ВВП (в европейском регионе – 5 % ВВП). Главными профессиональными рисками в регионе ВОЗ-Евро являются травматизм (32 % профессионального бремени заболеваний), шум (21 %), канцерогены (16 %), содержание в воздухе рабочей зоны взвешенных веществ (27 %) и эргономические опасные факторы (4 %). Показано, что в мире ежегодно по причинам, связанным с воздействием канцерогенов в производственной среде, умирают 304 тыс. человек, одним из главных профессиональных канцерогенов является асбест [1]. По проведенным оценкам ежегодно в США экономическое бремя, связанное с асбестом, составляет 11,92 блн долл. США (учтены все издержки) [1].

В настоящее время международными резолюциями и соглашениями определены также следующие приоритетные целевые области деятельности по разделу «Окружающая среда и здоровье»: отходы, изменение климата, экологически устойчивые системы здравоохранения, по которым будет проводиться работа.

Выводы. Загрязнение среды обитания формирует не только медико-демографические потери, способствуя увеличению смертности и заболеваемости, в том числе трудоспособного населения, но и экономические потери – недополучение ВВП, высокие затраты на здравоохранение. Совершенствование управления качеством среды обитания человека в Республике Беларусь на основе научно обоснованных подходов и применения методик оценки бремени заболеваний, ассоциированных со средой обитания, в том числе оценки экономического ущерба, позволит выполнять количественные оценки последствий от воздействия неблагоприятной среды обитания, что будет способствовать повышению доказательности при обосновании и принятии решений о приоритетности профилактических мероприятий и инвестициях в данной сфере, послужат основой обеспечения надлежащего уровня санитарно-эпидемиологического благополучия населения республики, мониторинга достижения ЦУР с учетом международного и регионального аспектов.

Список литературы

1. Здоровая окружающая среда – здоровые люди. – Всемирная организация здравоохранения: Копенгаген, 2018. – 54 с.

2. Методика комплексной оценки потерь здоровья в результате заболеваемости и смертности: инструкция по применению № 140–1105 / утв. первым заместителем Министра здравоохранения 26.06.2006. – Минск, 2012. – 28 с.

3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. [Электронный ресурс] // Министерство экономики Республики Беларусь. – URL: http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030.pdf (дата обращения: 23.09.2019).

4. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. [Электронный ресурс] // Организация Объединенных Наций. – URL: https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1_ru.pdf (дата обращения: 03.12.2019).

5. Стартовые позиции Беларуси по достижению Целей устойчивого развития: сб. материалов. – Минск: ООО «РИФТУР ПРИНТ», 2017. – 131 с.

6. Economic Burden of Environmentally Attributable Illness in Children of New Hampshire. – New Hampshire: NH Department of Health and Human Services, Division of Public Health Services Bureau of Public Health Statistics and Informatics, 2014. – 36 p.

7. Environmental health inequalities in Europe: Second assessment report. – WHO, Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2019. – 154 p.

8. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. – WHO, Geneva: WHO Press, 2009. – 70 p.

9. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 // Lancet. – 2017. – Vol. 9, № 390. – P. 1151–1210. DOI: 10.1016/S0140-6736 (17) 32152-9

10. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 // Lancet. – 2018. – Vol. 10, № 392. – P. 1923–1994. DOI: 10.1016/S0140-6736 (18) 32225-6

11. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 // Lancet. – 2017. – Vol. 9, № 390. – P. 1345–1422. DOI: 10.1016/S0140-6736 (17) 32366-8

12. Prüss-Üstün A., Corvalán C. Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease. – WHO, Geneva: WHO Press, 2006. – 104 p.

13. The public health impact of chemicals: knowns and unknowns [Электронный ресурс] // World health organization. – URL: http://www.who.int/ipcs/publications/chemicals-public-health-impact/en (дата обращения: 23.09.2019).

14. The public health impact of chemicals: knowns and unknowns. Data addendum for 2016 [Электронный ресурс] // World health organization. – URL: https://www.who.int/ipcs/publications/Chemicals_addendum_update_2018_FINAL.pdf (дата обращения: 23.09.2019).

15. Valent F. Burden of disease attributable to selected environmental factors and injuries among Europe's children and adolescents. – WHO, Geneva, 2004. – 95 p.

16. What are the health costs of environmental pollution? – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. – 60 p.

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения в эпоху модернизации государственной системы: генезис, проблемы и перспективы

А.А. Кравец, М.П. Сиволапов

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области, г. Омск, Россия

Модернизация государственного аппарата, деструктуризация государственных учреждений, а также применение диверсификации прав и обязанностей органов исполнительной власти в системе государственного управления диктуют актуальность тенденций развития санитарного законодательства. Риск-ориентированный подход к осуществлению контрольно-надзорной деятельности обеспечивает, с одной стороны, облегчение государственного давления на хозяйствующих субъектов, с другой – реализует в полной мере социальную и регулятивно-управленческую функции государства. Однако при формировании новой модели управления встает серьезный организационно-технический вопрос, благодаря каким средствам и методам правового регулирования осуществлять вышеупомянутые функции государства. Реализуя свои правомочия, субъекты правоотношений обязаны руководствоваться нормами законодательства, при этом с повышением правовой культуры меняется и социально-правовая ответственность субъектов правоотношений. В данном ключе автором предлагаются новые подходы к осуществлению деятельности санитарной службы, выделяется ряд вопросов правового регулирования, составляющих серьезную проблему взаимодействия и кооперации хозяйствующих субъектов и органов санитарно-эпидемиологического надзора между собой. Конституционное естественное право на жизнь и здоровье может обеспечиваться только при правильном доктринальном понимании сущности процессов модернизации, вследствие закрепления концептуальных положений в законодательстве Российской Федерации. Авторами предпринята попытка систематизировать мнения ученых из разных отраслей гуманитарных наук по поводу отношений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. В данном контексте предлагается новый подход к выделению отрасли законодательства – санитарного права и новых подходов к юридической технике закрепления государственных стандартов и правовых механизмов.

Ключевые слова: санитарное законодательство, государственная система, пробелы, санитарно-эпидемиологическое благополучие населения, санитарное право.

Современная социально-экономическая ситуация в мире выдвигает перед государством ряд задач, направленных на сохранение здоровья населения, обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия и безопасности страны. В России при этом действует система национальных проектов, система экологического мониторинга, с одной стороны, с другой, – как отмечает ряд ученых-гигиенистов, – всемерная поддержка бизнеса с ориентацией деятельности хозяйствующих субъектов на расширение импортозамещения, повышения конкурентоспособности и т.д. [6].

С данным тезисом в полной мере можно согласиться, новые вызовы требуют новых методов противостояния им путем развития способов осуществления сани-

тарно-эпидемиологического надзора, его нормирования, а также улучшения эффективности регулирования общественных отношений. Все это показывает актуальность и системное значение данного исследования.

Данное обоснование подкрепляется также реформой контрольно-надзорной деятельности, переходом к системе риск-ориентированного подхода к осуществлению данной деятельности, а также особым вниманием руководства государства к современным вызовам, предопределенным технологическими мощностями, цифровизацией экономики, международным вниманием к охране окружающей среды и здоровью населения.

Традиционно считалось, что обеспечивать здоровье населения, прежде всего, призвана профилактическая медицина, она является фундаментом, опорой для реализации государственной политики в данной сфере, однако в последнее время видится тенденция к переориентации, системной деструктуризации, некогда единой системы обеспечения здоровья населения и среды его обитания.

Действительно, здоровье населения – основной критерий эффективности деятельности по жизнеобеспечению органов исполнительной власти, организаций, учреждений и ведомств как на муниципальном, так и на региональном, и на федеральном уровнях. Оно является интегральным показателем, связанным с условием жизни и социально-экономическими факторами.

Однако с данной тенденцией авторы статьи категорически не согласны по причине отсутствия должного обоснования выделения элементов отрасли законодательного права, экологического, природоресурсного, сельскохозяйственного права и дальнейшего их обособления при построении объекта, метода правового регулирования, фундаментальных критериев нормативной основы на гигиенических нормативах российских ученых медико-профилактического дела. Следовательно, в данной статье рассматривается санитарное право и его источники, традиционно складывающееся и научно обоснованные в сложившейся медицинской науке.

Дело обеспечения здоровья населения традиционно осуществляла Санитарная служба, нормативно закрепившаяся в Декрете Совета народных комиссаров РСФСР от 15 сентября 1922 г. «О санитарных органах республики». С изданием данного Декрета получили актуализацию исследования санитарных врачей и эпидемиологов, связанные с санитарной охраной воды, воздуха и почвы; санитарной охраной жилищ; санитарной охраной пищевых продуктов; организацией противоэпидемических мероприятий; организацией борьбы с социальными болезнями; охраной здоровья детей; санитарной статистикой; санитарным просвещением; участием в вопросах санитарной охраны труда и общей организации лечебно-санитарного дела. В преддверии 100-летнего юбилея Санитарной службы очень важно сказать о разработках врачей гигиенистов и эпидемиологов в рамках санитарно-эпидемиологического нормирования в Российской Федерации. Омские гигиенисты Сохошко И.А., Турчанинов Д.В., Стасенко В.Л., Ростиков В.П., Ширинский В.А. привнесли особый вклад в развитие медико-профилактического дела, формирование новых кадров для Санитарной службы России.

Предлагая новые модели, концепции, средства и методы осуществления государственной деятельности, необходимо представлять и осознавать цели и задачи, поставленные в сфере правового регулирования той или иной сферы общественных отношений. К нашему сожалению, таковых целей и задач в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения представлено не было в Федераль-

ном законе от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и в иных нормативных правовых актах. При этом непонимание правоприменителями-юристами цели санитарно-эпидемиологического нормирования и требований ведет к разнообразной судебной практике, вслед за этим формируются нестандартные, а порой противоречивые решения в судах общей юрисдикции и арбитражных судах. Отсутствие должного назначения санитарной службы, ее целей, задач, приоритетных направлений деятельности, на наш взгляд, ставит под угрозу обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения и показывает неоднозначность в структуре государственной политики, направленной на защиту здоровья населения и среды его обитания.

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения Федеральным законом от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» понимается как «состояние здоровья населения, среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности».

Относительно необходимости формирования правового режима санитарно-эпидемиологического благополучия населения также следует ответить утвердительно, исходя из того, что правовой режимом определяется как «порядок регулирования, который выражен в комплексе правовых средств, характеризующих особое сочетание взаимодействующих между собой дозволений, запретов, также позитивных обязываний и создающих особую направленность регулирования» [4]. Без формирования правового режима санитарно-эпидемиологического благополучия населения воздействие на его поведение может оказаться неэффективным.

Уже при формализованном подходе на вопрос о том, является ли санитарно-эпидемиологическое благополучие населения нематериальным благом или нет, имеются основания ответить утвердительно, поскольку под благом понимается «то, что дает достаток, благополучие, удовлетворяет потребности» [8].

Устранение вредного воздействия факторов среды обитания на человека и обеспечение благоприятных условий его жизнедеятельности, поддержание его здоровья в удовлетворительном состоянии, без сомнения, соответствует интересам населения и соответствует признакам блага. Нематериальность данного блага заключается в отсутствии у него экономического содержания и в невозможности участия в гражданском обороте. В законодательстве нет разграничения между санитарно-эпидемиологическим благополучием населения и санитарно-эпидемиологическим благополучием отдельных лиц (гражданина, семьи, коллектива и т.д.). Исходя из того, что население состоит из совокупности индивидов и общностей, обладание ими благом – санитарно-эпидемиологическим благополучием, предполагается, поскольку не установлено иное. В то же время в силу того, что законодательством не провозглашено право гражданина на санитарно-эпидемиологическое благополучие, обладание им этим благом, в некоторой степени, осложнено из-за отсутствия соответствующих правоотношений – в рамках которых правовая охрана этого блага могла бы осуществляться более эффективно. Думается, что с учетом наличия санитарно-эпидемиологического законодательства провозглашение права гражданина и иных лиц на санитарно-эпидемиологическое благополучие – вопрос времени [5].

Авторы усматривают некий правовой диссонанс, с одной стороны, мы конституционно провозглашаем защиту здоровья населения (статьи 7, 41, 42 Консти-

туции Российской Федерации), с другой – не в полной мере отражаем в профильном законодательстве положения, детализирующие и конкретизирующие фундаментальные конституционные основы защиты прав граждан.

В ч. 2 статьи 41 Конституции Российской Федерации от 12.12.1993 г. содержится положение, в соответствии с которым в Российской Федерации поощряется деятельность, способствующая укреплению здоровья человека, санитарно-эпидемиологическому благополучию. Однако Конституция содержит и другую норму – ч. 3 статьи 55, в соответствии с которой права и свободы человека и гражданина могут быть ограничены федеральным законом только в той мере, в какой это необходимо в целях защиты основ конституционного строя, нравственности, здоровья, прав и законных интересов других лиц, обеспечения обороны страны и безопасности государства. Из вышеперечисленных оснований ограничений прав имеющей отношение к исследуемой теме является охрана (защита) здоровья, составной частью которой является санитарно-эпидемиологический надзор, обеспечивающий санитарно-эпидемиологическое благополучие населения.

Конституция РФ провозглашает важнейшие свободы и права на блага; задачи провозглашения иных прав, свобод, в том числе установления приоритета одних благ над другими, осуществляются посредством охранительного (регулятивного) воздействия на поведение участников общественных отношений, в том числе посредством создания специальных правовых режимов, в том числе правового режима санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Считаем важным отразить и усилить в законодательстве о санитарно-эпидемиологическом благополучии приоритет защиты прав граждан Российской Федерации в части их здоровья, а направлением деятельности органов государственной власти и иных публичных образований и организаций – обеспечение выполнения санитарных правил и нормативов. В данном направлении улучшения реализации законодательства о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения необходимо также вести разъяснительную работу руководящему составу юрисдикционных органов публичной власти в части важности и системного значения деятельности Санитарной службы по выявлению и пресечению правонарушений, координацию совместной деятельности и отсутствию административных барьеров.

В данном аспекте также необходимо указать, что медицинские работники оценивают юридический факт в целом с точки зрения улучшения или ухудшения здоровья человека (сугубо медицинской), но не дают формально-юридическую оценку в контексте квалификации деяния как правонарушения. Данный тезис подтверждается работами В.Р. Кучмы, который отмечал важность принятия профессионального стандарта для студентов-медиков гигиенического профиля, который отражал бы, помимо традиционных медицинских знаний, знания в области деятельности санитарной службы, мониторинга окружающей среды, общие юридические знания [3].

Подобной точки зрения придерживается и авторский коллектив Сеченовского университета, который полагает, что в обучении врача-профилактика есть не только этический аспект, но и нормативный (законодательный), который врач обязан неукоснительно соблюдать [1]. С данными позициями можно в полной мере согласиться, невозможно добиться соблюдения нормы права без понимания субъектами права нужности и значения его соблюдения, для этого и необходимо

нормативно закрепить цели и задачи обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации на уровне законодательного акта.

Таким образом, мы сталкиваемся с межотраслевым (междисциплинарным) аспектом правоотношений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, что является архиважным при разработке и принятии санитарных норм и правил. На основе проведенного исследования можем сделать вывод о наличии «двойных стандартов» в правовом регулировании санитарно-эпидемиологического благополучия населения и отсутствии концептуальных исследований ученых-юристов об организационных, правовых и методических основах обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации. В данном контексте уместно употребить знаменитое латинское выражение: «Знание законов заключается не в том, чтобы помнить их слова, а в том, чтобы понимать их смысл».

Перед учеными встают серьезные задачи: с одной стороны, эффективно бороться с угрозами санитарно-эпидемиологической безопасности, с другой – обеспечить высокий юридический уровень документов в сфере регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации.

Так, ученые-гигиенисты при разработке новых гигиенических нормативов и санитарных правил предлагают учитывать два основных принципа: стабильность (замена отработанных (устаревших) механизмов обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения только после исчерпания их регуляторного потенциала (включая вопросы гигиенического нормирования и внедрения методологии оценки риска)) и мобильность (способность гибко и оперативно реагировать на быстро меняющиеся условия и возникающие риски для здоровья населения в современном мире) [2].

Однако представитель юридической науки И.А. Фурсова отмечает, что несмотря на наличие обширной правовой базы, регулирующей сферу обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, существует ряд проблем в нормативно-правовом регулировании: «санитарные нормы, иные нормативные акты не согласованы между собой, образуя пробелы в санитарном нормировании, содержат различные, иной раз противоречивые и неточные определения в отношении одного термина, в результате чего снижается эффективность государственного санитарно эпидемиологического надзора. Необходимо направить усилия в область реформирования, систематизации и кодификации санитарного законодательства» [7].

В то же время одного лишь установления в законе приоритета одних нематериальных благ над другими при возникновении инфекций (эпидемий), отравлений, массовых поражений или же при ухудшении санитарно-эпидемиологической обстановки еще недостаточно, поскольку необходимо дальнейшее развитие положений закона в иных законах или в подзаконных актах – в установленном законом объеме. Тем самым в подобных ситуациях будет более четко определен приоритет одного блага – санитарно-эпидемиологического благополучия населения – над другим – гражданско-правовым, и дальнейшее конструирование правовых норм, в том числе на подзаконном уровне, должно исходить из этого соотношения.

Не вызывает сомнения и тот факт, что в условиях наличия сложной санитарно-эпидемиологической обстановки, характеризующейся наличием инфекци-

онных заболеваний, эпидемий, проведение профилактических и противоэпидемических мероприятий, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера с последующими последствиями, направленными на организм человека, требует от компетентных организаций и должностных лиц принятия экстренных мер, которые могли бы предотвратить быстрое распространение заболевания. Игнорирование нормами санитарно-эпидемиологического законодательства может создать социальные проблемы в обществе и поставить под сомнение возможность нормального его существования. Без введения ограничений на ряд личных неимущественных прав решение подобных задач может оказаться проблематичным или невозможным.

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения – как публично-правовой интерес – составляет основу безопасности любого общества, что является бесспорным. Данный интерес обеспечивается формированием санитарно-эпидемиологического законодательства – законов и изданных на их основе подзаконных нормативных актов, в том числе таких распространенных в данной области, как санитарные нормы и правила.

В связи с этим возникает другая проблема. Проблема запоздалого развития профильного законодательства о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения за тенденциями общефедерального (национальные проекты президента, внесение изменений в отдельные законодательные акты и т.д.) диктует тенденцию к постоянному долгосрочному развитию нормативной базы в условиях социально-экономического развития государства.

Таким образом, профильное законодательство хотя и регулирует правоотношения в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, однако не отражает в полной мере тенденций общефедерального законодательства. Ярчайшим примером может стать Приказ Минздрава РФ от 27 октября 2000 г. № 381 «О бланках типовых документов, используемых центрами Госсанэпиднадзора», который не был изменен в части выдачи санитарно-эпидемиологического заключения и его реквизитов о соответствии с санитарными правилами не «имущества» (как это предусмотрено с внесением изменений от 25.11.2007 в Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»), а «видов деятельности».

Еще одним примером может стать внесение изменений в ч. 3 статьи 12 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». В прошлой редакции он звучал следующим образом: «Предоставление земельных участков для строительства допускается при наличии санитарно-эпидемиологических заключений о соответствии предполагаемого использования земельных участков санитарным правилам». Однако по настоящее время в санитарные правила в п. 3.4 Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 30 мая 2001 г. № 16 «О введении в действие санитарных правил» «Санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии гигиеническим требованиям выбранного участка для устройства полигонов ТБО выдает территориальный ЦГСЭН» изменения внесены не были.

Подобным образом регулирует данные правоотношения п. 4.11 Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 17 апреля 2003 г. № 53 «О введении в действие СанПиН 2.1.7.1287-03»: «Не разрешается предоставление земельных участков под строительство без заключения органов и учреждений,

осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор или при наличии в нем замечаний о нарушении санитарных норм и правил». В этой связи вспоминается фраза Т. Фуллера: «Много законов, но мало законности».

Считаем целесообразным также рассмотреть вопрос о вовлечении в дело обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения органы местного самоуправления, в чью компетенцию входят ярко выраженные социальные функции – обеспечение населения электро-, тепло-, газо- и водоснабжением, водоотведением, снабжение населения топливом, дорожная деятельность, обеспечение проживающих в муниципальном, городском округе и нуждающихся в жилых помещениях малоимущих граждан жилыми помещениями, организация строительства и содержания муниципального жилищного фонда, участие в предупреждении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в границах муниципального образования, организация мероприятий по охране окружающей среды и т.д. (глава 3 Федерального закона от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации»).

Все это диктует тенденцию к развитию системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, так как деятельность каждого публичного образования направлена, прежде всего, на обеспечение конституционного права граждан Российской Федерации – здоровья населения. Органы местного самоуправления, считаем, являются самыми «близкими» к населению муниципального образования, знают особенности организации деятельности в границах муниципального образования и могут (обязаны) обеспечить на своей территории надлежащий уровень санитарной культуры.

Ранее в статье 7 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» содержалось положение, что органы местного самоуправления осуществляют деятельность в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в пределах полномочий, предоставленных им законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации.

Считаем, что данное положение являлось рациональным, а его отмена является преждевременной, так как санитарно-эпидемиологическая безопасность обеспечивается в той или иной мере на всех уровнях публичной власти. Решая основные социальные задачи, муниципальные органы обязаны не только соблюдать санитарные требования, но и на своем уровне обеспечивать их исполнение.

Для комплексного обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения авторы приходят к выводу о законодательном закреплении взаимодействия органов и организаций для достижения целей федерального законодательства.

Так, в Российской Федерации действуют Санитарно-противоэпидемическая комиссия Правительства Российской Федерации (п. 114 Постановления Правительства РФ от 16.04.2004 № 215 «Об упорядочении состава координационных, совещательных, иных органов и групп, образованных Правительством Российской Федерации») во исполнение статьи 5 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», однако непонятен ее статус, состав, юридическая сила решений данной комиссии и практики деятельности.

Считаем целесообразным распространить данную практику на уровень субъекта Российской Федерации и по наиболее важным вопросам обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в конкретном регионе собирать данную ко-

миссию, решения которой являются обязательными для исполнения всеми ее участниками, а также закрепить на законодательном уровне компетенцию, полномочия и задачи данной комиссии.

Детально не закреплены и принципы международного сотрудничества Российской Федерации, и заключение международных договоров Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. К примеру, в Федеральном законе от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» международному сотрудничеству посвящена целая глава 15, в которой регламентируется такое сотрудничество, а также статус международных договоров в области охраны окружающей среды.

Также можем сказать, что отсутствует упоминание об общественном контроле в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Федеральном законе от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Хотя так называемые общественные санитарные инспекторы отражаются в Приказе Минздрава СССР от 02.07.1966 № 633-66 «О подготовке общественных санитарных инспекторов и их работе. Методические указания» и СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест» (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 05.08.1988 № 4690-88), которые до настоящего времени отменены не были и действуют в части, не противоречащей современному законодательству России.

Данные проблемы правового регулирования санитарного права показывают отсутствие комплексной организации санитарно-эпидемиологического надзора на всех уровнях публичной власти. Считаем, что дело обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения является задачей и целью каждого человека, а следовательно, необходимо надлежащим образом закрепить в профильном федеральном законе вышеперечисленные виды координационной работы ведомств, общественных организаций и граждан.

Отдельной проблемой правового регулирования авторы считают качественное изменение и уточнение полномочий должностных лиц санитарно-эпидемиологического надзора и Главных государственных санитарных врачей по субъектам Российской Федерации.

Так, в соответствии с п. 8 части 1 статьи 51 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» Главные государственные санитарные врачи и их заместители имеют право вносить предложения в органы публичной власти.

Рассмотренный законодательный пример находит подтверждение и в правоприменительной практике. Особо богатой является практика применения санитарно-эпидемиологического законодательства на территории Российской Федерации.

Одним из таких предложений является предложение о введении (отмене) ограничительных мероприятий (карантина) на определенной территории, которое в зависимости от охвата территории подается в органы исполнительной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления.

В Постановлении Правительства Российской Федерации от 19 августа 2005 г. № 529 «Об организации и контроле за введением и отменой ограничительных мероприятий (карантина) по предписанию территориального органа, осуществляющего государственный санитарно-эпидемиологический надзор» содержится строго

определенный порядок реагирования органов власти на полученное Предложение (предписание).

На основании предписания об угрозе возникновения или распространения инфекционных заболеваний на территории субъекта Российской Федерации орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации территориального органа, осуществляющего государственный санитарно-эпидемиологический надзор, в течение 24 часов обязан, во-первых, принять решение о введении необходимых ограничительных мероприятий (карантина) на всей территории соответствующего субъекта Российской Федерации или на территории отдельных районов, городов, населенных пунктов данного субъекта Российской Федерации, во-вторых, утвердить план мероприятий по организации выполнения ограничительных (карантинных), профилактических, противоэпидемических и лечебно-диагностических мероприятий и, в-третьих, создать оперативный штаб по обеспечению выполнения указанного плана.

На основании предписания территориального органа, осуществляющего государственный санитарно-эпидемиологический надзор, при устранении угрозы распространения и (или) ликвидации очага инфекционных заболеваний и выполнении утвержденного плана мероприятий орган исполнительной власти субъекта принимает решение об отмене ограничительных мероприятий (карантина) на всей территории субъекта или на территории отдельных районов, городов, населенных пунктов данного субъекта.

Таким образом, порядок принятия мер в случае угрозы распространения инфекции реализуется только при налаженном взаимодействии вышеназванных органов.

Ярчайшим примером может послужить п. 5.10 Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 29.03.2017 № 44 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1.7.3465-17 «Профилактика чумы». При выявлении больных бубонной формой чумы в эпидемическом очаге вводят противоэпидемические (профилактические) мероприятия, при выявлении больных легочной формой чумы вводят карантин. Карантин вводится на всей территории субъекта Российской Федерации или на территории отдельных районов, городов, населенных пунктов данного субъекта Российской Федерации решением органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации на основании предписания территориального органа, осуществляющего государственный санитарно-эпидемиологический надзор. В случаях введения карантина на территории соответствующего субъекта Российской Федерации или на территории отдельных районов, городов, населенных пунктов данного субъекта Российской Федерации запрещается выезд (выход) людей без прохождения обсервации. Наблюдение за лицом, находящимся в обсерваторе, продолжается в течение 6 дней.

В региональном законодательстве содержатся нормы, отражающие порядок исполнения требований главного государственного санитарного врача и его заместителями исполнительными органами государственной власти субъекта Российской Федерации, в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Так, в силу статьи 20 Закона Московской области от 14 ноября 2013 г. № 132/2013-ОЗ «О здравоохранении в Московской области» санитарно-эпидемиологическое благополучие населения Московской области обеспечивается, в частности,

путем введения и отмены на территории Московской области Правительством Московской области ограничительных мероприятий (карантина) на основании предложений, предписаний главного государственного санитарного врача по Московской области и его заместителей.

В соответствии с п. 1 части 3 статьи 8 Закона Санкт-Петербурга от 3 июля 2012 г. № 367-63 «Об основах организации охраны здоровья граждан в Санкт-Петербурге» в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения Санкт-Петербурга Правительство Санкт-Петербурга осуществляет введение и отмену на территории Санкт-Петербурга ограничительных мероприятий (карантина) на основании предложений, предписаний главных государственных санитарных врачей и их заместителей.

Однако все остальные виды «предложений» в законодательстве Российской Федерации так и не были использованы в полном объеме. К примеру, внесенные предложения об улучшении санитарно-эпидемиологической обстановки в регионе практически не применяются, такой же судьбе подверглись и иные «предложения», указанные в настоящей статье Федерального закона.

Особого внимания заслуживает юридическая сила данного акта управления. В законодательстве Российской Федерации не зафиксирована обязанность хозяйствующих субъектов, органов публичной власти исполнять настоящий акт управления. Спорным является и квалификация неисполнения мероприятий по улучшению санитарно-эпидемиологической обстановки в предложениях главных государственных санитарных врачей (и их заместителей) в Кодексе Российской Федерации об административных правонарушениях (статья 19.5 КоАП РФ).

Таким образом, авторы приходят к выводу о дальнейшей конкретизации положений Федерального закона в части полномочий, обязанности и компетенции должностных лиц, осуществляющих санитарно-эпидемиологический надзор.

Названные проблемы правового регулирования показывают несовершенство санитарного законодательства, его коллизионность и неточность, что наталкивает на мысль о системном анализе норм санитарного права, их актуализации, приведении в соответствие с аналогичными нормами в общефедеральном законодательстве, в конечном итоге – о систематизации путем кодификации.

До настоящего времени отсутствовала какая-либо концепция (доктрина, государственная программа) развития санитарного законодательства, а попытки его актуализации или изменения проходили бессистемно и не были направлены на комплексное решение проблемы правового регулирования.

На основании данного тезиса авторами выделяются юридические условия реализации государственной политики, направленной на систематизацию санитарного законодательства:

1. Идеи и направления систематизации должны рассматриваться не только как концептуальная основа перспективного развития системы государственного санитарно-эпидемиологического регулирования, но и как ее юридическая основа.

2. Цели и направления систематизации должны представлять собой законодательно зафиксированную государственную политику по вопросам социального предназначения и организационно-правового строительства органов санитарно-эпидемиологического надзора, их месте и роли в обществе, целях, формах и методах деятельности по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в стране.

3. Концепция развития санитарного законодательства в Российской Федерации должна быть утверждена на самом «высоком уровне», так как в скором времени, предполагаем, идеи, вложенные в данную Концепцию, могут стать основой для формирования нового законодательного акта – Санитарного кодекса Российской Федерации.

В этой связи вспоминается фраза французского ученого-юриста Шарля Монтескье: «Излишние законы ослабляют законы необходимые».

Из этой проблемы можно сформулировать один важный тезис: не нужно детализировать закон, если он в полной мере регулирует те или иные правоотношения. Коллектив исследователей Тюменского государственного университета совместно с Управлением Роспотребнадзора по Омской области приходят к мысли о создании комплексного закона – федерального Санитарного кодекса с Классификатором санитарных правил и норм (в качестве Приложения к кодексу) для создания системы законодательства о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения.

Список литературы

1. Деонтология в профилактической медицине: научно-исторические основы, вызовы современности и пути решения / Н.И. Брико, П.И. Мельниченко, В.Р. Кучма [и др.] // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 5. – С. 389–395.

2. Информационно-аналитическая поддержка управления риском для здоровья населения на основе реализации концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года / А.Ю. Попова, С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 9 (318). – С. 4–12.

3. Кучма В.Р. Стандартизация подготовки специалистов гигиенического профиля: проблемы и пути решения // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 11. – С. 1015–1019.

4. Ожегов С.И. Словарь русского языка / под ред. Н.Ю. Шведовой. – 18-е изд. – М.: Русский язык, 1986. – 797 с.

5. Павлов А.В. Проблемы правовой охраны медицинской тайны в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения [Электронный ресурс] // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 12. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2016/12/75695 (дата обращения: 03.01.2020).

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

7. Фурсова И.А. О модернизации государственного регулирования в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия // Юридические записки. – 2012. – № 2. – С. 84–87.

8. Фурсова И.А. Сущность санитарно-эпидемиологического благополучия // Правовая наука и реформа юридического образования. – 2011. – № 1 (24). – С. 166–170.

Особенности нормирования в питьевой воде эссенциальных элементов

О.О. Синицына, С.И. Плитман, Г.П. Амплеева, О.А. Гильденскиольд, Т.М. Ряшенцева

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи, Россия

Ряд эссенциальных элементов природного происхождения нормированы в питьевой воде по санитарно-токсикологическому показателю вредности.

Определена роль питьевого фактора в пополнении организма человека эссенциальными элементами природного происхождения. Использованы расчетные модели дозовых эквивалентов предельно допустимых концентраций (далее – ПДК) эссенциальных элементов и расчет ПДК для них, исходя из необходимости 20 % вклада водного фактора в референтные дозы.

На примере существующих источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, содержащих 6 эссенциальных элементов однонаправленного действия, применена методика оценки неканцерогенного риска здоровью населения.

Действующие ПДК никеля и селена не обеспечивают оптимального уровня суточного поступления, в то время как установленные их ПДК не только безвредны, но и соответствуют минимально необходимой дозе поступления. В то же время для лития ни действующее ПДК, ни расчетное с учетом оценки риска на основе международно принятых референтных доз, не обеспечивают минимально необходимое суточное поступление в организм человека. При содержании в воде бора и ванадия на уровне ПДК будет иметь место превышение их 20%-ного вклада в референтную дозу (соответственно 71,4 и 164,7 %). Поступление этих эссенциальных элементов с пищевыми продуктами может являться фактором, детерминирующим уровень неканцерогенного риска.

Ключевые слова: эссенциальные элементы, ПДК в питьевой воде, неканцерогенные риски, референтные дозы, минимально необходимые суточные дозы, никель, селен, литий, бор, ванадий.

В действующем СанПиНе 2.1.4.1074-01 [32] присутствуют нормативы веществ, относящихся к эссенциальным и условно эссенциальным: селен, хром, йод, молибден, кобальт, ванадий, фтор, литий, кремний, бор, бром. Их нормативы в питьевой воде ($ПДК_{пв}$) установлены по санитарно-токсикологическому показателю вредности. В ряде случаев их наличие в питьевой воде детерминируется природным качеством источника [1, 17]. При этом имеет место одновременное нахождение нескольких элементов в разных концентрациях. Согласно опубликованным данным [2, 5, 6, 9, 18, 22, 35, 39, 40, 43], в подземных водоисточниках концентрации бора достигают 0,46 мг/л, брома находятся в пределах 0,029–0,9 мг/л, ванадия – от 0,0013 до 0,074 мг/л, кальция – от 20 до 430 мг/л, кобальта – от 0,0004 до 0,0074 мг/л, кремния – от 3,7 до 24,2 мг/л, лития – 0,019–0,071 мг/л, молибдена – 0,001–0,021 мг/л, никеля – 0,0043–0,021 мг/л, селена – 0,001–0,052 мг/л, фтора – 0,4–4,8 мг/л, хрома – 0,0016–0,1 мг/л. Таким образом, можно констатировать, что содержание эссенциальных элементов в потенциальных и эксплуатируемых источниках хозяйственно-питьевого назначения колеблется от уровней значительно ниже ПДК до величин, превышающих нормативы более чем в 4 раза, например по фтору, брому, селену.

Цель исследований – определение роли питьевого фактора в пополнении организма человека эссенциальными элементами природного происхождения.

Материалы и методы. Материалами исследования являлись:

– базовая информация о содержании в водоисточниках РФ эссенциальных элементов природного происхождения, регламентированных в питьевой воде по санитарно-токсикологическому показателю вредности;

– нормативы эссенциальных элементов в питьевой воде и пищевых продуктах;

– референтные дозы для эссенциальных элементов при хроническом пероральном поступлении.

При исследовании использованы следующие методы: расчеты дозовых эквивалентов $ПДК_{пв}$ для эссенциальных элементов, нормированных по санитарно-токсикологическому показателю вредности; $ПДК_{пв}$ с учетом 20%-ного вклада питьевого фактора в референтную дозу для эссенциальных элементов при хроническом пероральном поступлении; расчет неканцерогенных рисков для здоровья за счет присутствия в конкретных питьевых источниках эссенциальных элементов, дифференцированных по однонаправленности действия на функциональное состояние отдельных органов и систем.

Результаты. В связи с тем, что эссенциальные элементы выполняют функции регуляции активности метаболических систем и геномного аппарата клетки и человеческий организм реагирует на их присутствие не только при дозе, вызывающей токсический эффект, но и при дефицитной дозе [1, 8, 22, 24, 28, 34], представляется целесообразным актуализировать нормативы по данной группе веществ.

Проблеме минимально необходимых уровней элементов, характеризующих физиологическую полноценность питьевой воды, был посвящен ряд работ [12, 13, 15, 20], что подробно отражено в докладе Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ) [30], результаты которых нашли отражение в нормативном документе, регламентирующем качество питьевой воды, расфасованной в емкости [33]. Например, в рамках этих исследований обоснованы минимально необходимые уровни кальция и магния. В то же время уровень минимальной жесткости (обусловленной в основном содержанием этих элементов) в действующих нормативных документах [7, 32] не указан, и единственной регламентирующей величиной является верхний допустимый уровень. Что касается публикаций о роли дефицита других эссенциальных элементов [14, 36, 38, 42], то они не дают достаточных оснований для регламентации их минимально необходимого уровня в питьевой воде.

Теоретическими и прикладными проблемами обеспечения потребности человека в эссенциальных элементах, в основном, занимаются специалисты в области гигиены питания [10, 16, 19, 20, 23, 25, 37], которые практически не учитывают роль водного фактора, хотя ВОЗ рекомендует нормировать химические вещества в питьевой воде с учетом их поступления с пищевыми продуктами [29]. Более того, в 4-м издании Руководства ВОЗ по контролю качества питьевой воды [29] долю вклада водного фактора в референтной дозе при пероральном поступлении рекомендовано считать до 20 %. Ранее установленная доля в 10 % признается большинством экспертов излишне консервативной и недостаточной.

Данные о вероятных патологических состояниях организма человека, обусловленных не только избытком, но и дефицитом эссенциальных элементов (табл. 1), нормированных в питьевой воде по санитарно-токсикологическому показателю вредности, свидетельствуют о важности их учета при прогнозировании рисков для здоровья.

Таблица 1

Патологии, обусловленные дефицитом и избытком эссенциальных и условно эссенциальных элементов, нормированных в питьевой воде по санитарно-токсикологическому признаку вредности

Элемент	Изменения в организме человека	
	при дефицитных дозах	избыточных дозах
Литий	Биполярные расстройства. Возрастает вероятность развития сахарного диабета, сердечно-сосудистых нарушений, гипертонии	Неврологические и психические расстройства, угнетение функции щитовидной железы, почечная недостаточность
Хром	Нарушение толерантности к глюкозе, риск нарушения репродуктивной функции у мужчин	Поражение функции печени, почек, желудочно-кишечного тракта
Селен	Нарушение белковообразовательной функции печени, иммунного статуса, дисфункция поджелудочной железы. Отмеченная симптоматика усиливается при дефиците фтора, кальция, йода	Поражения печени, селезенки, кожи
Кобальт	Нарушение кроветворной функции, функции печени, сердечного ритма, повреждение костной ткани. Отмеченные изменения усиливаются при дефиците фтора	Поражения эндокринной, кроветворной, сердечно-сосудистой системы
Молибден	Тахикардия, куриная слепота	Поражения почек, кроветворной и костно-мышечной систем
Кремний	Артрозы. Проявления усиливаются при дефиците кальция	Поражения почек и костно-мышечной системы
Фтор	Кариес, пародонтоз. Процесс усиливается при дефиците кальция	Поражения костной системы
Йод	Гипотиреоз, патология плода первого триместра. Проявления усиливаются при дефиците селена, кобальта, кальция	Гипертиреоз
Бор	Дисбаланс половых гормонов, предрасположение к сахарному диабету, усиление остеопороза	Поражение печени, почек, нервной системы, репродуктивной функции
Бром	Анемия, возрастает риск выкидышей плода	Поражение эндокринной, кроветворной системы, почек
Ванадий	Падение сахара в крови	Поражение почек, печени, кроветворных органов
Никель	Проявление дерматита	Поражение печени, сердечно-сосудистой и кроветворной системы, желудочно-кишечного тракта
Кальций	Остеопороз, нарушение свертываемости крови. Проявления усиливаются при дефиците селена, кремния, йода, фтора	Алкалоз, гиперкальциемия

Примечание: таблица составлена на основе данных публикаций [1, 3, 4, 11, 13, 14, 21, 24, 26, 27, 28, 34, 36, 38, 42].

Ограничение выбранных нами для рассмотрения эссенциальных элементов, нормированных в воде только по санитарно-токсикологическому показателю вредности, обусловлен тем, что такие вещества, как медь, цинк, железо, регламентируются по органолептическому показателю вредности, относятся к 3-му и 4-му клас-

сам опасности и на них, согласно принятой методологии оценки риска здоровью, не распространяется принцип суммации при совместном присутствии.

Предпосылкой для настоящего сообщения явилась конкретная ситуация с обнаружением подземного источника, в котором присутствовали эссенциальные элементы, нормируемые по санитарно-токсикологическому показателю вредности, в концентрациях не только ниже ПДК (табл. 2), но и ниже тех, которые эквивалентны минимально необходимым и дефицитным дозам. В связи с разбросом имеющихся в литературе данных об уровнях минимально необходимых доз выбраны самые низкие.

Таблица 2

Показатели и критерии, характеризующие риски для здоровья населения содержащихся в воде «сценарного» источника питьевого водоснабжения эссенциальных элементов

Элемент	Концентрация в воде, мг/л	Дозовый эквивалент концентрации, мг/кг/сут*	ПДК в воде, мг/л	С/ПДК	Минимально необходимое суточное поступление, мг/кг/сут	Доля от min необходимого суточного потребления, %
Литий	0,06	0,003	0,03	2	0,0014	214
Бор	0,04	0,002	0,5	0,08	0,0028	71,4
Ванадий**	0,017	0,00085	0,1	0,1	0,00014	164,7
Хром	0,019	0,000006	0,05	0,38	0,0007	8
Никель	0,001	0,00003	0,02	0,05	0,0014	46,7
Селен	0,0039	0,0002	0,01	0,13	0,00042	47.6
Молибден	0,005	0,00014	0,07	0,07	0,0007	20
–	–	–	Σ С/ПДК = 2,71			–

Примечание:

* – рассчитан, исходя из факторов экспозиции, принятых при обосновании ПДК в воде в соответствии с МУ 2.1.5.720-98 (60 кг массы тела, 3 л суточного потребления воды);

** – относится к 3-му классу опасности, и не суммируются отношения их концентраций к ПДК.

В процессе выполнения работы осуществлены следующие процедуры:

– концентрации элементов (мг/л) переводились в единые измерения с суточным поступлением минимально необходимых уровней (мг/кг/сут); в расчетах использованы следующие константы – масса тела взрослого человека 60 кг, объем выпитой воды – 2 л [4] (табл. 3);

– дозы, эквивалентные ПДК эссенциальных элементов в питьевой воде, сопоставляли с минимально необходимыми и референтными (см. табл. 3);

– наряду с определением вклада дозовых эквивалентов ПДК в референтную дозу определяли дозы, вклад которых в референтную дозу составлял 20 %. Минимально необходимые дозы, предварительно переведенные в концентрации, сопоставляли с действующими и расчетными ПДК (см. табл. 3);

– дозы, эквивалентные действующим $ПДК_{пв}$, сопоставляли с дозами, соответствующими пищевому поступлению (табл. 4);

– расчетные ПДК, обеспечивающие 20%-ный вклад питьевого фактора в референтную дозу, сопоставляли с концентрациями, обеспечивающими 100%-ное покрытие минимально необходимого потребления по соответствующему эссенциальному элементу (табл. 5);

– для действующих $ПДК_{пв}$, взятых для обработки элементов и их уровней, обнаруженных в водоисточнике, рассчитаны коэффициенты опасности;

– на примере реально выбранного подземного источника рассчитан неканцерогенный риск (по критерию индекса опасности) с учетом присутствия в воде нескольких эссенциальных элементов, нормированных по санитарно-токсикологическому показателю вредности и дифференцированных по однонаправленному действию на почки. Расчеты проведены согласно отечественной методики [29], дополненной определением вклада обнаруженных элементов в минимально необходимые уровни, обеспечивающие нормальное функционирование организма. Индекс опасности сопоставлялся с рассчитанной суммой отношений обнаруженных концентраций к их ПДК [32, 37].

Таблица 3

Характеристики эссенциальных элементов, нормированных в питьевой воде по санитарно-токсикологическому показателю вредности

Элемент	ПДК, мг/л в воде	Минимально необходимая доза, мг/мг/сут[1]	*RfD*, мг/кг/сут[2]	Дозовый эквивалент $ПДК_{пв}$, мг/кг/сут
Бор	0,5	0,0024	0,2	0,016
Бром	0,2	0,0059	1,0	0,0066
Ванадий	0,1	0,00012	0,007	0,0032
Йод	0,12	0,00059/0,002[3]	0,017	0,004
Кобальт	0,1	0,0004	0,02	0,0032
Литий	0,03	0,0012	0,02	0,00098
Молибден	0,07	0,00059/0,008[3]	0,02	0,0023
Никель	0,02	0,00112	0,02	0,00066
Селен	0,01	0,00035/0,002[3]	0,005	0,00032
Фтор	1,0	0,0178/0,021	0,06	0,032
Хром	0,05	0,00059/0,0025	0,005	0,0016

Примечание:
[1] – средние данные по публикациям [23, 24, 25, 34];
[2] – данные [31];
[3] – перевод в дозы на кг массы тела.

Таблица 4

Сопоставление дозовых эквивалентов вклада $ПДК_{пв}$ и доз пищевого поступления в референтные дозы

Элемент	Дозовый эквивалент $ПДК_{пв}$, мг/кг/сут	Доза пищевого поступления, мг/кг/сут[3]	Референтная доза, мг/кг/сут	Вклад дозового эквивалента $ПДК_{пв}$ в *RfD*, %	Вклад пищевого поступления в *RfD*, %
Бор	0,016	0,0018	0,2	8	0,9
Ванадий	0,0032	0,0006	0,007	45,7	8,5
Кобальт	0,0032	0,004	0,02	16,5	20
Литий	0,00098	0,003	0,02	5,0	15
Йод	0,004	0,003	0,017	23,5	17,9
Молибден	0,0023	0,0028	0,02	11,5	14,0
Селен	0,00032	0,002	0,005	6,4	40
Фтор	0,032	0,025	0,06	54	41,6
Хром	0,0016	0,002	0,005	32	40

Установлено, что действующие ПДК фтора, хрома, кобальта, бора, ванадия, йода, молибдена, брома могут обеспечить минимально необходимые уровни поступления в качестве эссенциальных элементов.

Таблица 5

Расчетные концентрации, обеспечивающие 20%-ный вклад питьевого фактора в референтные дозы и 100%-ное покрытие минимально необходимого потребления эссенциального элемента

Элемент	ПДК, мг/л	Расчетная ПДК, обеспечивающая 20 % вклад в *RfD*, мг/л	Рассчитанная концентрация, обеспечивающая 100%-ное покрытие минимально необходимой дозы, мг/л
Бор	0,57	1,4	0,072
Бром	0,2	0,06	0,2
Ванадий	0,1	0,05	0,0037
Йод	0,125	0,13	0,02
Кобальт	0,1	0,14	0,0083
Литий	0,03	0,014	0,041
Молибден	0,07	0,14	0,02
Никель	0,02	0,14	0,041
Селен	0,01	0,034	0,011
Фтор	1,0	0,42	0,62
Хром	0,05	0,032	0,029

При содержании в воде бора и ванадия на уровне ПДК будет иметь место превышение их 20%-ного вклада в референтную дозу (соответственно 71,4 и 164,7 %). Поступление этих эссенциальных элементов с пищевыми продуктами может являться фактором, детерминирующим уровень неканцерогенного риска.

Расчетные $ПДК_{пв}$ для никеля и селена относительно действующих более оптимальны, так как гарантируют не только безвредность, но и обеспечивают минимально необходимое поступление в качестве эссенциальных элементов.

Как действующий, так и расчетный норматив для лития не обеспечивает минимально необходимый уровень его поступления в организм.

Расчеты по оценке неканцерогенного риска для здоровья за счет использования «сценарного» подземного источника [6] показали следующее (табл. 6).

Неканцерогенный риск в отношении развития почечной патологии оценивается как приемлемый и составляет 0,6635 [31]. Однако качество источника по содержанию хрома и никеля не может рассматриваться в качестве приемлемого для здоровья, так как дозовые эквиваленты концентраций этих элементов значительно ниже дефицитных – по хрому составляет 0,000006 мг/кг/сут, никелю – 0,00003 мг/кг/сут при дефицитной дозе для того и другого элемента 0,00028 мг/кг/сут.

Этот факт следует учитывать при проведении социально-гигиенического мониторинга, обратив внимание на патологию, детерминированную дефицитом соответствующих элементов (нарушением мужской репродуктивной функции и толерантности к глюкозе у лиц, для которых питьевой фактор является доминирующим среди прочих, влияющих на распространенность аналогичных нарушений в организме).

Параллельно выполненные расчеты с использованием действующей методики оценки суммарного воздействия веществ, нормированных по санитарно-токсикологическому показателю вредности [7, 32], свидетельствуют, что допустимый

гигиенический норматив для суммы одновременно присутствующих элементов в источнике превышен, так как сумма долей обнаруженных концентраций к их ПДК составляет 2,74.

Таблица 6

Показатели и критерии, характеризующие риски для здоровья элементного состава воды «сценарного» питьевого источника

Элемент	Концентрация, мг/л	Дозовый эквивалент концентрации, мг/кг/сут	*HQ*	Минимально необходимое суточное поступление, мг/кг/сут	Процент покрытия обнаруженной концентрацией минимально необходимого суточного потребления	С/ПДК
Литий	0,06	0,017	0,5	0,0014	80	2
Бор	0,04	0,001	0,005	0,0028	35,7	0,2
Ванадий [x]	0,017	0,0005	0,007	0,00014	350	0,085
Хром [x]	0,00019	0,000006	0,001	0,0007	7,8	0,0038
Никель [x]	0,001	0,00003	0,007	0,0014	2,14	0,05
Селен	0,0039	0,0001	0,006	0,00042	25	0,13
Молибден	0,005	0,00014	0,0075	0,0007	20	0,25
–	–	*HI* = 0,6635			Σ С/ПДК = 2,74	

Примечание:
[x] – относятся к 3-му классу опасности, и не суммируются отношения их концентраций к ПДК.

Решение проблемы дефицита эссенциальных элементов главным образом в рамках гигиены питания и незначительное отведение роли водного фактора в пополнении их поступления в организм человека не представляется достаточной. Практически не учитывается факт, что вода всегда используется в качестве сырья при обработке и приготовлении пищи от 1000 до 4000 л на тонну продукции [41], а потери необходимых для организма элементов в пищевом продукте при термической обработке достигают 29 % [10]. В этой связи так своевременна рекомендация ВОЗ в части увеличения с 10 до 20 % вклада водного фактора в референтные дозы. Одним из путей решения проблемы может быть более широкое использование населением для питьевых нужд источников, в которых уровень эссенциальных элементов покрывал бы дефицит их необходимого потребления.

Выводы:

1. При содержании в источнике питьевого водоснабжения фтора, хрома, кобальта, бора, ванадия, йода, молибдена, брома в концентрациях на уровне действующих ПДК в питьевой воде обеспечивается минимально необходимая потребность их человеку.

2. Оценивая водоисточники, в которых присутствует никель и селен, предпочтительнее ориентироваться на расчетные ПДК, при которых покрывается необходимая потребность организма в этих элементах, в то время как на уровне действующих ПДК такого эффекта не наблюдается.

3. Представляется целесообразным при выборе источников питьевого водоснабжения ориентироваться на те, в которых природное содержание эссенциальных элементов обеспечивает покрытие минимально необходимого их уровня, обеспечивающего физиологическую потребность в них организма человека.

Список литературы

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.

2. Алексеева Л.П. Геохимия подземных льдов, соленых вод и рассолов Западной Якутии: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. – Иркутск, 2016. – 233 с.

3. Барановская Н.В., Перминова Т.А. Биогеохимические особенности накопления брома в организме человека на примере жителей Томской области // Вестник ОмГУ. – 2016. – № 3. – С. 155–161.

4. Галенко-Ярошевский П.А. Влияние лития на деятельность сердечно-сосудистой системы // Фармакология и токсикология. – 1986. – № 5. – С. 115–117.

5. Геохимические особенности природных вод Западной Сибири: микроэлементный состав / Т.А. Кремлева, Т.И. Моисеенко, В.Ю. Хорошавин [и др.] // Вестник Тюменского ГУ. – 2012. – № 12. – С. 80–89.

6. Горбачев И.В., Пузанов А.В. Микроэлементы в поверхностных и подземных водах в бассейнах малых рек северо-запада Алтая // Мир науки, культуры и образования. – 2008. – № 1. – С. 23–26.

7. ГОСТ 27.61-84 Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-2761-84 (дата обращения: 06.04.2020).

8. Дахова Е.В., Целых Е.Д. Влияние состава питьевой воды на состояние некоторых систем организма // Ученые записки ТГУ. – 2011. – Т. 6, № 4. – С. 105–109.

9. Дреева Ф.Р. Особенности распределения микроэлементов в горных реках Кабардино-Балкарии под влиянием природных и антропогенных источников: автореф. дис. … канд. геогр. наук. – Нальчик, 2019. – 130 с.

10. Дружинин П.В., Новиков Л.Ф., Лысенков Ю.А. Мир науки. – М., 2010. – 339 с.

11. Зинина О.Т. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. – 2001. – № 4. – С. 99–105.

12. Итоги и перспективы исследований в области питьевой воды / Ю.А. Рахманин, Р.И. Михайлова, Л.Ф. Кирьянова [и др.] // Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиены окружающей среды. – М., 2001. – С. 97–105.

13. К вопросу коррекции стандартов по деминерализованной воде с учетом жесткости питьевой воды / С.И. Плитман, Ю.В. Новиков, Н.В. Тулакина [и др.] // Гигиена и санитария. – 1989. – № 7. – С. 7–11.

14. Ковальский В.В. Роль йода и кобальта в деятельности щитовидной железы в условиях биогеохимических провинций с недостатком йода и кобальта // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. – М., 1972. – С. 450–465.

15. Кондратюк В.А. Микроэлементы, значимость для здоровья в питьевой воде малой минерализации // Гигиена и санитария. – 1989. – № 2. – С. 81–82.

16. Конюхов В.А. Методология оценки риска йодного дефицита у населения Оренбурга: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Оренбург, 2004. – 295 с.

17. Крайнев В.С. Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. – М., Наука, 2004. – 677 с.

18. Логинова Е.В. Гидрология. Курс лекций. – Минск: БГУ, 2011. – 300 с.

19. Лысенков Ю.А. Физиологические основы обмена макро- и микроэлементов в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2009. – № 9. – С. 120–131.

20. Лютай Г.Ф. Влияние минерального состава питьевой воды на здоровье населения // Гигиена и санитария. – 1992. – № 1. – С. 13–15.

21. Мазаев В.Т., Шлепнина Т.Г. Оценка степени санитарной опасности соединений кремния в природных и питьевых водах // Водоснабжение и сан. техника. – 2011. – № 5. – 37 с.

22. Мишукова Т.Т. Определение содержания микроэлементов в питьевых водах Оренбурга // Вестник Оренбургского ГУ. – 2015. – № 10. – С. 303–308.

23. МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологической потребности в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200076084 (дата обращения: 06.04.2020).

24. Оберлис Д., Харланд Б.Ф. Биологическая роль макро- и микрокомпонентов у человека и животных. – СПб.: Наука, 2008. – 544 с.

25. Ребров В.Г., Громова О.А. Витамины, макро- и микроэлементы. – М.: ГОЭТАР-Медиа, 2008. – 960 с.

26. Рецтина С.В. Роль хрома в организме человека // Вестник РУДН. – 2009. – № 4. – С. 50–55.

27. Решетник Л.А., Парфенова Е.О. Селен в жизни человека и животных / под ред. Л.П. Никитиной. – М.: ВИНИТИ, 1995. – 242 с.

28. Родионова Л.В. Физиологическая роль макро- и микроэлементов: обзор литературы // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 6. – С. 195–198.

29. Руководство по контролю качества питьевой воды. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2014. – 134 с.

30. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2004. – 121 с.

31. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200037399 (дата обращения: 06.04.2020).

32. СанПиН 2.1.4.1074-01 (с изменениями от 07.04.2010) Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901798042 (дата обращения: 06.04.2020).

33. СанПиН 2.1.4.1116-02 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. – М., 2002. – 22 с.

34. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: Мир, 2004. – 272 с .

35. Склярова О.А., Скляров Е.В. Концентрации микроэлементов в малых озерах Ингодинской впадины (Читинская область) // Геология и геофизика. – 2012. – № 12. – С. 1722–1734.

36. Тарантин А.В., Землянова М.А. Эссенциальная роль и токсические эффекты ванадия // Экология человека. – 2015. – № 12. – С. 59–62.

37. Толмачева Н.В. Эколого-физиологическое обоснование оптимальных уровней макро- и микрокомпонентов в питьевой воде и пищевых рационах: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – М., 2011. – 116 с.

38. Трошина Е.А. К вопросу о недостатке и избытке йода в организме // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2010. – № 4. – С. 9–16.

39. Чудаев О.В. Геохимия и условия формирования современных гидротерм зоны перехода от азиатского континента к Тихому океану: автореф. дис. … д-ра геол.-мин. наук. – Владивосток, 2002. – 256 с.

40. Шахматов С.А. Качество подземных вод территории районов Красноярского края // Вестник Красноярского ГАУ. – 2013. – № 5. – С. 154–156.

41. Швецов А.А., Буланов Э.А. Расход воды на предприятиях общественного питания и пути его сокращения // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2015. – № 2 (32). – С. 55–59.

42. Янин Е.П. Биогеохимическая роль и эколого-гигиеническое значение фтора // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2009. – № 4. – С. 20–108.

43. Янин Е.П. Особенности химического состава и эколого-гигиеническая роль питьевых вод в условиях природно-техногенной биогеохимической провинции // Экологическая экспертиза. – 2012. – № 2. – С. 64–91.

Использование риска здоровью населения при установлении целевых показателей качества окружающей среды в Республике Казахстан

Н.А. Яковлева, Г.Д. Беркинбаев, В.А. Бенсман, Е.К. Садвакасов

ТОО «ЭКОСЕРВИС-С»,
г. Алматы, Республика Казахстан

Согласно Экологическому кодексу Республики Казахстан (РК), для отдельных территорий могут устанавливаться целевые показатели качества окружающей среды (ЦПКОС), регулирующие предельный уровень нормируемых параметров окружающей среды на определенный период времени с учетом необходимости постепенного их улучшения.

Проведена оценка существующего в Республике Казахстан экологического законодательства с позиций возможности использования оценки риска для здоровья населения в природоохранных проектах, в том числе при установлении ЦПКОС, анализ опыта применения оценки риска для здоровья населения при установлении ЦПКОС.

Существующая нормативно-методическая база, действующая в Республике Казахстан, дает определенную возможность для применения оценки риска в экологических проектах, в том числе в работах по установлению ЦПКОС. С использованием расчета риска для здоровья населения был установлен целевой показатель содержания шестивалентного хрома в атмосфер-

ном воздухе г. Актобе, целевой показатель содержания свинца в почве г. Шымкента. Важными причинами, затрудняющими использование оценки риска в экологических проектах, являются отсутствие четких нормативных требований, должного взаимодействия на межсекторальном уровне, ограниченность во времени при проведении исследований и финансовые ограничения, недостаточное развитие лабораторной базы действующих систем мониторинга и др. Для повышения объективности и надежности установления ЦПКОС оценка риска здоровью населения должна стать обязательной частью данных работ. Требование расчета риска для здоровья необходимо включить в новую редакцию Экологического кодекса, обеспечить последующую разработку соответствующих методических документов.

Ключевые слова: целевые показатели качества окружающей среды (ЦПКОС), оценка риска здоровью, загрязнение почвы, атмосферный воздух, Экологический кодекс.

Окружающая среда является одним из основных факторов, определяющих состояние здоровья населения. Согласно оценкам международных экспертов, на нее приходится почти 20 % всех смертей в Европейском регионе ВОЗ. При этом Всемирная организация здравоохранения подчеркивает важность сотрудничества между различными секторами для защиты здоровья человека от загрязнения окружающей среды [15].

Очевидно, что, в первую очередь, тесное сотрудничество должно быть достигнуто между секторами, деятельность которых направлена на предотвращение загрязнения окружающей среды.

Согласно действующему Экологическому кодексу Республики Казахстан, среди экологических основ устойчивого развития страны определено достижение государством цели по обеспечению благоприятной окружающей среды для жизни и здоровья человека [13].

Учитывая, что выбросы и сбросы промышленных предприятий являются основными источниками текущего загрязнения окружающей среды, причиной формирования исторического загрязнения значительных территорий, первостепенную важность имеет деятельность в области охраны окружающей среды.

Среди важных экологических проблем Республики Казахстан, представляющих угрозу для здоровья населения, можно выделить загрязнение атмосферного воздуха городов и иных населенных пунктов выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, загрязнение озер и рек сбросами промышленных предприятий и объектов коммунального хозяйства, дренажными водами сельскохозяйственного производства, загрязнение объектов окружающей среды в местах расположения отвалов горных пород, хвостохранилищ, шламонакопителей, полигонов ТБО и промышленных отходов, загрязнение почвы в районе деятельности нефтедобывающих компаний, предприятий горнодобывающих отраслей, металлургического производства, участки исторического загрязнения, сформированные в результате прежней деятельности [3].

В каждой области, в столице и городах республиканского значения имеются свои региональные особенности формирования качества окружающей среды, приоритетные экологические проблемы, требующие незамедлительного решения. Многие из данных проблем масштабные, формировались десятилетиями, они требуют значительных финансовых вложений.

Оценка риска здоровью может стать важным инструментом выбора приоритетных направлений для проведения природоохранных мероприятий и оценки их эффективности.

Цель исследования – оценка существующего в Республике Казахстан экологического законодательства с позиций возможности использования оценки риска для здоровья населения в природоохранных проектах, в том числе при установлении ЦПКОС, анализ опыта применения оценки риска для здоровья населения при установлении ЦПКОС.

В практической экологической деятельности в Республике Казахстан потенциал результатов исследований по оценке риска для здоровья населения используется, на наш взгляд, еще не в полной мере. Наиболее отработан данный раздел в рамках проектов по установлению санитарно-защитных зон предприятий [7, 12]. Высказывание авторов о том, что согласованное со всеми заинтересованными сторонами использование методологии анализа риска при обосновании санитарно-защитных зон является примером достижения консенсуса между представителями промышленности и бизнеса, а также лицами, ответственными за разработку регулирующих действий [9], справедливо и для условий Республики Казахстан.

Другим важным направлением работ, в которых часто используются процедуры оценки риска для здоровья населения факторов окружающей среды, является определение экологического статуса территорий [1].

Отношения в области охраны, восстановления и сохранения окружающей среды, использования и воспроизводства природных ресурсов при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с использованием природных ресурсов и воздействием на окружающую среду, в пределах территории Республики Казахстан регулируются Экологическим кодексом [13]. В действующем Экологическом кодексе есть прямые указания на необходимость использования оценки риска для здоровья населения при осуществлении ряда природоохранных видов деятельности.

В частности, в статье 41 главы 6 («Оценка воздействия на окружающую среду») указано, что документация по оценке воздействия на окружающую среду, среди прочего, включает описание возможных воздействий деятельности на окружающую среду, здоровье населения и социально-экономические условия (п. 7), оценку экологических рисков и рисков для здоровья населения (п. 9), эколого-экономическую оценку проекта с учетом возможных рисков и возмещения нанесенного ущерба (п. 13) [13].

В статье 128 главы 14 («Производственный экологический контроль») отмечено, что одной из целей производственного экологического контроля является информирование общественности об экологической деятельности предприятий и рисках для здоровья населения [13].

В статье 24 главы 4 («Экологическое нормирование») указано, что установление целевых показателей качества окружающей среды должно обеспечить поэтапное достижение нормативов качества окружающей среды на всей территории Республики Казахстан (п. 1), экологическую безопасность и снижение рисков для здоровья населения (п. 2), нормирование качества окружающей среды с учетом социально-экономических условий, документов системы государственного планирования Республики Казахстан, а также необходимости сохранения экосистем, генетического фонда растительного и животного мира (п. 3).

Таким образом, в действующем экологическом законодательстве Республики Казахстан предусмотрено использование оценки риска при разработке проектов

оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), выполнении производственного экологического контроля, разработки целевых показателей качества окружающей среды (ЦПКОС). Вместе с тем следует отметить, что случаи ее практического использования в экологических проектах зачастую носят формальный характер.

Очевидно, это во многом связано с наличием сомнения у представителей промышленности, бизнеса, экологической службы в необходимости проведения оценки риска, в законности применения критериев оценки и ранжирования рисков, с недостаточной прозрачностью процессов оценки риска [6], а также в связи с отсутствием практики требований обязательного учета в природоохранной деятельности результатов расчета риска.

Как было показано выше, в Республике Казахстан одним из видов экологического нормирования является установление целевых показателей качества окружающей среды – ЦПКОС, которые могут устанавливаться для отдельных территорий. ЦПКОС регулируют предельный уровень нормируемых параметров окружающей среды на определенный период времени с учетом необходимости постепенного улучшения качества окружающей среды.

Согласно Экологическому кодексу, различные целевые показатели качества окружающей среды могут быть установлены для селитебной территории, особо охраняемых природных территорий, рекреационных зон, пустынных и полупустынных районов, водных объектов. Установление целевых показателей качества окружающей среды должно обеспечить поэтапное достижение нормативов качества окружающей среды на всей территории Республики Казахстан [6].

Оценка риска для здоровья населения имеет важнейшее значение, в первую очередь при разработке ЦПКОС для селитебных территорий и рекреационных зон.

Порядок установления целевых показателей качества окружающей среды определяется соответствующими правилами [8]. До 2015 г. ЦПКОС устанавливались на срок до 10 лет, в настоящее время – до 5 лет, с дифференциацией по годам. Целевые показатели качества окружающей среды разрабатываются уполномоченным органом в области охраны окружающей среды и местными исполнительными органами областей (города республиканского значения, столицы) в пределах их компетенции [1, 9].

Уже первые проекты по разработке ЦПКОС, включавшие оценку риска для здоровья населения, показали, с одной стороны, важность данных работ при выборе и обосновании значений целевых показателей, а с другой стороны, выявили ряд общих проблем, препятствовавших и в дальнейшем эффективному использованию в практической экологической деятельности результатов оценки риска.

Так, в рамках проекта по разработке ЦПКОС для Актюбинской области на период с 2009 по 2014 гг., были установлены целевые показатели качества окружающей среды г. Актобе. Для данного города специфическим загрязнителем является шестивалентный хром, поступающий в окружающую среду с выбросами хромперерабатывающих предприятий.

Было установлено, что хотя содержание шестивалентного хрома в атмосферном воздухе не превышало ПДК, максимальный уровень индивидуального канцерогенного риска для взрослого населения оказался равен $1{,}79 \cdot 10^{-4}$, а для детей – $1{,}67 \cdot 10^{-4}$ (в районе влияния северной промышленной зоны) [2]. Такой уровень индивидуального канцерогенного риска ($1 \cdot 10^{-4} – 1 \cdot 10^{-3}$) в течение всей жизни прием-

лем для профессионалов и неприемлем для населения в целом; появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий в условиях населенных мест [5].

В роли целевого показателя качества окружающей среды было предложено использовать величину канцерогенного риска ингаляционного воздействия хрома шестивалентного на уровне не более $1 \cdot 10^{-4}$ с последующим достижением показателя $1 \cdot 10^{-6}$, что соответствует целевому показателю содержания данного элемента в атмосферном воздухе на уровне 0,00004 и 0,0000004 мг/м^3 соответственно. Для достижения установленных целевых показателей качества окружающей среды был разработан комплекс природоохранных мероприятий [2].

В дальнейшем проводился мониторинг достижения ЦПКОС, который не выявил снижения показателя канцерогенного риска, связанного с содержанием в атмосферном воздухе шестивалентного хрома [2]. Указанный факт можно объяснить тем, что трудно, а чаще невозможно, обязать промышленные предприятия снижать выбросы загрязняющих веществ, если они находятся в рамках разрешенных лимитов, а уровни содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не превышают гигиенические нормативы, даже если при этом расчетные уровни риска не являются приемлемыми.

Ситуация, когда содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не превышает установленные гигиенические нормативы, но формирует неприемлемые уровни риска, не является уникальной [11].

Для преодоления указанных разногласий проводится работа по гармонизации нормативных уровней атмосферных загрязнений с величинами, представленными в основных международных базах данных по оценке риска, установлению ПДК атмосферных загрязнений для канцерогенов на основе среднегодовых концентраций с учетом приемлемого риска на уровне 10^{-4} [10]. Без принятия указанных выше изменений проведение расчета риска для здоровья населения при разработке ЦПКОС будет недостаточно эффективным.

В качестве другого примера использования оценки риска для здоровья населения при определении ЦПКОС можно привести проект, выполненный для г. Шымкент, где актуальной экологической проблемой являлось загрязнение объектов окружающей среды свинцом. В первую очередь это касалось почвенного покрова. Было установлено, что почти вся территория г. Шымкента имела уровень загрязнения почвы свинцом, превышающий ПДК (32 мг/кг), максимальное содержание свинца в почве на исследованной территории составило 22 175 мг/кг, среднее содержание по городу – 533 мг/кг (превышение ПДК – в 16,5 раза) [2, 4].

Было показано, что загрязненная свинцом почва стала важнейшим источником поступления металла в организм жителей г. Шымкента, в первую очередь детей дошкольного возраста, для которых свинец представляет особую опасность. В частности, было установлено, что более 80 % обследованных детей, проживавших в зоне влияния свинцового завода, имели повышенный уровень содержания свинца в крови (более 10 мкг/дл) [2, 4]. В связи с этим для г. Шымкента принципиально важным являлся вопрос установления целевого показателя содержания свинца в почве по уровню риска для здоровья населения, выражаемого через долю детей дошкольного возраста, имеющих повышенный уровень содержания свинца в крови. Таким показателем оказалось содержание свинца в почве, равное

400 мг/кг. Этот уровень был определен совместно с американскими специалистами и основывался на использовании Интегрированной биокинетической модели поступления свинца в организм детей (IEUBK) [2, 6].

В качестве мониторинговых площадок по контролю уровня содержания свинца в почве были выбраны игровые площадки детских дошкольных учреждений, расположенных в зоне влияния свинцового завода. Достижение целевого показателя содержания свинца в почве г. Шымкента предполагалось посредством проведения очистки почвы [2, 6].

В дальнейшем для данной территории был разработан проект очистки территории, который, к сожалению, до сих пор не реализован в связи с отсутствием финансирования.

Таким образом, в приведенном выше исследовании впервые для Республики Казахстан при определении целевого показателя качества почвы критерием был выбран не уровень ПДК содержания свинца в почве (32 мг/кг), а уровень вмешательства, равный 400 мг/кг, установленный на основании моделирования.

Ситуация в г. Шымкенте является типичной для населенных пунктов Республики Казахстан, на территории которых находятся зоны исторического загрязнения. Для установления целевых показателей качества окружающей среды по уровню загрязнения почвы необходимо признание легитимности и широкое использование Интегрированной биокинетической модели на территории страны, а также установление уровней вмешательства для очистки почвы в зависимости от вида использования территории, как это принято во многих странах.

Среди важных проблем, с которыми встретились разработчики ЦПКОС в последние годы, можно отметить следующие: зачастую требование по проведению анализа риска для здоровья не включается в техническое задание и на это не предусматривается финансирование; сроки выполнения проекта не позволяют провести необходимый объем наблюдений за качеством объектов окружающей среды; недостаточное развитие лабораторной базы действующих систем мониторинга. На проведение работ по оценке риска при установлении ЦПКОС влияют также отсутствие четких нормативных требований, должного взаимодействия на межсекторальном уровне. Имеются и общие методические вопросы, относящиеся к сфере соотношения экологического и гигиенического нормирования качества окружающей среды, легитимности использования результатов расчета риска для здоровья населения в природоохранной деятельности и др.

Формальный подход к оценке риска в рамках выполнения экологических проектов, в том числе при разработке ЦПКОС, может привести к профанации самой идеи оценки риска, к некорректному определению приоритетных направлений проведения природоохранных работ, недостаточно эффективному процессу улучшения качества окружающей среды.

В последние годы в природоохранной деятельности Республики Казахстан наметился курс на ужесточение контроля за разработкой ЦПКОС во всех регионах страны. Для повышения объективности и надежности установления ЦПКОС оценка риска здоровью населения должна стать обязательной частью данных работ.

В настоящее время в Республике Казахстан осуществляется подготовка нового Экологического кодекса, направленная на оптимизацию природоохранной деятельности, максимальный учет передового международного опыта. К сожалению,

в проекте новой редакции кодекса в статье, посвященной установлению ЦПКОС, отсутствует утверждение о том, что установление целевых показателей качества окружающей среды должно обеспечить поэтапное достижение нормативов качества окружающей среды, а также экологическую безопасность и снижение рисков для здоровья населения. Таким образом, предлагается элиминировать базовое условие, позволяющее использовать возможности оценки риска для здоровья населения при установлении ЦПКОС и определении приоритетных направлений охраны окружающей среды.

Это, несомненно, является определенным шагом назад и не должно быть реализовано, тем более в период, когда после временного улучшения экологической ситуации (в первую очередь снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах), вызванного уменьшением экономической активности в результате пандемии COVID-19, возможно ухудшение экологической ситуации в будущем в связи с принятием мер стимулирования, направленных на оживление экономического роста [14]. Эксперты Организации экономического сотрудничества и развития призывают не сворачивать существующие экологические стандарты в рамках планов восстановления, не отступать от успехов, достигнутых в последние десятилетия в решении проблем изменения климата, загрязнения воздуха и воды, утраты биоразнообразия и других экологических проблем [4].

В данных условиях роль исследований по оценке риска для здоровья населения в рамках экологических проектов, в том числе по становлению ЦПКОС, должна только возрасти.

Список литературы

1. Анализ состояния здоровья населения и оценка риска здоровью факторов окружающей среды в рамках обоснования экологического статуса части территории города Усть-Каменогорска / Н.А. Яковлева, Г.Д. Беркинбаев, Г.В. Федоров [и др.] // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь, 2016. – С. 392–396.

2. Гигиенические аспекты разработки и мониторинга целевых показателей качества окружающей среды промышленного города / Н.А. Яковлева, С.И. Альмурзаева, Е.С. Лимешкина [и др.] // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 4, № 5 (3). – С. 644–646.

3. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2018 г. [Электронный ресурс] // Единый экологический интернет-ресурс Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан. – URL: http://ecogosfond.kz/orhusskaja-konvencija/dostup-k-jekologicheskoj-informacii/jekologijaly-zha-daj/r-orsha-an-ortany-zhaj-k-ji-turaly-ltty-bajandamalar/ (дата обращения: 03.04.2020).

4. Определение целевых показателей качества окружающей среды промышленных городов по уровню содержания тяжелых металлов (на примере г. Шымкента) / Н.А. Яковлева, Т.Г. Гончарова, Н.М. Франковская, Б.Ы. Ибрагимова // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Семей, 2012. – Т. 1. – С. 329–335.

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.]. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

6. Отчет ТОО «ЦОЗиЭП». Комплексная оценка загрязнения окружающей среды свинцом и разработка технологии реабилитации и снижения экологических рисков. – Астана, 2009. – 359 с.

7. Оценка аэрогенного риска для здоровья населения при обосновании размеров санитарно-защитных зон нефтеналивных терминалов / А.Т. Досмухаметов, А.У. Кенесары, Д.Б. Бейсенбинова [и др.] // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь, 2016. – С. 2671–2675.

8. Правила определения целевых показателей качества окружающей среды [Электронный ресурс] / утв. Приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 26 февраля 2015 г. № 145 // Ассоциация практикующих экологов. – URL: https://ecounion.kz/?p=517 (дата обращения: 03.04.2020).

9. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 95, № 6. – С. 5–8.

10. Решение Пленума научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды «Комплексное воздействие факторов окружающей среды и образа жизни на здоровье населения: диагностика, коррекция, профилактика» // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 7. – С. 134–136.

11. Сучков В.В., Семаева Е.А. Взаимосвязь величин предельно допустимых концентраций и уровня риска здоровью для аэрополлютантов // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 5. – С. 442–445.

12. Тенденции изменения демографических показателей населения в зоне нефтегазовых месторождений Республики Казахстан / У.И. Кенесариев, А.Е. Ержанова, Д.У. Кенесары [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 10. – С. 946–949.

13. Экологический кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 г. № 212 [Электронный ресурс] // Адилет. – URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/K070000212_ (дата обращения: 03.04.2020).

14. From containment to recovery: environmental responses to the COVID-19 pandemic [Электронный ресурс] // OECD. – URL: https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=126_126460-1tg1r2aowf&title=From-containment-to-recovery_Environmental-responses-to-the-COVID-19-pandemic (дата обращения: 03.04.2020).

15. Regional office for Europe. Environment and health [Электронный ресурс] // World Health Organization. – URL: http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/pages/environment-and-health (дата обращения: 03.04.2020).

Критерии выбора территорий, нуждающихся в защите от химического загрязнения атмосферного воздуха

И.А. Просвирякова, Е.В. Дроздова, А.Н. Ганькин, А.Е. Пшегрода, Т.Д. Гриценко

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

Объектом исследования являлись предприятия промышленности строительных материалов и химической промышленности Республики Беларусь, по объему выброса загрязняющих веществ в атмосферу относящиеся к умерено опасным (валовый выброс до 100 т в год), опасным (100–10 000 т в год) и высокоопасным (10 000–100 000 т в год) объектам.

Научно обоснованы критерии комплексной гигиенической оценки планировочных мероприятий на территориях, расположенных в зонах влияния стационарных источников выбросов промышленных предприятий.

Использованы санитарно-гигиенический метод, метод математического моделирования, оценка риска, статистические методы.

Предложены критерии выбора территорий, нуждающихся в защите от химического загрязнения, которые позволили провести сравнительный анализ показателей химического загрязнения территорий с различной антропогенной нагрузкой и выполнить ранжирование территорий населенных пунктов Республики Беларусь, размещенных в зонах влияния промышленных стационарных источников выбросов. Установлено, что 3,1 % исследуемых объектов по опасности воздействия на атмосферный воздух относится к V категории опасности (малоопасные), 43,8 % объектов – к IV категории (умеренно опасные), 37,5 % объектов – к III категории и 15,6 % объектов – ко II категории. По опасности воздействия на качество атмосферного воздуха подавляющее большинство (65,6 %) исследуемых объектов относится к V категории опасности, воздействие которых характеризуется «низким» комплексным индексом загрязнения атмосферного воздуха и «допустимой» степенью загрязнения атмосферы. По вероятности воздействия на здоровье населения к V категории опасности относится 53,1 % исследуемых объектов. Для данных предприятий острое и хроническое воздействие химических веществ, входящих в состав промышленных выбросов, оценивается как «приемлемое». В 28,1 % случаев воздействие объектов, отнесенных к IV категории опасности вероятности воздействия на здоровье населения, характеризуется хроническим воздействием, превышающим «приемлемый» уровень. В 18,8 % случаев воздействие объектов III и II категории опасности вероятности воздействия на здоровье населения характеризуется острым и хроническим воздействием, превышающим «приемлемый» уровень.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязняющее вещество, критерии выбора территорий, предприятия промышленности строительных материалов, источники выбросов.

В научных исследованиях последних лет установлены характер и степень воздействия факторов окружающей среды на здоровье различных групп населения, предложены различные критерии и методы количественной оценки неблагоприятного воздействия в системе «среда – здоровье», разработаны методические основы оценки реальной нагрузки воздействия факторов окружающей среды на здоровье.

Несмотря на многочисленные работы, посвященные изучению неблагоприятного влияния факторов окружающей среды на здоровье населения, в сложивших-

ся социально-экономических условиях требуют совершенствования критерии и методы ранжирования территорий с различной антропогенной нагрузкой, нуждающиеся в защите от химического загрязнения атмосферного воздуха, а также методы оценки долевых вкладов химических факторов в формирование патологии при использовании разнообразных информационных массивов данных и результатов моделирования загрязнения территорий.

На первом этапе выполнения исследований был проведен сравнительный анализ существующих критериев и методов, определяющих объем и очередность выполнения исследований, необходимых для установления территорий, нуждающихся в защите от химического загрязнения и комплексной гигиенической оценки планировочных мероприятий, предлагаемых в отношении данных территорий. Обоснован перечень критериев, позволяющих дать оценку стационарным источникам выбросов химических веществ, определяющим уровень загрязнения атмосферного воздуха жилых территорий, оценить формирование качества среды обитания на исследуемых территориях и уровень риска здоровью населения.

На втором этапе выполнения работ проведено ранжирование территорий населенных пунктов с преимущественным воздействием умерено-опасных, опасных и высокоопасных источников по разработанным критериям выбора территорий, нуждающихся в защите от химического загрязнения атмосферного воздуха.

Оценка стационарных источников выбросов химических веществ, определяющих уровень загрязнения атмосферного воздуха территорий жилой застройки, проводилась на основании определения категории опасности объектов по воздействию на атмосферный воздух (далее – $КО_{ав}$) с учетом показателя опасности предприятия (далее – ПО); количественного и качественного состава выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух; количества стационарных и мобильных источников выбросов и дискретного размера санитарно-защитной зоны (далее – СЗЗ) объекта воздействия [1–3].

Для оценки опасности объектов воздействия в целом и их отдельных стационарных источников выбросов химических веществ в атмосферный воздух были отобраны 32 объекта строительных материалов и химической промышленности. С технологическими процессами исследуемых объектов связано поступление в атмосферный воздух до 48 наименований загрязняющих веществ. В составе выбросов промышленных объектов подавляющее большинство приходится на оксид углерода – 20,6 %, твердые частицы, не дифференцированные по составу «пыль – аэрозоль» – 18,8 %, пыль древесную – 13,3 %, пыль неорганическую, содержащую двуокись кремния, – 12,7 % и азота диоксид – 11,9 %. Наибольшее количество химических веществ поступает в атмосферный воздух от химического производства (4056,4 т/г.) и производства цемента и строительных изделий из сыпучих материалов (392,1 т/г.).

Определение $КО_{ав}$ проводилось по формуле

$$КО_{ав} = 2К_1 + К_2 + К_3 + К_4 + К_5 + К_6 + К_7,$$

где $КО_{ав}$ – категория опасности объектов по воздействию на атмосферный воздух;

$К_1$ – балльная оценка количественного и качественного состава выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия (С – критерий);

$К_2$ – балльная оценка дискретного размера санитарно-защитной зоны объекта;

$К_3$ – балльная оценка относительного показателя опасности объекта воздействия;

$К_4$ – балльная оценка количества стационарных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия;

$К_5$ – балльная оценка количества мобильных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия;

$К_6$ – количество загрязняющих веществ и (или) групп загрязняющих веществ, обладающих суммацией действия, по которым расчетная приземная концентрация превышает единицу;

$К_7$ – количество загрязняющих веществ и (или) групп загрязняющих веществ, обладающих суммацией действия, по которым расчетная приземная концентрация находится в диапазоне от 0,8 до 1.

Количественный и качественный состав выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия, оценивались с применением С-критерия, определяемого как сумма отношений массы выброса загрязняющих веществ (т/г.) к значению среднегодовой предельно допустимой концентрации. Значения С-критерия варьируются от 0,7 до 683 794,96. У подавляющего большинства исследуемых объектов (62,5 %) С-критерий не превышает 1000 (табл. 1).

Таблица 1

Распределение исследуемых промышленных объектов по величине С-критерия

С-критерий	Балльная оценка	Количество промышленных объектов	
		абсолютное количество	относительное количество, %
Менее 0,0	0	–	–
0,0–1000	1	20	62,5
1000–10 000	2	5	15,6
10 000–1 000 000	3	7	21,9
Более 1 000 000	4	–	–
Всего		32	100

Большинство исследуемых объектов по значению ПО и величине валового выброса относится к опасным объектам (класс опасности объектов – III) с дискретным размером СЗЗ 201–300 м в 40,2 % случаев, 301–400 м и 401–500 м – в 3,1 и 3,5 % случаев соответственно.

Умеренно опасные предприятия (IV класс опасности) составляют 43,9 %, в том числе в 25,1 % случаев их дискретный размер СЗЗ составил 51–100 м и в 18,8 % – 101–150 м.

На высокоопасные (II класс опасности) и малоопасные (V класс опасности) предприятия с дискретным размером СЗЗ 501–600 и 11–50 приходилось 6,2 и 3,1 % соответственно.

Дискретный размер СЗЗ исследуемых объектов варьируется от 11 до 600 м, в том числе: в 46,9 % случаев составляет 200–500 м у опасных объектов (III класс опасности), в 43,8 % случаев – 50–150 м у умеренно опасных предприятий (IV класс опасности), в 6,2 % случаев – до 50 м и 3,1 % случаев – свыше 500 м у малоопасных (V класс опасности) и высокоопасных (II класс опасности) предприятий соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Распределение исследуемых промышленных объектов по значению показателя опасности предприятия и дискретному размеру санитарно-защитной зоны

Валовый выброс, т/г.	Показатель опасности предприятия	Степень опасности предприятия (класс опасности предприятия)	Дискретный размер санитарно-защитной зоны, м	Балльная оценка	Удельный вес, %
0,01–0,5	0,001–0,005	Малоопасные (V)	11–30	0	3,1
0,01–0,5	0,005–0,010		31–50	0	3,1
0,5–100	0,010–0,300	Умеренно опасные (IV)	51–100	1	25,1
0,5–100	0,030–0,600		101–150	2	18,8
0,5–10 000	1,0–30,0	Опасные (III)	201–300	2	40,2
100–10 000	30,0–60,0		301–400	3	3,1
100–10 000	60,0–100,0		401–500	4	3,5
100–10 000	100,0–300,0	Высокоопасные (II)	501–600	4	3,1
ИТОГО					100

Балльная оценка количества стационарных и мобильных источников выбросов представлена в табл. 3.

Таблица 3

Распределение исследуемых промышленных объектов по количеству стационарных и мобильных источников выбросов

Количество стационарных источников выбросов	Удельный вес промышленных объектов, %	Балльная оценка	Количество мобильных источников выбросов	Удельный вес промышленных объектов, %	Балльная оценка
5 и менее	–	0	5 и менее	6,2	0
6–10	9,4	1	6–25	71,9	1
11–50	21,9	2	26–99	21,9	2
51–100	37,5	3	100–499	–	3
Более 100	31,2	4	Более 500	–	4

Оценка $КО_{ав}$, проведенная по установленной суммации условных баллов, показала, что 3,1 % исследуемых объектов по опасности воздействия на атмосферный воздух относится к V категории опасности (малоопасные), 43,8 % объектов – к IV категории (умеренно опасные), 37,5 % объектов – к III категории и 15,6 % объектов – ко II категории.

Категория опасности объекта по воздействию на качество атмосферного воздуха (далее – $КО_{кав}$) устанавливалась на основании расчета и балльной оценки комплексных показателей загрязнения атмосферного воздуха в зонах воздействия химических веществ, входящих в состав промышленных выбросов [5, 6].

Определение $КО_{кав}$ проводилось по формуле

$$КО_{кав} = К_1 + К_2 + К_3 + К_4,$$

где $КО_{кав}$ – категория опасности объекта по воздействию на качество атмосферного воздуха;

$К_1$ – балльная оценка величины комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха «Р»;

$К_2$ – балльная оценка величины комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха.

По опасности воздействия на качество атмосферного воздуха подавляющее большинство (65,6 %) исследуемых объектов относится к V категории опасности, воздействие которых характеризуется «низким» комплексным индексом загрязнения атмосферного воздуха (далее – КИЗА) и «допустимой» степенью загрязнения атмосферы. К IV категории опасности относится 18,8 % исследуемых объектов, воздействие которых обусловливает «слабую» степень загрязнения атмосферного воздуха и «средний» КИЗА на прилегающих территориях жилой застройки. 12,5 % исследуемых объектов относится к III категории опасности, воздействие которых характеризуется «умеренной» степенью загрязнения атмосферы и КИЗА «выше среднего».

Категория опасности объекта по вероятности воздействия на здоровье населения (далее – $КО_{зн}$) устанавливалась на основании расчета и балльной оценки потенциального риска здоровью населения, обусловленного острым и хроническим воздействием химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух [1].

Определение $КО_{зн}$ проводилось по формуле

$$КО_{зн} = К_1 + К_2 + К_3 + К_4,$$

где $КО_{зн}$ – категория опасности объекта по вероятности воздействия на здоровье населения;

$К_1$ – балльная оценка величины потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия;

$К_2$ – балльная оценка величины потенциального риска длительного (хронического) воздействия;

$К_3$ – балльная оценка величины коэффициента опасности при остром воздействии;

$К_4$ – балльная оценка величины коэффициента опасности при хроническом воздействии.

Установлено, что 53,1 % исследуемых объектов относится к V категории опасности вероятности воздействия на здоровье населения. Для данных предприятий острое и хроническое воздействие химических веществ, входящих в состав промышленных выбросов, оценивается как «приемлемое». В 28,1 % случаев воздействие объектов, отнесенных к IV категории опасности вероятности воздействия на здоровье населения, характеризуется хроническим воздействием, «превышающим приемлемый» уровень. В 18,8 % случаев воздействие объектов III и II категории опасности вероятности воздействия на здоровье населения характеризуется острым и хроническим воздействием, «превышающим приемлемый» уровень.

Список литературы

1. Инструкции по применению № 208-1208 «Дифференцированная шкала оценки класса опасности предприятия» / утв. Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 30.12.2008. – Минск, 2008. – 16 с.

2. Инструкция о порядке отнесения объектов воздействия на атмосферный воздух к определенным категориям / утв. постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 29.05.2009 № 30 [Элек-

тронный ресурс] // Минский городской комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды. – URL: http://minskpriroda.gov.by/laws/ (дата обращения: 12.03.2020).

3. Инструкция по определению объектов, представляющих повышенную техногенную и экологическую опасность, условно уязвимых в диверсионном отношении / утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 21.07.2003 № 29 [Электронный ресурс] // Нормативка.by. – URL: https://normativka.by/lib/document/500044982 (дата обращения: 12.03.2020).

4. Оценка риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: инструкция по применению / утв. Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 31 августа 2017 г. № 004–0617. – Минск: Научно-практический центр гигиены, 2017. – 107 с.

5. Применение комплексных показателей загрязнения атмосферного воздуха в целях гигиенического ранжирования территории Южного административного округа города Москвы / П.Р. Анненков, А.И. Горшков, В.Н. Осипова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2001. – № 3. – С. 25–28.

6. Филонов В.П., Соколов С.М., Науменко Т.Е. Эколого-эпидемиологическая оценка риска для здоровья человека качества атмосферы. – Минк: ТРАНСТЭКС, 2001. – 187 с.

Актуальные проблемы развития и систематизации законодательства о здравоохранении и санитарно-эпидемиологическом благополучии в Российской Федерации

А.И. Сахно[1], М.П. Сиволапов[2]

[1]ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»,
г. Тюмень, Россия,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области,
г. Омск, Россия

Исследуются актуальные проблемы национального законодательства в области охраны здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации, современные тенденции его развития, особенности механизма административно-правового регулирования отношений в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Анализируются проблемы и характерные черты развития отраслевого законодательства в исследуемой сфере деятельности, рассматриваются вопросы его систематизации и возможной кодификации.

На основе анализа проведенных исследований в области правового регулирования разработаны и предлагаются читателю критерии и варианты стратегии кодификации нацио-

нального законодательства в области охраны здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации.

Авторами обосновывается новая модель развития отраслевого законодательства, основанная на современных критериях и принципах систематизации нормативных правовых актов, предлагается разработка механизма правовых гарантий основных санитарных правил, обеспечивающих санитарно-эпидемиологическое благополучие населения и охрану здоровья граждан. На обсуждение выносятся три основных варианта разработки проектов модельных законов в виде кодифицированных правовых актов, способных значительно улучшить правовое регулирование охраны здоровья граждан и среды их обитания.

На основе анализа научных исследований современных проблем теории и практики применения законодательства о здравоохранении и санитарно-эпидемиологическом благополучии населения обосновываются выводы о необходимости поиска дальнейших путей его развития, систематизации и повышения эффективности.

Ключевые слова: здравоохранение, систематизация законодательства, кодификация, санитарно-эпидемиологическое благополучие населения, правовые гарантии, проект кодифицированного закона, санитарные правила.

Цель исследования – анализ возможности и выбор варианта кодификации законодательства о здравоохранении и санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Российской Федерации на основе исследования новых вызовов и тенденций его развития. Деятельность органов здравоохранения, выполняющих многочисленные функции в сфере охраны здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, сегодня регулируется федеральными законами и большим количеством других подзаконных правовых актов РФ, правовыми актами субъектов РФ, имеющих разную юридическую силу и предмет правового регулирования. Проведенное исследование свидетельствует, что даже такие базовые законы, как ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в РФ» [5], ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [3], ФЗ «О предупреждении распространения в РФ заболевания, вызываемого вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ-инфекции)» [1], ФЗ «О предупреждении распространения туберкулеза в РФ» [2], другие федеральные законы и иные многочисленные нормативные правовые акты не в полной мере охватывают весь спектр разнообразных медицинских и медико-санитарных правоотношений, а их нормы не всегда согласованы между собой, они допускают дублирование в одних случаях и не восполняют правовые пробелы в других, что свидетельствует о необходимости их дальнейшего совершенствования.

Масштабные задачи, поставленные перед национальной системой здравоохранения Указом Президента РФ от 6 июня 2019 г. № 254, утвердившим Стратегию развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 г. [4], а также глобальные вызовы и угрозы жизненно важным интересам личности, общества и государства, возникшие вследствие развития пандемии коронавируса COVID-19, вызывают необходимость переосмысления организационно-правовых основ санитарного надзора, всей предшествующей практики и оценки рисков здоровью, роли и места всего механизма правового регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации, принятия неотложных действенных мер организационного, медицинского, санитарного, правового и технологического характера. В этих условиях повышается актуальность поиска путей дальнейшего развития и повышения эффективности законодательства о здравоохранении и санитарно-эпидемиологическом благополучии населения.

Изучение теории и практики совершенствования действующих правовых систем говорит о том, что современное законодательство нуждается в периодическом проведении систематизаций различного уровня и формы. Систематизация, приведение нормативно-правового массива в определенную систему предусматривает функциональное единство этой системы, ее единую регулятивную направленность. Рассматривая особенности применения правил юридической техники, специалисты в области теории права отмечают, что для обеспечения смыслового единства, создаваемого в результате кодификации единого комплексного законодательного акта, этот вид систематизации должен проводиться в отношении строго определенного комплекса законов и подзаконных актов, не выходя за рамки кодифицируемой отрасли (подотрасли, института) права [8].

Совершенствование сложного по своему содержанию и объемного по количеству источников законодательства об охране здоровья и санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, по нашему мнению, предполагает разработку и реализацию принципиально новой концепции его развития и систематизации с целью последующей кодификации и принятия единого сводного федерального закона – кодекса, призванного заменить большое количество разрозненных правовых актов, а также дополнить и упорядочить правовые нормы, обеспечить единство его положений, форм и способов оказания медицинских услуг населению. Особое место в системе российского законодательства об охране здоровья граждан принадлежит законодательным актам, регламентирующим обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения (санитарному праву), которые имеют не только комплексный характер и объединяют нормы различных отраслей права, но и собственный предмет правового регулирования. Все это позволяет сделать вывод о целесообразности его кодификации с учетом специфики сферы применения и правовой природы регулируемых отношений.

Необходимо помнить, что при кодификации в большинстве случаев производится не только систематизация существующих норм права, но и их пересмотр с позиций достаточности содержания и эффективности применения при регулировании соответствующих отношений, переоценка всех норм и институтов законодательства.

Актуальность и новизна предложений по совершенствованию правового регулирования и кодификации санитарного законодательства, разработанных в соответствии с основными положениями «Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года», обусловлена наличием следующих факторов:

– сложной структурой существующей нормативной правовой базы, имеющей комплексный характер, содержащей многочисленные правовые акты различного назначения, отличающиеся по своей юридической силе, времени принятия и вступления в силу;

– высокой динамикой нормотворческой и правоприменительной деятельности органов исполнительной власти и должностных лиц, уполномоченных в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения;

– отсутствием единого сводного федерального закона, основанного на общей логике и принципах, объединяющего систематизированные и согласованные между собой нормы права, регулирующие отношения в рассматриваемой сфере деятельности;

– наличием самостоятельного предмета правового регулирования отношений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения;

– глобализацией новых вызовов и угроз жизненно важным интересам граждан, общества и государства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, влияющей на процессы обеспечения стабильного развития экономики государства;

– необходимость более полной правовой регламентации применения отдельных мер правового воздействия, в том числе мер административного принуждения, уточнение правового статуса должностных лиц, обеспечивающих санитарно-эпидемиологическое благополучие населения в Российской Федерации.

Результаты многочисленных исследований подтверждают преимущества кодификации законодательства, регулирующего различные области социально-культурной сферы, необходимость систематизации и преимущества принятия единого сводного закона в области здравоохранения, образования, социального обеспечения, экологии, и неоднократно обосновывались представителями различных отраслей права [7].

Особого внимания заслуживают проблемные вопросы систематизации законодательства об охране здоровья и здравоохранении, а также принятия кодифицированных законов в некоторых государствах-участниках СНГ и даже в субъектах РФ, разработавших и принявших в свое время ряд кодифицированных законов об охране здоровья и санитарно-эпидемиологическом благополучии населения. Так, в Республике Казахстан принят Кодекс Республики Казахстан от 18 сентября 2009 г. № 193-IV «О здоровье народа и системе здравоохранения», где казахстанский законодатель детально прописывает направления деятельности органов государственной власти по охране здоровья населения и недопущения вредного воздействия на среду обитания человека в Казахстане [6].

Комплексный анализ современного состояния, опыта развития и особенностей применения законодательства о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения позволяет выявить некоторые *тенденции* его дальнейшего развития, такие как:

– потребность систематизации применяемых нормативных правовых актов, санитарных правил и норм, технических регламентов с целью их дальнейшей унификации;

– усложнение механизма административно-правового регулирования отношений в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения вследствие увеличения объекта правового воздействия и новых мер правовой регламентации;

– имплементация норм международного права в национальное законодательство о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения;

– высокий динамизм принятия новых правовых актов, затрагивающих сферу правового регулирования деятельности органов Роспотребнадзора при осложнении санитарно-эпидемиологической обстановки и возникновении новых рисков для здоровья человека;

– постоянное взаимодействие с правовыми актами, регулирующими экономические, производственные, материальные, финансовые, таможенные и иные отношения;

– совершенствование механизмов оперативного реагирования при возникновении ЧС любого характера, в том числе пандемии нового коронавируса COVID-19.

На основе анализа результатов проведенных исследований в области правового регулирования читателю предлагаются *три варианта* стратегии кодификации национального законодательства в области охраны здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации.

1. Разработка и принятие *Кодекса об охране здоровья граждан в Российской Федерации* (КоОЗ), регламентирующего деятельность органов здравоохранения и других субъектов по оказанию медицинских услуг в процессе обеспечения конституционных прав граждан на охрану здоровья, благоприятную окружающую среду, обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия и др. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что незавершенность становления национального законодательства в этой области и очень широкий круг отношений, подлежащих правовой регламентации, позволяют сделать определенные выводы о целесообразности разработки и принятия такого сводного закона с учетом особенностей современного законодательства о здравоохранении.

Принятию единого законодательного акта, как правило, предшествует разработка его концепции, определяющей цели, задачи, структуру, основные принципы и положения закона, разработку его паспорта и серьезную работу не только по систематизации существующих норм, но и по разработке новых универсальных положений. Все это представляется весьма сложной задачей с учетом разнообразия направлений и видов деятельности, характеризующих современное здравоохранение. Непросто найти универсальные принципы и нормы права для различных видов медицинских услуг, специфики оказания различных видов медицинской помощи, организации и деятельности учреждений здравоохранения различных форм собственности, тесно взаимосвязанных с работой по производству и использованию медицинских препаратов и оборудования, медицинским страхованием и иными самостоятельными институтами ведомственного законодательства.

2. Разработка и принятие *Кодекса о санитарно-эпидемиологическом благополучии Российской Федерации* (КоСЭБ) представляется научно обоснованным и верным решением по кодификации в силу достаточности сформированной нормативной базы, сложившейся устойчивой системы организационных и правовых отношений в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Представляется, что единый законодательный акт должен объединить логически взаимосвязанные принципы и нормы, регулирующие вопросы организации и административной деятельности, процедуры и порядок взаимодействия участников отношений, права и обязанности органов, должностных лиц, граждан и организаций, а также основания и порядок применения должностными лицами мер административного принуждения (предупреждения, пресечения, процессуального обеспечения), основные принципы и правила мониторинга, проведения санитарных проверок и расследований, предать большую юридическую силу основным положениям подзаконных ведомственных правовых актов.

К числу обоснованных правовых новелл, по нашему мнению, следует отнести детальную правовую регламентацию полномочий должностных лиц территориальных и иных органов Роспотребнадзора на уровне федерального закона в рамках (КоСЭБ), более детально прописать особенности применения отдельных мер государственного принуждения, законодательно определить правовые и социальные гарантии должностных лиц.

Разработка и принятие проекта такого кодекса необходимы для его координации с соответствующими положениями проектов таких важных разрабатываемых законов, как новый Кодекс РФ об административных правонарушениях и проект федерального закона о государственной контрольно-надзорной деятельности. Своевременность разработки такого кодифицированного закона не вызывает со-

мнений с учетом потребностей практики в преодолении последствий пандемии коронавируса COVID-19, выявившей слабые места в системе мер правового и организационного обеспечения санитарной деятельности. На новом уровне разработчикам закона предстоит рассмотреть вопросы организации и правового регулирования международного сотрудничества, взаимодействия регионов и отраслей по профилактике опасных заболеваний и обеспечению мер санитарного контроля.

Основу такого кодекса должны составлять базовые положения ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и других законов, а также оправдавшие себя ведомственные правовые акты, что предполагает универсальную структуру закона.

3. Разработка и принятие *Кодекса обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия (санитарного кодекса) Российской Федерации* с меньшим объемом правовой регламентации правовых и организационных основ деятельности по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, основной целью которого является законодательное закрепление понятий, содержания, форм и методов деятельности субъектов санитарного контроля, регулирование процедур проводимых проверок и расследований, порядок составления и применения процессуальных документов, в том числе досудебных процедур при возникновении административных споров и жалоб граждан.

По своей структуре такой вариант кодифицированного закона тоже будет отличаться от классических кодексов в силу специфики предмета правового регулирования и разнородности правовых норм, отличающихся по юридической силе и содержанию. По сути речь идет о подобии процессуального кодекса санитарной деятельности с элементами норм материального права, регламентирующими основания, порядок и условия применения мер административного принуждения (административного предупреждения, административного пресечения; административно-процессуального обеспечения, административно-восстановительных и иных мер). Возможна детальная регламентация процессуальных полномочий должностных лиц, осуществляющих санитарный контроль и надзор, а также применения различных вариантов мер обеспечения карантинных мероприятий.

Таким образом, представленные модели кодификации, разработанные на базе собственных и предшествующих исследований проблем систематизации действующего законодательства, позволяют выбрать соответствующую *модель развития* отраслевого санитарного законодательства, определить дальнейшую стратегию регламентации правовых и организационных основ обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

Важное место в механизме административно-правового регулирования рассматриваемых отношений принадлежит правовым и социальным гарантиям профессиональной деятельности медработников и должностных лиц, осуществляющих санитарно-эпидемиологический надзор. В действующем законодательстве эти вопросы должным образом еще не урегулированы, они мало изучены современными исследователями, однако практика деятельности органов здравоохранения подтверждает их актуальность.

Особого внимания заслуживает организация международного ведомственного взаимодействия и сотрудничества органов здравоохранения и служб санитарно-эпидемиологического надзора по преодолению вызовов пандемии нового коронавируса COVID-19, полученный опыт оперативного и комплексного реагирования на

стремительно меняющуюся глобальную эпидемиологическую обстановку. В этих условиях должны использоваться все созданные механизмы и резервы, в первую очередь механизм правового регулирования обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Представляется, что разработка и принятие единого кодифицированного закона позволит значительно улучшить правовое регулирование охраны здоровья граждан и среды их обитания, повысит качество контрольно-надзорной деятельности, обеспечит соблюдение законности и защиту прав граждан при применении государственно-властных полномочий должностными лицами, обеспечивающими санитарно-эпидемиологическое благополучие и охрану здоровья населения.

При разработке новой концепции развития отраслевого законодательства необходима не только творческая и системная работа специалистов в области права, но и активное участие специалистов в области охраны здоровья и санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Это именно тот случай, когда приоритет по большинству вопросов, образующих предмет правового регулирования, должен принадлежать специалистам реформируемой отрасли. С этой целью представляется целесообразным развернуть не только научную дискуссию, но и широкое обсуждение актуальных проблем правового регулирования с участием представителей органов управления и специалистов-практиков в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Список литературы

1. О предупреждении распространения в Российской Федерации заболевания, вызываемого вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ-инфекции): Федеральный закон № 38-ФЗ от 30.03.1995 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6222/ (дата обращения: 07.03.2020).

2. О предупреждении распространения туберкулеза в Российской Федерации: Федеральный закон № 77-ФЗ от 18.06.2001 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32131/ (дата обращения: 07.03.2020).

3. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 07.03.2020).

4. О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 г.: Указ Президента РФ № 254 от 06.06.2019 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326419/ (дата обращения: 07.03.2020).

5. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: Федеральный закон № 323-ФЗ от 21.11.2011 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/ (дата обращения: 07.03.2020).

6. Сахно А.И., Сиволапов М.П. Санитарно-эпидемиологическая безопасность как приоритетное направление защиты государством конституционных прав граждан Российской Федерации // Проблемы защиты прав человека в Российской Федерации и Республике Казахстан: материалы междунар. круглого стола с онлайн-участием. –Тюмень: Агат, 2020. – 99 с.

7. Систематизация законодательства как способ его развития: монография / под ред. В.А. Сивицкого / И.В. Гетьман-Павлова, Н.Ю. Ерпылева, Е.В. Иванова [и др.] // Государственный университет – Высшая школа экономики, факультет права. – М.: Изд. дом Государственного университета – Высшей школы экономики, 2010. – 535 с.

8. Чашин А.Н. Теория юридической систематизации. – М.: Дело и Сервис, 2010. – С. 8–9.

Совершенствование системы нормативных источников обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в современной России

М.П. Сиволапов

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области, г. Омск, Россия

Рассматриваются актуальные проблемы теории и практики систематизации и применения российского законодательства в области охраны здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, анализируются правовые пробелы механизма правового регулирования санитарно-эпидемиологического надзора, причины теоретической и нормативной неопределенности отдельных положений, отсутствие нормативно закрепленных процедур и дефиниций, влекущих возможность двойного толкования санитарных правил. На основе комплексного анализа научных работ, включая диссертационные исследования по указанной тематике, делается вывод о необходимости проведения дальнейших научных изысканий в области систематизации и применения нормативных источников обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации.

Осуществлен научный анализ теоретических и правовых основ механизма административно-правового регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации, в том числе санитарно-эпидемиологических норм и отношений, а также выработка научно обоснованных предложений по их совершенствованию и систематизации.

Объектом исследования избраны общественные отношения, складывающиеся в процессе деятельности органов государственного санитарно-эпидемиологического надзора по обеспечению благополучия населения в Российской Федерации, предметом – механизм административно-правового регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Из общетеоретических методов в работе были использованы системный метод, методы анализа и синтеза, диалектический метод, моделирование. Частнонаучные методы были представлены нормативно-логическим, системно-структурным методами и методом сравнительного правоведения. Результатами исследования являются теоретико-прикладные выводы о проблемах, связанных с закреплением санитарных требований в российской правовой

системе, а также авторские предложения по совершенствованию и систематизации санитарного законодательства.

Ключевые слова: санитарно-эпидемиологический надзор, санитарные правила, административно-правовое регулирование, система нормативных источников, кодификация законодательства, санитарно-эпидемиологическое благополучие населения.

Цель работы – обоснование теоретико-правовых основ разработки и принятия Кодекса о санитарно-эпидемиологическом благополучии Российской Федерации (КоСЭБ) (название условное). Под таким кодексом нами понимается федеральный закон, который мог бы объединить и инкорпорировать в себя правовые нормы федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации в области здравоохранения и санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Благополучное развитие и деятельность населения и территорий в современных условиях во многом зависит от уровня защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз различного характера. В комплексе мер обеспечения безопасности любого государства важное значение приобретает обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, создание необходимых условий внешней среды обитания человека. Проведенное исследование показывает, что улучшение жизни и здоровья населения, как и качества среды обитания, невозможно без актуальной, отвечающей новым тенденциям нормативной базы.

Изучение механизма административно-правового регулирования отношений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения показывает, что в соответствии с действующими в Российской Федерации стратегиями, концепциями, государственными программами, направленными на поддержание и качественное улучшение окружающей среды и здоровья населения, регламентация санитарных норм является приоритетным направлением совершенствования российского законодательства о деятельности органов, осуществляющих функции государственного надзора в данной сфере.

В условиях новых экологических угроз и вызовов перед государством возникают задачи, требующие принятия комплекса неотложных организационных, технических и правовых мер, к числу которых относятся переработка нормы экологического, санитарного права, и переосмысление роли механизма правового регулирования государственного управления в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Все это предполагает проведение значительной работы законодателя по совершенствованию действующей нормативной базы и улучшению ее качественных характеристик. Одним из важнейших тезисов в Послании президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации от 2002 г. является следующее высказывание: «… хочу обратить внимание: даже самые «благие намерения» разработчиков не должны становиться поводом для правовой небрежности и недооценки последствий принимаемых решений». Думается, что актуальной задачей ученых-юристов является повышение их качества и точное соответствие друг другу.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что любое действующее законодательство периодически нуждается в дополнении, обновлении и систематизации. Систематизация понимается как процесс приведения нормативно-правовой

базы отраслевого законодательства в определенную систему, способную обеспечить функциональное единство этой системы, ее единую регулятивную направленность.

Систематизация призвана создать определенные основания для поиска нормативных правовых предписаний в зависимости от характера регулируемых общественных отношений. Бессистемное нагромождение нормативных правовых актов, к тому же противоречащих друг другу, не способно быть полноценным регулятором общественных отношений и может только создать у людей антипатию к закону, стремление жить, не связывая свое поведение с его велениями. Кодификационный акт приводит правовые нормы, содержащиеся в актах, принятых в разное время разными органами и обладающими вследствие этого различной юридической силой, к единой юридической силе.

Однако изучение вопроса показало, что фундаментальные исследования законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации не проводились, а идеи, выдвинутые учеными, как правило, касались общей теоретико-правовой концепции реализации принципов юридической техники и сводились к констатации фактов отсутствия общей систематизации правовых норм, наличия пробелов и коллизии некоторых положений законодательных актов.

С учетом этого полагаем, что данные теоретико-правовые наработки могут стать основой для дальнейшего системного анализа правовых актов. Вопросы приведения «в порядок» нормативных правовых актов являются концептуальными для создания единой и иерархичной правовой системы, а также для создания благоприятных формально-юридических условий (принципов) для реализации нормы права в правоотношениях, принятия актов толкования и актов применения. Известно, что процесс правильного построения нормы права закладывается в классических учебниках по юридической технике. Так, В.Ф. Калина утверждает, что для федерального государства, каковым является Россия, сама по себе двухуровневая система по определению требует четкой систематизации [5].

В силу статьи 72 Конституции Российской Федерации, к предмету совместного ведения относится огромный массив правоотношений, которые очень тяжело регулировать при отсутствии концептуальных идей, гипотез, принципов, дефиниций, которые в дальнейшем могут войти в основу законодательства на различных уровнях власти. Предметом представленного исследования является изучение теоретико-правовой и нормативной базы, а также выявления концептуальных проблем правового регулирования сферы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Сфера обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения регламентируется п.п. «б», «ж», «з», «к» ч. 1 статьи 72 Конституции Российской Федерации [6] и нашла свое продолжение в правовых нормах статьей 5, 6 Федерального закона от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Государственное нормирование санитарии осуществляется на двух уровнях, а именно: в соответствии с ч. 1 статьи 37 ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и п. 4 Постановления Правительства РФ от 24.07.2000 № 554 «Об утверждении Положения о Государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании» [11] на территории Российской Федерации

действуют федеральные санитарные правила. При необходимости учета особенностей складывающейся гигиенической, эпидемиологической, экологической обстановки и состояния здоровья населения на территории субъекта Российской Федерации могут действовать федеральные санитарные правила, установленные для этой территории соответствующим правовым актом.

Однако в соответствии со статьей 51 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» Главные государственные санитарные врачи и их заместители имеют право выносить постановления, издавать распоряжения и указания, утверждать методические, инструктивные и другие документы по вопросам организации федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, включая методики расчета и оценки риска для здоровья человека.

Фактически нормативная база обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения может быть федеральной и состоять из двух «ступеней»: постановления главного государственного врача Российской Федерации и субъекта Российской Федерации (как территориального органа федерального органа исполнительного власти).

Однако не стоит забывать, что санитарно-эпидемиологическое благополучие населения обеспечивается всеми уровнями публичной власти. В связи с этим образуется массив нормативных правовых актов регионального и местного уровня.

Ярчайшим примером таких актов является Кодекс Республики Башкортостан о санитарно-эпидемиологическом благополучии (иные профильные законы субъектов Российской Федерации), а также правила благоустройства муниципальных образований.

В рамках иерархии нормативного регулирования деятельности органов санитарно-эпидемиологического благополучия населения возникают вопросы применения той или иной нормы по юридической силе и свойству. В действительности при такой обширной нормативной базе сложно «навести порядок». Проблемой является и сама специфика деятельности в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, имеющая межотраслевой характер.

Как указывает в своем диссертационном исследовании И.А. Ракитин, комплексная оценка действующего законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия с привлечением специалистов органов и учреждений Госсанэпидслужбы не проводилась, диссертационные исследования социально-гигиенической природы правовых механизмов Госсанэпиднадзора немногочисленны [16].

В действительности с данным тезисом можно согласиться по причине обширной нормативной правовой базы разных правовых «эпох». В современных правовых реалиях некоторые положения санитарного законодательства отстают, а некоторые и вовсе утрачивают свою актуальность и практическую значимость. Безусловным является тот факт, что стержневым фактором систематизации и создания правовой системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия являются гигиенические проблемы, требующие решения различными методами правового регулирования. Исходя из статьи 4 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [13], можно выделить две группы общественных отношений в области санитарного законодательст-

ва. Таковыми являются группа отношений, возникающих в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, и группа отношений, возникающих в области охраны окружающей среды, в той мере, в какой это необходимо для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Данная классификация предложена законодателем, ее критерием является объект посягательства, что, на наш взгляд, не систематизирует санитарное законодательство, а создает правовую дестабилизацию и деструктивность на правоприменительном уровне, так как возникают различные правовые ситуации, при которых органы государственной власти не понимают, к чьей компетенции относится решение того или иного вопроса. Примером в данном случае может являться положение ч. 1 статьи 13 Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [10], а именно: «Территории муниципальных образований подлежат регулярной очистке от отходов в соответствии с экологическими, санитарными и иными требованиями».

Предлагается иная классификация актов санитарного законодательства – по уровню органа государственной власти, от которого исходит тот или иной акт. Центральным звеном являются федеральные санитарные нормы и правила, далее следуют акты Главного государственного санитарного врача по субъекту Российской Федерации, а также акты органов региональной власти и органов местного самоуправления для определенной территории, которые и создают дополнительные условия реализации актов санитарного законодательства, а также повышают эффективность их реализации. Уходя от подхода регулирования деятельности в зависимости от объекта посягательства, мы признаем принцип разумной диверсификации прав и обязанности органов государственного управления, а также снимаем вопрос о том, в чью компетенцию входит тот или иной вопрос.

В защиту данного положения выступает и Р.М. Зарифзянов, который в своей работе исследовал организационную структуру госорганов управления, контроля и надзора, их задачи, функции, компетенцию и полномочия в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, на основе этого выявил положительные и негативные аспекты их функционирования, проблемы взаимодействия. При этом в диссертации отмечено, что причины их взаимодействия заложены в самом законодательстве. В целях устранения дублирования компетенции указанных органов и полномочий предлагается совершенствовать законодательство по их правовому статусу [3].

Как верно замечает И.А. Ракитин в своей диссертации, основными причинами недостаточного решения гигиенических проблем является отсутствие соответствующих санитарных норм (45,2 %) или неэффективное санитарное законодательство. Данные выводы автор сделал, исходя из проведенного анализа результатов социально-гигиенического мониторинга здоровья населения. Также ученый-гигиенист делает вывод о том, что отсутствие поддерживающих санитарные нормы статей в трудовом, гражданском, административном, уголовном и других отраслях законодательства не является определяющим и не превышает 7,6 % от всех причин.

В данном случае с этим тезисом нельзя согласиться, так как согласованность отраслей законодательства является одним из основных факторов эффективного применения норм на всех уровнях государственного управления. Решение конкретных юридических вопросов должно быть регламентировано в равной степени

в различных отраслях законодательства, дабы избежать нигилистской ситуации со стороны правоприменителей.

Проблемой законодательства И.А. Ракитин считает также несогласованность санитарных норм между собой и с рядом ведомственных нормативных актов, пробелы в санитарном нормировании, в результате которых снижается эффективность Госсанэпиднадзора, что требует принятия решительных мер по совершенствованию санитарного нормативного аппарата. Фундаментальное исследование И.А. Ракитина как специалиста в области здравоохранения может стать основой для дальнейшей проработки и осмысления концептуальных положений законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия на территории Российской Федерации. Идеи, которые вкладывает автор в свой научный труд, могут служить подспорьем для специалистов медицинского и юридического направлений при подготовке научных исследований.

На отсутствие систематизации санитарного законодательства указывает и исследователь в области права Т.В. Кузнецова, которая в своей диссертации повествует: «Принятое в последние годы российское законодательство, регулирующее вопросы санитарно-эпидемиологического надзора за обеспечением санитарной безопасности, не было предметом системного анализа, а соответствующие проблемы не изучались в рамках отдельной научной работы» [7].

Думается, что комплексного изучения данная сфера общественных отношений не получила по причине специфики законодательства и самих отношений, которое регулирует данные нормы. Междисциплинарный аспект обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения становится предметом изучения ученых и в сфере медицины, и в сфере юриспруденции.

Более того, подтверждение данного тезиса можно найти в трудах Л.М. Мележник, которая утверждает, что в современных условиях большое значение приобретает совершенствование административно-правового регулирования организации и деятельности всей системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации, так как существующий механизм, организационные структуры, формы управления и действующее законодательство в значительной степени не отвечают новым общественно-политическим и социальным реалиям. Слабо разработаны вопросы правовой регламентации оказания санитарных услуг, правового статуса субъектов санитарно-обеспечительных отношений [9].

Таким образом, проблематика настоящего исследования вызвана тем, что действующее санитарное законодательство комплексно исследовалось лишь на диссертационном уровне и в отдельных научных работах по здравоохранению и социальной гигиене и практически не подвергалось системному и глубокому анализу в юридической литературе, в рамках научных правовых исследований.

В своем диссертационном исследовании в области медицины А.В. Иваненко рассмотрел проблему несовершенства действующего законодательства в области обеспечения санэпидблагополучия населения [4]. На основании социологического опроса работников Службы были выявлены следующие результаты проблематики в части практической деятельности органов санэпиднадзора. Основными из которых являются: недостаточное количество полномочий при осуществлении задач (32,3 % опрошенных), финансовые и технические трудности (30,4 %), несовершенство действующего законодательства в области обеспечения санэпидблагополучия населения (22,4 %).

Одним из основных выводов диссертации Т.В. Лисицыной на соискание ученой степени в области медицинских наук является тезис о том, что в Российской Федерации создана значительная законодательная база в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Вместе с тем для улучшения состояния здоровья населения, повышения качества и эффективности санитарно-эпидемиологической деятельности необходимо дальнейшее совершенствование и развитие федерального и регионального медико-социального и санитарного законодательства [8].

Систематизация призвана создать определенные основания для поиска нормативных правовых предписаний в зависимости от характера регулируемых общественных отношений. Бессистемное нагромождение нормативных правовых актов, к тому же противоречащих друг другу, не способно быть полноценным регулятором общественных отношений и может только создать у людей антипатию к закону, стремление жить, не связывая свое поведение с его велениями. Кодификационный акт приводит правовые нормы, содержащиеся в актах, принятых в разное время разными органами и обладающих вследствие этого различной юридической силой, к единой юридической силе.

Как верно выделяет профессор Д.Х. Валеева: «Сбалансированная структура отрасли права является фактором эффективности применения права» [2]. Действительно, изменение качества в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения не путем количественного увеличения источников права, а посредством развития содержательной стороны структуры нормативного акта является неотъемлемым фактором при дальнейшей правотворческой деятельности в данной области.

Однако этот правовой диссонанс, на наш взгляд, проявляется в большей степени также и из-за отсутствия критериального выделения подотрасли административного права – санитарного права. Санитарное право может расцениваться как система правоотношений, связанных с организацией деятельности органов санитарно-эпидемиологического надзора по охране здоровья граждан и среды их обитания (окружающей среды).

Свое мнение по этому поводу высказала Ю.В. Васильева в диссертации на соискание степени доктора юридических наук. Автор полагает, что «социально-обеспечительное законодательство бессистемно, противоречиво и сложно в применении. Оно все больше превращается в тайную область знаний, разобраться в которой могут лишь специалисты. Явный кризис законодательства о социальном обеспечении требует принятия мер не просто по упорядочению, а по существенному пересмотру всего отраслевого законодательства, результатом которого должен стать единый федеральный кодифицированный закон» [1].

Думается, что на данном этапе общественно-политические и правовые процессы целесообразно привести в соответствие с нормативными правовыми актами в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения между собой, а также во взаимодействии с иными сферами общественных отношений (природоохранное, экологическое, медицинское, природоресурсное законодательства), а также оценить санитарные нормы, правила, гигиенические нормативы на предмет соответствия новым общественно-политическим реалиям и подходам к пониманию благополучия населения и доступной среде обитания человека.

Рассматривая вопрос оценки действующих медико-технических норм права, необходимо анализировать данный вопрос во взаимодействии с правоприменительными органами, научно-исследовательскими организациями, а также населением в целом. Такой подход важен для объективности оценки желаний общества и государства, а также выявления ориентиров, к которым необходимо стремиться органам санитарно-эпидемиологического надзора в реализации своих полномочий.

Таким образом, можно выявить несколько проблем систематизации и правового регулирования деятельности органов и организаций по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации.

1. Проблема многоуровневости системы нормативных источников санитарного права. Исследование показало, что система нормативных источников обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения имеет сложный и многоаспектный характер. Выявляются проблемы согласованности нормативной базы как по горизонтали, так и по вертикали нормативной иерархии. Это обусловливает неизбежную тенденцию к унификации санитарных правил, а также их актуализацию в рамках приоритетных направлений развития государства, установленных президентом РФ и правительством РФ.

Так, президент Российской Федерации утверждает: «В целях противодействия угрозам в области экологической безопасности и рационального природопользования органы государственной власти и органы местного самоуправления во взаимодействии с институтами гражданского общества принимают меры, направленные на развитие системы государственного экологического контроля и надзора, государственного мониторинга окружающей среды, животного и растительного мира, земельных ресурсов, на осуществление контроля радиационно, химически и биологически опасных отходов, обеспечение соблюдения санитарно-эпидемиологических и санитарно-гигиенических стандартов в отношении питьевой воды, атмосферного воздуха и почв».

Для решения подобных задач необходимо комплексное рассмотрение проблем правового регулирования посредством анализа правовых актов всех уровней публичной власти в Российской Федерации.

2. Отсутствие надлежащего теоретического обоснования комплексной системы законодательства – санитарного права. Как показало проведенное исследование, существует проблема гносеологического обоснования учеными-юристами роли и места санитарного права в системе отраслей российского права и законодательства. Так, выделяются экологическое, природоресурсное, земельное право. Думается, что понятие санитарного права гораздо шире, нежели вышеупомянутые подотрасли административного права. Общественные отношения санитарного права включают в себя правоотношения, складывающиеся в сфере охраны здоровья граждан, охраны окружающей среды (среды обитания человека), а также специфические правоотношения, связанные с применением медико-технических юридических норм. Принципы санитарного права качественно отличаются от принципов любых других отраслей права, так как включают в себя междисциплинарные принципы медицины и юриспруденции. Методом правового регулирования, с одной стороны, выступает диспозитивный метод правового регулирования (научные исследования в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения; формирование и ведение открытых и общедоступных федеральных информационных ресурсов, направленных на своевременное информи-

рование органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и граждан о возникновении инфекционных заболеваний, массовых неинфекционных заболеваний (отравлений), состоянии среды обитания и проводимых санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятиях; меры по гигиеническому воспитанию и обучению населения и пропаганде здорового образа жизни) и, с другой стороны, императивный метод, который выступает главенствующим в регулировании данных правоотношений (выполнение санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий; федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор; лицензирование видов деятельности, представляющих потенциальную опасность для человека; меры по привлечению к ответственности за нарушение законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения).

3. Отсутствие юридико-технического анализа санитарных требований. В связи с чем формируется двойное толкование санитарных норм, коллизии между нормативными актами одной юридической силы. Как мы указывали ранее, существует правовой диссонанс между нормами СССР и РСФСР и современными российскими санитарными правилами. Так, видится ситуация, при которой прежние санитарные нормативы применению не подлежат, а современные санитарные правила РФ разработаны и приняты не были, таким образом, формируются «пробелы» санитарного законодательства, существует правовая незащищенность населения от вредных посягательств, а правоприменитель, понимая значимость данных социальных процессов, не может применить норму советского права при наличии нормативной регламентации о недействительности данных норм контрагентами «субъекта-нарушителя» (торговые, промышленные предприятия, региональный оператор по обращению с ТКО и т.д.).

4. Санитарные требования не отвечают тенденциям развития отраслевого и межотраслевого законодательства. Пп. «б» п. 2 Указа Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» определяет приоритетные направления деятельности государства в условиях цифровой экономики [12]. Во многих из них участвует Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, что определяет системную значимость развития не только организационной, но и юридической работы. Для подготовки фундамента реализации национальных проектов архиважной задачей является систематизация и актуализация санитарных требований для наиболее эффективной работы органов исполнительной власти, а также различных организаций. Считаем целесообразным не только приведение в нормативный паритет норм санитарного законодательства, но и проведение комплексного анализа норм жилищного, экологического, земельного, градостроительного и трудового права на соответствие санитарным требованиям в части дублирования и коллизионности. Гармоничность норм позволит исключить дублирование полномочий между органами исполнительной власти, а также исключит «спор о праве» среди правоприменителей.

5. Двойственность характера правоотношений, складывающихся в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Как показало проведенное исследование, санитарно-эпидемиологическое благополучие имеет межотраслевой характер и не может быть предметом исследования только медицины или

только юриспруденции. Интеграция отраслей знаний между собой рассматривается авторами как детерминант развития системы нормативных источников обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в современной России. Думается, что при должном взаимодействии ученые смогут преодолеть ситуацию с пробелами и коллизионностью санитарного законодательства.

При этом видится положительная тенденция и особое внимание руководства государства к проблемам санитарно-эпидемиологической безопасности государства на современном этапе развития правовой системы, институтов государственной власти. Прежде всего, оптимизм вызывает озабоченность руководства Российской Федерации проблемами здоровья населения и среды его обитания.

Так, президент Российской Федерации одним из направлений деятельности государства в системе национальной безопасности выделяет: «Угрозами национальной безопасности в сфере охраны здоровья граждан являются возникновение эпидемий и пандемий, массовое распространение таких заболеваний, как онкологические, сердечно-сосудистые, эндокринологические, ВИЧ-инфекции, туберкулез, наркомания и алкоголизм, увеличение случаев травм и отравлений, доступность психоактивных и психотропных веществ для незаконного потребления» [14].

Данные положения подтверждаются и п. 26 Указа Президента РФ от 6 июня 2019 г. № 254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года» [15]. На его основании основными задачами развития здравоохранения в Российской Федерации являются профилактика заболеваний; предотвращение распространения заболеваний, представляющих опасность для окружающих; обеспечение биологической безопасности, а также совершенствование системы федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

6. Отсутствие единого кодифицированного правового акта, регулирующего многообразные отношения в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, способного успешно разрешить комплекс указанных проблем. Разработка и принятие предлагаемого нами Кодекса о санитарно-эпидемиологическом благополучии Российской Федерации (КоСЭБ) представляется научно обоснованным и верным решением по кодификации существующей нормативной базы, сложившейся системы организационных и правовых отношений в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

По нашему мнению, предлагаемый законодательный акт должен объединить логически взаимосвязанные нормы права, регулирующие вопросы организации и административной деятельности, процедуры и порядок взаимодействия участников отношений, права и обязанности органов, должностных лиц, граждан и организаций, а также основания и порядок применения должностными лицами мер административного принуждения (предупреждения, пресечения, процессуального обеспечения), основные принципы и правила мониторинга, проведения санитарных проверок и расследований, предать большую юридическую силу основным положениям подзаконных ведомственных правовых актов.

Кодификация представляет собой способ избавить действующее законодательство от разрозненных нормативных правовых актов путем объединения их смысла в одном новом, едином, комплексном законодательном акте. В результате кодификации нормативно-правовые предписания выражаются в концентрированном виде. Объем законодательства, подлежащий изучению субъектами правоотношений, значительно уменьшается.

Поэтому при проведении кодификации под нее должны попасть все без исключения нормативно-правовые акты, подлежащие систематизации, отвечающие признаку кодификации (чаще всего – предмету правового регулирования, общей для кодифицируемых актов общественной жизни).

Резюмируя вышеизложенное, необходимо отметить, что сложность правового регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения определяет важность и значимость юридических научных изысканий по совершенствованию системы нормативных источников. Таким образом, формируется не только проблематика конкретных правовых норм, но и комплексное понимание правового регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации.

Список литературы

1. Васильева Ю.В. Кодификация российского законодательства о социальном обеспечении: теоретические и практические проблемы: автореф. дис. … д-ра юрид. наук. – М., 2010. – 4 с.

2. Европейский гражданский процесс и исполнительное производство: сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф. Казанского (Приволжского) федерального университета / под ред. Д.Х. Валеева. – М.: Статут, 2012. – С. 224–225.

3. Зарифзянов Р.М. Правовое регулирование санитарно-эпидемиологического благополучия населения: автореф. дис. … канд. юрид. наук. – Саратов, 1999. – 13 с.

4. Иваненко А.В. Научное обоснование приоритетов государственного регулирования в области обеспечения санэпидблагополучия населения мегаполиса: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – М., 2005. – 24 с.

5. Калина В.Ф. Юридическая техника: учебник для прикладного бакалавриата. Серия: Бакалавр. Прикладной курс. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 131 с.

6. Конституция Российской Федерации. Собрание законодательства РФ, 04.08.2014, № 31, ст. 4398 [Электронный ресурс] // Собрание законодательства РФ. Официальные электронные версии бюллетеней. – URL: http://www.szrf.ru/szrf/index.phtml?md=0 (дата обращения: 04.03.2020).

7. Кузнецова Т.В. Организационное и правовое обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения современной России (на примере Нижегородской области): автореф. дис. … канд. юрид. наук. – Нижний Новгород, 2005. – 12 с.

8. Ласицина Т.В. Организационно-правовое обеспечение деятельности санитарно-эпидемиологической службы в процессе ее реформирования на территориальном уровне (на примере Тульской обл.): автореф. дис. … канд. мед. наук. – М., 2007. – 21 с.

9. Мележник Л.М. Организационно-правовое обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации: автореф. дис. … канд. юрид. наук. – Нижний Новгород, 2010. – 17 с.

10. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон № 89-ФЗ от 24.06.1998 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 04.03.2020).

11. Об утверждении Положения о Государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании: Постановление Правительства РФ № 554

от 24.07.2000 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28005/ (дата обращения: 04.03.2020).

12. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ № 204 от 07.05.2018 [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 04.03.2020).

13. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 04.03.2020).

14. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ № 683 от 31.12.2015 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669/ (дата обращения: 04.03.2020).

15. О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента РФ № 254 от 6 июня 2019 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326419/ (дата обращения: 04.03.2020).

16. Ракитин И.А. Гигиеническое обоснование совершенствования нормативной базы государственного санитарно-эпидемиологического надзора: автореф. дис. … канд. мед. наук. – СПб., 2005. – 11 с.

Новые подходы к кодификации санитарного законодательства в РФ

Н.А. Соловьев[1], М.П. Сиволапов[2]

[1]ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»,
г. Тюмень, Россия,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области,
г. Омск, Россия

Теоретическая и нормативная неопределенность в области структурированности правоустанавливающих, регулятивных и иных правовых норм в сфере санитарного законодательства, отсутствие нормативно закрепленного понятийного аппарата, содержащего санитарно-эпидемиологические термины, наличие государственных органов с дублирующими полномочиями, влекущее за собой не в полной мере реализацию охраны здоровья населения, обусловливают актуальность и необходимость исследования. Повышение уровня санитарно-эпидемиологического благополучия населения является одной из приоритетных задач Российской Федерации, что закреплено, помимо Конституции Российской Федерации, в Федеральном законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (Закон № 52-ФЗ), где говорится о том, что санитарно-эпидемиологическое благополучие населения выступает одним из основных условий реализации, предусмотренных Конституцией Российской Федера-

ции прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду. Актуализацию проблемы поддерживает оспаривание предписаний органов, осуществляющих надзор в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также наличие разрозненной судебной и административной практики. По настоящее время выбранная тема не являлась предметом комплексного научного рассмотрения учеными-правоведами. Объектом данного исследования выступают общественные отношения, формирующиеся в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Осуществлено системное изучение норм права в области санитарного законодательства, комплексном анализе правового института, их систематизации. Основными методами и подходами, использованными в данном исследовании, выступают общетеоретические методы, в частности, системный метод, методы анализа и синтеза, обобщение, методы индукции и дедукции, метод моделирования посредством идеализированных представлений. Частнонаучные методы представлены в виде нормативно-логического и системно-структурного методов.

Основными результатами следует выделить: системное изучение института санитарного законодательства, осуществление структурного анализа со смежными отраслями права, вывод авторами предложений о необходимости принятия единого, кодифицированного правового акта, направленного на правовую стабильность в данной области.

Ключевые слова: санитарное законодательство, систематизация, проблемы правового регулирования, нормативный источник, санитарно-эпидемиологическое благополучие населения.

В последние годы в Российской Федерации приобретает особое значение тема актуализации и приведение в соответствие источников административного права. Административное право имеет множество направлений правового регулирования. Не являются исключением и источники обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации. Создание правовой государственной системы вызывает необходимость качественных и количественных изменений правового регулирования общественных отношений.

Складывающийся в современной России новый тип отношений, который возникает между органами государственной власти, гражданами и организациями, предполагает взаимную правовую ответственность между ними. Новые тенденции развития общества и государства, углубление их правовых начал привели к возрастанию роли юридических средств воздействия на различные юридические факты.

Развитие и обновление административного законодательства, создание и качественное обновление государственной структуры органов публичной власти и их нормотворческая деятельность вызывают повышенный научный интерес ко всем формам объективации административно-правовых норм российской правовой системы.

Таким образом, перед государством возникает некий политический диссонанс. С одной стороны, необходимо эффективно регулировать общественные отношения, принимая новые механизмы (средства) защиты граждан от вредных посягательств, с другой – обеспечить высокий юридический уровень данных нормативных актов.

Одним из таких сложнейших сфер правового регулирования и является санитарно-эпидемиологическое благополучие населения. Актуальность рассматриваемой проблемы подкрепляется вызовами, которые преследуют государства в последние годы (возрастание роли и места биологического оружия, ухудшение экологической обстановки, увеличение производственных мощностей).

Проблемы правового регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия определяются авторами как диссонанс правовых систем Союза ССР и современной России. При этом, на наш взгляд, в советской системе юридические ак-

ты санитарного права характеризуются большей упорядоченностью и детализировано регламентируют правоотношения. Актуализация старых санитарных норм и норм законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, на наш взгляд, должна происходить поэтапно и преследовать единую конечную цель.

Санитарно-эпидемиологическое благополучия является специфической сферой правоотношений, и, как мы уже отмечали, не отличается особым научным вниманием со стороны ученых-правоведов, что обусловливает объем проблем и пробелов в санитарно-эпидемиологических нормах. Значимость исследованию придает также характер нормативного регулирования правоотношений, где ведущую роль должны занять медицинские работники, а не юристы.

Так, перед авторами стоит задача по разработке предложений новых подходов к правовому регулированию данных общественных отношений, что приведет к комплексному решению проблемы законодательного закрепления места и роли санитарно-эпидемиологического благополучия населения в системе российского права.

Административный надзор является одним из ключевых механизмов гарантии обеспечения законности, тем более в такой сфере, как обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Если выделить основную цель, которую преследует надзорный орган, каковым выступает Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека при осуществлении проверок, то можно ее охарактеризовать как охрану здоровья населения и среды обитания. Федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор и надзор в сфере защиты прав потребителей осуществляются в двух формах работы: предупредительный и текущий надзор. Предупредительный надзор имеет приоритет перед текущим надзором, так как направлен на предупреждение нарушений обязательных требований. К сожалению, в настоящее время отсутствует комплексный подход в вопросах оценки риска для жизни и здоровья населения объектов технического регулирования.

Подзаконные нормативно-методические документы по оценке риска при неаварийных ситуациях, как ранее выпущенные, так и вновь принимаемые (например СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-3 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04, утвержденные Роспотребнадзором, и методические рекомендации по разработке и подготовке к принятию проектов технических регламентов, утвержденные приказом Минпромэнерго России от 12.04.2006 г. № 78), в силу их ведомственной ограниченности и при отсутствии должного федерального законодательства не могут разрешить всех неопределенностей в подходах к оценке риска для здоровья и не способствуют ограничению вмешательства государства в экономическую деятельность субъектов предпринимательства [1].

В СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» указываются цели создания санитарно-защитных зон (СЗЗ) для каждого предприятия:

– уменьшение уровня загрязнения атмосферного воздуха, уменьшение уровня шума, вибраций, энергетических полей и др. до допустимых значений;

– создание санитарно-защитной зоны между территорией предприятия и территорией жилой застройки;

– организация дополнительной зеленой территории, которая обеспечивает ассимиляцию, фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха и является экраном для вредных промышленных воздействий [21].

Из этого можно сделать вывод о том, что основным назначением санитарно-защитной зоны является уменьшение концентраций загрязняющих веществ, шума, вибраций, электромагнитных излучений и иных негативных воздействий до предельно допустимых норм.

В целях реализации программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» Роспотребнадзор вводит риск-ориентированный подход при планировании и проведении контрольно-надзорных мероприятий [19].

На практике Роспотребнадзор сталкивается с невысоким охватом плановыми проверками объектов надзора, которые относятся к категориям чрезвычайно высокого и высокого риска.

В конце 2017 г. в федеральном реестре юридических лиц (ЮЛ) и индивидуальных предпринимателей (ИП) объекты надзора были распределены следующим образом: чрезвычайно высокий риск – 2,43 %, высокий риск – 8,18 %, значительный риск – 17,67 %, средний риск – 28,35 %, умеренный риск – 24,32 %, низкий риск – 19,05 %. В настоящее время территориальные органы Роспотребнадзора осуществляют плановые проверки с применением риск-ориентированного подхода. В 2017 г. в целом по Российской Федерации в структуре плана плановых проверок объекты чрезвычайно высокого риска составили 1,64 %, высокого риска – 14,26 %, значительного риска – 36,89 %, среднего риска – 35,93 %, умеренного риска – 11,27 %, низкого риска – нет [22].

Проанализировав Российское законодательство, авторы приходят к выводу о том, что в соответствии с ч. 8 статьи 9 Федерального закона № 294-ФЗ от 26.12.2008 «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» плановая проверка может назначаться только по истечении трех лет со дня государственной регистрации юридического лица, индивидуального предпринимателя, окончания проведения последней плановой проверки юридического лица, индивидуального предпринимателя, начала осуществления юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем предпринимательской деятельности в соответствии с представленным в уполномоченный в соответствующей сфере деятельности орган государственного контроля (надзора) уведомлением о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности в случае выполнения работ или предоставления услуг, требующих представления указанного уведомления [14]. Зачастую недобросовестные предприниматели по истечении данного срока ликвидируют предприятие либо производство и создают под новым названием в целях дальнейшего избегания проверок.

Как отмечено А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой, доля юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, формирующих чрезвычайно высокие риски в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и в сфере защиты прав потребителей, не превышает 5 % от общего числа поднадзорных лиц. При этом именно эти объекты формируют наиболее существенную долю (до 80 % в разных видах деятельности) в суммарных рисках медико-демографических и имущественных потерь [11].

Анализ результатов внедрения риск-ориентированного подхода показал, что одним из факторов, снижающих эффективность проводимых надзорных меропри-

тий, является наличие в действующем законодательстве запрета на проведение плановых проверок в отношении хозяйствующих субъектов до истечения трехлетнего периода со дня их государственной регистрации и начала осуществления предпринимательской деятельности в соответствии с представленным уведомлением [2].

На практике встречаются ситуации, когда предприятия, осуществляющие идентичную экономическую деятельность в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД), оказывают негативное воздействие в разном объеме, что в разной степени определяет вероятность ухудшения параметров среды обитания и вероятность нарушения здоровья населения, работающих и потребителей услуг под воздействием деятельности объекта надзора. Тем самым необходима дифференциация хозяйствующих субъектов (ЮЛ или ИП) по риску причинения вреда здоровью.

Тем самым развитие дифференцированного подхода предполагает развитие в следующих направлениях:

1. Разработка и внедрение системы доступной, эффективной, бюджетной отчетности, позволяющей вести мониторинг в режиме «реального времени».

2. Разработка и апробация системы индикаторов нарушений обязательных требований – показателей, которые сами не являются нарушениями законодательства, но являются их предвестниками. Иными словами, необходима разработка системы предупреждения нарушений в целях эффективного и своевременного реагирования, а также минимизации негативных последствий [18].

3. Повышение профилактической роли надзорной деятельности, т.е. развитие предварительного (профилактического) надзора, который в настоящее время не находит должного закрепления в российском законодательстве.

Для решения данного вопроса авторами статьи предлагается ввести механизм самостоятельной разработки санитарно-эпидемиологических стандартов. Суть данной процедуры заключается в том, что необходимо нормативное закрепление требований (санитарных норм, нормативов, процессуальных положений, оформлений) для организаций, относящихся к одной категории риска. Последние, в свою очередь, самостоятельно разрабатывают стандарты, регулирующие выполнение требований к безопасности товаров, работ и услуг на уровне не ниже требований, установленных законодательством Российской Федерации. Несоблюдение данной процедуры повлечет за собой административную ответственность, а также возмещение ущерба.

Также одним из способов разрешения данной проблемы является наделение исполнительных органов власти, в том числе и субъекта, полномочиями по установлению дополнительных оснований проверок, а также возможность изменения периодичности проведения, основывающихся на риск-ориентированном подходе.

Неприемлемо рассматривать процедуру проверки без упоминания Федерального медико-биологического агентства. Федеральное медико-биологическое агентство было утверждено Указом Президента Российской Федерации № 1304 от 11 октября 2004 г. [17]. Данным указом установлено, что ФМБА осуществляет функции федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора в обслуживаемых организациях и на обслуживаемых территориях, в том числе на объектах и территориях закрытых административно-территориальных образований.

В свою очередь, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации № 332 от 30.06.2004 г. [13]. В приложении к данному поста-

новлению содержится положения в сфере полномочий Роспотребнадзора. К таковым относится осуществление надзора и контроля за исполнением обязательных требований законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, защиты прав потребителей, в области потребительского рынка и обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, в том числе федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора за соблюдением санитарного законодательства.

Если проводить системный анализ данных нормативно-правовых актов, то можно прийти к выводу, что распределение предметов ведения и полномочий применительно к осуществлению санитарно-эпидемиологического надзора имеет схожий характер. Исходя из этого сделан вывод, что ряд полномочий, закрепленных в нормативно-правовых актах, регулирующих деятельность обоих ведомств, нуждается в уточнении и даже в изменении. По нашему мнению, данный вопрос нуждается в дальнейшей проработке и рассмотрении.

Как уже упоминалось ранее, советская система юридических актов в сфере санитарного права характеризовалась большей упорядоченностью и детализацией регламентирующих правоотношений. По опыту советского государства в наше время законодатель избрал верный путь развития, закрепив в отдельную главу составы административных правонарушений, посягающие на здоровье, санитарно-эпидемиологическое благополучие населения и общественную нравственность, занимающую особое место в КоАП РФ в силу охраняемых общественных отношений. В силу того, что санитарное законодательство является комплексной отраслью права, то и регулятивные правовые нормы содержатся в различных нормативно-правовых актах, тем самым затрудняя правоприменение для всех субъектов правоотношений. Непосредственно КоАП РФ содержит термин «здоровье» в различных формах порядка 88 раз. Но в рамках выделения родового объекта не всегда предполагается именно здоровье человека. Наглядным подтверждением вышеизложенного выступают составы главы 8 КоАП РФ, непосредственным объектом которых является охрана окружающей среды. Примером служит статья 8.21 «Нарушение правил охраны атмосферного воздуха», в которой объектом выступает санитарно-эпидемиологическое благополучие, непосредственно влияющее на состояние здоровья человека [4].

Согласно статье 1 Федерального закона № 52-ФЗ от 30.03.1999 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [16] факторы среды обитания – биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные и иные), химические, физические (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук, тепловые, ионизирующие, неионизирующие и иные излучения), социальные (питание, водоснабжение, условия быта, труда, отдыха) и иные факторы среды обитания, которые оказывают или могут оказывать воздействие на человека и (или) на состояние здоровья будущих поколений. То есть законодатель подразумевает, что окружающая среда имеет непосредственное влияние на здоровье человека, которое является особым объектом охраны. Но, как говорилось ранее, в законодательстве закреплены и имеют некую систематизацию только охранительные нормы. Хотя предупредительная сущность регулятивных норм в большей степени предусматривает защиту здоровья населения, необходимы систематизация и закрепление этого в законодательстве. Также в связи с развитой терминологической базой данного правового института в целях единообразного понимания тех или иных явлений должен получить нормативное

отражение и словарь санитарно-эпидемиологических терминов. Таким образом, в целях систематизации законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия требуется единый кодифицированный нормативно-правовой акт, соединяющий в себе правоустанавливающие, регулятивные, охранительные нормы, поскольку в предполагаемом нормативно-правовом акте предусматривается единый объект посягательства, который будет выступать неким «источником права» в области санитарного законодательства.

Стоит сказать о том, что до настоящего времени ведется дискуссия о понимании «источника административного права». На данный момент времени сложились две устойчивые позиции. В одном случае большинство ученых с позитивистских позиций определяет источники административного права как формы выражения юридических норм в сфере управления. Другие подчеркивают, что источниками административного права могут быть не только нормативные правовые акты, устанавливающие административно-правовые нормы, но и изменяющие и отменяющие их [15].

Под источниками административного права большинством современных ученых понимаются используемые государством официально-документальные формы выражения и закрепления административно-правовых норм, доведения их до сведения правоприменителей и иных заинтересованных лиц в целях обеспечения их реального действия [3].

Анализ системы источников российского административного права недопустим без системного подхода, с помощью которого становится возможным изучение как внешних, так и внутренних связей между источниками административного права. При использовании данного подхода рассмотрение форм права представляется целостной системой, а не разрозненными, отдельно взятыми правовыми институтами. Административное право в качестве частной системы источников права может подразделяться в зависимости от конкретных видов формирующих его источников права на две подсистемы: законодательных актов; актов, исходящих от различных исполнительно-распорядительных органов, регламентирующих общественные отношения, которые составляют предмет данной отрасли [10]. Таким образом, различные ученые-правоведы по-разному подходят к определению источников административного права, но сходятся во мнении, что источники образуют единую систему.

Развитие основных направлений системы административного права невозможно рассматривать без анализа его источников, поскольку складывается четкое понимание о таком институте, как административное право, и его дальнейшем развитии, которое характеризуется следующими тенденциями. Одна из них представляет собой кардинальную новеллизицию административного права, что означает какие-либо качественные изменения данной области, опирающиеся на современные реалии. В данном случае нормативно-правовые акты должны соответствовать достаточно высоким критериям, быть всеобъемными и достаточными для правильного толкования и правопонимания.

Другой тенденцией является унификация административного законодательства. Она представляет собой изменение его содержания. Рассмотрение данного вопроса неразрывно связано с установлением объекта унификации, которым выступает его содержание, т.е. правовые нормы. Соответственно, методом унификации законодательства выступает систематизация. В теории государства и права выделяется три основных вида: кодификация, инкорпорация и консолидация. Среди кодифицированных нормативно-правовых актов можно указать Основы законода-

тельства и кодексы. Принятие Основ законодательства не предполагает исчерпывающего правового регулирования конкретной сферы общественной жизни, а закрепляет лишь основные направления такого регулирования [20]. Кодекс, напротив, предполагает наиболее полное и всестороннее урегулирование общественных отношений. Его отличает, во-первых, полнота регулирования отношений в какой-либо сфере, во-вторых – единообразие регулирования, в-третьих – закрепление основных юридических принципов, понятий и конструкций, в-четвертых – отражение крупных юридических теорий и концепций, в-пятых – лидирующее место среди иных законов и особое воздействие на все правовые акты и процесс правоприменения [24]. Резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод о том, что процесс унификации является одной из тенденций развития права. Данная тенденция является изменением содержания права. Сущностью унификации выступает урегулирование смежных между собой общественных отношений едиными правилами. Унификация преследует собой цель создания единой (общей) правовой нормы.

В работе Е.Б. Лупарева и Е.В. Епифановой авторы приходят к тому, что с точки зрения систематизации законодательства в сфере медицины встает вопрос о необходимости структурной перестройки гл. 6 КоАП РФ путем добавления в нее специализированных составов гл. 14 КоАП РФ с указанием на квалифицирующие признаки состава, например «Осуществление медицинской предпринимательской деятельности без специального разрешения или лицензии».

Е.Б. Лупарев и Е.В. Епифанова предлагают при разработке перспективного нового КоАП РФ изменить концепцию формирования главы о правонарушениях в сфере охраны здоровья, включив в нее максимально возможное количество составов, которые непосредственно связаны с охраной здоровья, пусть и содержащие факультативный или иной непосредственный объект административного правонарушения [9]. Такой подход объясняется тем, что здоровье граждан, с точки зрения защищаемых законодательством об административных нарушениях объектов, является наиболее приоритетным после защиты личности, охраны прав и свобод в статье 1.2 действующего КоАП РФ.

Тем самым авторы делают вывод, что необходим пересмотр системного подхода действующего законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения. По нашему мнению, основная проблема «Санитарного права» в большом количестве нормативных актов, нормы которого принимаются бессистемно, в отсутствии единой концепции, в расчете на идеальные в правоприменении ситуации.

Резюмируя вышеизложенное, авторы выводят следующие тезисы:

1. Для развития дифференцированного подхода, а также повышения эффективности осуществления проверок предлагается создать механизм самостоятельной разработки санитарно-эпидемиологических стандартов для хозяйствующих субъектов.

2. Наделение исполнительных органов власти, в том числе и исполнительных органов власти субъекта, полномочиями по установлению дополнительных оснований проверок, а также возможность изменения периодичности проведения, основывающиеся на риск-ориентированном подходе, позволит повысить эффективность контрольно-надзорной деятельности.

3. Дублирование функций ФМБА и Роспотребнадзора в части осуществления полномочий по проверке на соблюдение санитарных норм хозяйствующими субъектами.

4. Неструктурированность правовых норм в сфере Санитарного законодательства по причине обширности общественных отношений в области сохранения здоровья населения, обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и безопасности страны, а также отсутствия отражения в профильном законодательстве положений, детализирующих, конкретизирующих фундаментальные конституционные основы защиты прав граждан.

Подводя итог, авторы данной статьи совместно с Управлением Роспотребнадзора по Омской области приходят к мысли о необходимости разработки и принятия Санитарного кодекса РФ. Данный нормативной правовой акт будет призван закреплять политику государства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия, выстроит вертикаль санитарно-эпидемиологических контрольно-надзорных органов, приведет к единообразному пониманию, использованию и применению правовых норм. По замыслу авторов, данный кодекс будет преследовать такую цель, как охрана здоровья населения, его санитарно-эпидемиологическое благополучие, позволит органам государственной власти и иным публичным образованиям и организациям с наибольшей эффективностью обеспечивать выполнение санитарных правил и нормативов, что в свою очередь положительно скажется на здоровье граждан, позволит создать внутренне непротиворечивый, структурированный, удобный в применении, понятный правовой акт, который сможет установить правовую стабильность в данной области.

Список литературы

1. Актуальные проблемы законодательного и нормативно-методического обеспечения оценки риска для здоровья населения в сфере технического регулирования / Б.Н. Никонов, В.Б. Гурвич, Е.А. Кузьмина [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 1 (202). – С. 16–20.

2. Бахрах Д.Н. Административное право: учебник для вузов. – М., 2000. – 18 с.

3. Дмитриев Ю.А., Евтеева А.А., Петров С.М. Административное право: учебник для юрид. вузов. – М., 2005. – 70 с.

4. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 16.12.2019) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 16.01.2020).

5. Конин Н.М. Административное право России: учебник. – М., 2006. – 42 с.

6. Конституция Российской Федерации от 12.12.1993 (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2014. – № 31. – Ст. 4398.

7. Котельникова Е.А. Административное право: учеб. пособие для вузов. – Ростов н/Д, 2003. – 26 с.

8. Ломакина В.Ф. Административное право Российской Федерации: учеб. пособие. – М., 2005. – 47 с.

9. Лупарев Е.Б., Епифанова Е.В. Проблемы формальной систематизации административной ответственности в сфере медицинской деятельности в Российской Федерации и экономическая подоплека вопроса // Административное право и процесс. – 2019. – № 11. – С. 37–40.

10. Марченко М.Н. Источники права: учеб. пособие. – М., 2013. – 672 с.

11. Научно-методические аспекты оценки риска здоровью при реализации функций и полномочий Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – С. 9–14.

12. Об охране окружающей среды: Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901808297 (дата обращения: 30.01.2020).

13. Об утверждении Положения о Федеральной службе по тарифам: Постановление Правительства РФ № 332 от 30 июня 2004 г. [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://base.garant.ru/12136098/ (дата обращения: 31.01.2020).

14. 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] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: http://base.garant.ru/12164247/ (дата обращения: 30.01.2020).

15. Ордина О.Н. Источники административного права России и проблемы их систематизации: монография. – М.: ЮНИТИ-ДАНА. – 2010. – 319 с.

16. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 (с изменениями на 26 июля 2019 года) [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901729631 (дата обращения: 16.01.2020).

17. О Федеральном медико-биологическом агентстве: Указ Президента РФ № 1304 от 11 октября 2004 г. [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://base.garant.ru/12137183/ (дата обращения: 31.01.2020).

18. Попова А.Ю. Опыт методической поддержки и практической реализации риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора: 2014–2017 // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 5–9.

19. Порохнявая Е.Л. Административный надзор в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: новые подходы // Административное право и процесс. – 2019. – № 9. – С. 71–75.

20. Потапенко Е.Г. Унификация права: понятие, формы, методы (в контексте исследования унификации цивилистического процессуального права) [Электронный ресурс] // Известия Саратовского университета. Серия Экономика. Управление. Право. – 2017. – № 3. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/unifikatsiya-prava-ponyatie-formy-metody-v-kontekste-issledovaniya-unifikatsii-tsivilisticheskogo-protsessualnogo-prava (дата обращения: 16.01.2020).

21. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов / утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 г. № 74 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902065388 (дата обращения: 31.01.2020).

22. Сведения о показателях результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора и его территориальных органов при осуществлении федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, индикативных показателях деятельности органов и организаций Роспотребнадзора: данные статистической формы 11–17 за 2017 г. / утв. Приказом Роспотребнадзора от 04.07.2017. – № 604.

23. Тихомиров Ю.А. Административное право и процесс: полный курс. – М., 2005. – 119 с.

24. Тихомиров Ю.А., Талапина Э.В. О кодификации и кодексах // Журнал российского права. – 2003. – № 3. – С. 47–54.

Санитарно-эпидемиологические требования к размещению объектов общественного назначения в жилых зданиях

Н.Д. Метелица[1], Г.Б. Еремин[1], С.Н. Носков[1], Н.А. Мозжухина[2]

[1]ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава РФ,
г. Санкт-Петербург, Россия

Выполнен анализ нормативно-правовых актов, устанавливающих санитарно-эпидемиологические требования к размещению в жилых зданиях и помещениях объектов общественного назначения, а также основных причин отрицательных экспертных заключений на проекты размещения и перепланировок объектов общественного назначения в жилых зданиях.

Ключевые слова: проекты размещения и перепланировок объектов общественного назначения, размещенных в жилых зданиях, санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям, санитарно-эпидемиологическая экспертиза, условия проживания.

Материалы и методы. Применены методы санитарно-эпидемиологической экспертизы, оценки и обследования, системного и контент-анализа. Объектом исследования являлись нормативно-правовые акты, устанавливающие санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях, размещению объектов общественного назначения в жилых зданиях; проекты размещения и перепланировок объектов общественного назначения в жилых зданиях; научные публикации.

Как показывает анализ обращений граждан с жалобами на ухудшение условий проживания, чаще всего эти нарушения связаны с выполнением перевода жилых помещений в нежилые и размещением в жилых зданиях объектов общественного назначения (магазинов продовольственных и непродовольственных товаров,

кафе и ресторанов, медицинских организаций и др.). Как правило, в результате перепланировок помещений в зданиях дополнительно размещается инженерно-технологическое оборудование, являющееся источником шума, вибрации, электромагнитных излучений, что приводит к нарушениям санитарно-эпидемиологических требований к жилым зданиям и помещениям и, соответственно, обоснованным жалобам населения [3] и др. Поэтому оценка экспертом проекта до начала строительных работ, реконструкции капитального ремонта является значимой для заказчика работ, в интересах которого предупреждение экономических и иных рисков, которые могут возникнуть впоследствии в связи с нарушениями санитарных норм и правил.

Результаты. Конституция Российской Федерации гарантирует право человека на благоприятную внутреннюю среду жилища, сохранение здоровья человека. Требования к безопасности жилых помещений, их качеству регламентируются федеральными законами, постановлениями правительства, санитарными правилами и гигиеническими нормативами, сводами правил (строительных норм и правил), различными ГОСТ и другими документами, которые широко применяются на практике специалистами различных отраслей, участвующих в проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и обслуживании жилых зданий и помещений.

Жилищный кодекс Российской Федерации впервые закрепил правила о переустройстве и перепланировке жилых помещений, ранее эти вопросы регулировались подзаконными нормативными актами и актами субъектов Российской Федерации, что негативно отражалось на правоприменительной практике по причине отсутствия единообразия в правовом регулировании [1, 2, 4–6]. В техническом регламенте о безопасности зданий и сооружений среди целей на первом месте значится защита жизни и здоровья граждан. Для реализации поставленных целей закон устанавливает минимально необходимые требования к зданиям и сооружениям, в том числе гигиенического характера. Признаки пригодности или непригодности жилого помещения для проживания закреплены в Положении о признании помещения жилым, жилого помещения не пригодным для проживания и многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции.

В положениях закона о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, санитарных правилах и гигиенических нормативах определены допустимые изменения факторов среды обитания в помещениях жилых зданий, необходимых для безопасной и комфортной жизнедеятельности людей, без вреда для здоровья и жизни граждан. Знание и понимание всей совокупности федеральных и отраслевых нормативно-правовых актов важно для специалистов различного профиля, в том числе проектировщиков при выполнении проектов по размещению или перепланировке объектов общественного назначения в жилых зданиях.

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия в значительной степени определено архитектурно-планировочными и конструктивными решениями, инженерно-техническим обеспечением, оборудованием, которые обеспечивают соответствие жилой среды гигиеническим требованиям.

В настоящее время в жилых домах возможно размещение не только жилых квартир, но и объектов общественного назначения, таких как магазины продовольственных и непродовольственных товаров, предприятия общественного питания, учреждения финансового сектора, офисы, организации образования, медицинские организации амбулаторного типа и др., которые могут существенно изменять качество среды жилых помещений, что подтверждает важность соблюдения санитарно-эпидемиологических требований.

СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» устанавливает обязательные санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях, а также требования к размещению объектов общественного назначения в жилых зданиях. Однако стоит обратить внимание, что основополагающие пункты нормативного документа проектировщиками и застройщиками часто трактуются неверно, что влечет за собой отказ в получении положительного экспертного заключения.

Следует отметить, что в настоящее время законодательством Российской Федерации не установлены обязательные требования о проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов размещения в жилых зданиях помещений общественного назначения, а также проектов перепланировок этих объектов. Однако многие организации во избежание ошибок при размещении объектов общественного назначения в жилых зданиях, предпочитают выполнить процедуру санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов. Это обусловлено значительным количеством несоответствий санитарно-эпидемиологическим требованиям в проектной документации, которые препятствуют впоследствии эксплуатации объекта. При анализе 157 проектов перепланировок нежилых помещений в жилых зданиях за период 2019–2020 гг. было установлено, что продовольственные магазины составили более 50 % от общего числа предоставленных проектов на экспертизу, магазины непродовольственных товаров – 10 %, стоматологические поликлиники (кабинеты) – 3 %, аптечные организации – 6 %, образовательные организации – 15 %, салоны красоты – 6 % и другие объекты. Из общего числа проектов, представленных на экспертизу без замечаний, было – 12,8 %. При этом следует отметить, что 20,3 % проектов имели неустранимые замечания. В большинстве проектов перепланировок помещений, предоставляемых на экспертизу проектными организациями в составе проектных материалов, не был представлен раздел защиты от шума с акустическими расчетами, в то время как этот раздел является обязательной составной частью раздела «Архитектурные решения» проектной документации на объекты капитального строительства (Постановление № 87 от 16.02.2008 «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», СП 51.13330.2011 «Защита от шума»). В соответствии с Распоряжением Правительства № 1047 от 21.06.2010 отмеченные выше документы входят в перечень национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента о безопасности зданий и сооружений. В тех случаях, когда не выполняются требования технического регламента, как правило, за этим следуют грубые нарушения санитарно-эпидемиологических требований. К наиболее частым обращениям граждан, проживающих в жилых домах с оборудованными помещениями общественного назначения на первом этаже, относятся жалобы на превышение допустимых уровней шума от вентиляционных систем, а также на неудовлетворительное состояние систем вентиляции.

В соответствии с санитарными и строительными правилами обязательным условием для размещения помещений общественного назначения в жилых домах является оборудование автономной системы вентиляции. Не допускается объединение вентиляционных каналов кухонь и санитарных узлов с жилыми комнатами. При рассмотрении проектов перепланировок нежилых помещений в жилых зданиях

часто данный пункт санитарных правил не соблюдается проектировщиками. Данное условие является обязательным для исполнения, исходя из принципов защиты от шума вентиляционных агрегатов, а также для исключения попадания дурнопахнущих веществ в жилые помещения.

Также стоит обратить внимание на то, что согласно СанПиН 2.1.2.2645-10 помещения общественного назначения, встроенные в жилые здания, должны иметь входы, изолированные от жилой части здания, при этом участки для стоянки автотранспорта персонала должны располагаться за пределами придомовой территории. Однако необходимым является дополнение данного пункта информацией о времени ограничения функционирования (режима работы) встроенных объектов, определяющегося уполномоченными органами исполнительной власти ввиду наличия негативных факторов, отрицательно влияющих на здоровье населения, особенно в ночное время.

Загрузка материалов, продукции для помещений общественного назначения со стороны двора жилого дома, где расположены окна и входы в квартиры, не допускается. Загрузку следует выполнять: с торцов жилых зданий, не имеющих окон из подземных тоннелей или закрытых дебаркадеров со стороны магистралей. Вместе с тем современные здания, как правило, имеют оконные проемы и на торцевой части зданий, что затрудняет выполнение требований. Загрузочные помещения допускается не устраивать при площади встроенных общественных помещений до 150 м^2. Соблюдение данных пунктов санитарных правил и норм обеспечит соответствие жилой среды гигиеническим требованиям. Однако, как правило, расположение предприятий торговли площадью более 1000 м^2, предприятий питания и досуга с числом мест более 50, влечет за собой снижение уровня комфорта в жилище.

Над жилыми комнатами, под ними, а также смежно с ними не допускается размещать машинное отделение и шахты лифтов, мусороприемную камеру, ствол мусоропровода и устройство для его очистки и промывки, электрощитовую согласно СанПиН 2.1.2.2645-10. При наличии продовольственных магазинов в жилых зданиях холодильное оборудование устанавливается и под жилыми помещениями, что может нарушить благоприятные условия проживания жильцов.

Выводы. Основными и наиболее значимыми нарушениями при размещении объектов общественного назначения в жилых зданиях по результатам анализа проектной документации и обращений граждан являются: отсутствие изолированных входов в помещение общественного назначения от жилой части здания; отсутствие достаточности системы инженерно-технического обеспечения; нарушение правил организации загрузки товаров; нарушение технологических процессов; отсутствие или недостаточность архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума. Эти нарушения обусловлены тем фактом, что проектные организации не выполняют обязательных для применения требований технического регламента о безопасности зданий и сооружений. Невыполнение этих требований, как правило, приводит к грубым нарушениям санитарно-эпидемиологического законодательства.

Список литературы

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/ (дата обращения: 11.03.2020).

2. Крюкова Е.С. Последствия самовольного переустройства и перепланировки жилого помещения // Юридический вестник СамГУ. – 2015. – Т. 1, № 2. – С. 72–79.

3. Об основании предложений по изменениям и дополнениям санитарно-эпидемиологических требований к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях / С.А. Горбанев, Н.А. Мозжухина, Г.Б. Еремин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 7. – С. 707–711.

4. О перечне национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»: Распоряжение Правительства РФ от 21.06.2010 № 1047-р [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902222623 (дата обращения: 11.03.2020).

5. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 11.03.2020).

6. СанПиН 2.1.2.2645-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902222351 (дата обращения: 11.03.2020).

К вопросу о принципах пересмотра санитарно-эпидемиологических требований в условиях реализации механизма «регуляторной гильотины»

С.В. Редько

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

Показано, что для обеспечения безопасной среды обитания и санитарно-эпидемиологического благополучия в современной России контрольно-надзорное регулирование деятельности хозяйствующих субъектов нуждается в системном реформировании.

Проанализированы нормативно-правовые акты и методические документы, регулирующие отношения в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия, а также обязательные нормативы и требования, изложенные в данных документах и предъявляемые службой Роспотребнадзора в ходе контрольно-надзорных мероприятий.

Осуществлена систематизация принципов актуализации и пересмотра санитарных правил в рамках реализации механизма «регуляторной гильотины» для совершенствования и модернизации обязательных требований при предоставлении услуг населению.

Применены различные методы научного познания для установления научно обоснованного подхода к пересмотру и переосмыслению требований с учетом современных реалий.

В нормативно-правовых и методических документах, касающихся обеспечения безопасности услуг, выявлены избыточные и излишне детализированные требования. Предложен принцип одномоментного детального изучения целого спектра нормативно-методических документов, регулирующих различные сферы санитарного законодательства и отбора приоритетных требований для исключения из санитарно-эпидемиологических правил необоснованных требований, предъявляемых к гражданам и юридическим лицам. В результате выполнения работы предложен проект санитарно-эпидемиологических правил при предоставлении услуг населению.

Ключевые слова: «регуляторная гильотина», санитарно-эпидемиологические правила, реформа контрольно-надзорной деятельности, безопасность для здоровья населения, санитарное законодательство.

Важнейшим положением в деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека является функция по разработке и утверждению государственных санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов, а также организации и осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора. В настоящее время нормативно-правовая политика в области санитарного законодательства является одной из наиболее избыточно регулируемых сфер общественно-политического взаимодействия.

Отсутствие унифицированных требований в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия приводит к снижению эффективности мероприятий по устранению вредного воздействия на население различных факторов среды обитания, а также мер, направленных на предупреждение или снижение риска для здоровья населения. В настоящее время понятие государственного контроля (надзора) в той или иной сфере регулирования закреплено во многих нормативно-правовых актах и осуществляется несколькими органами контроля. Это является одной из причин возникновения пересечения однотипных требований, путаницы, разночтений и, как следствие, дублирования функций и полномочий органов контроля. В этой связи совершенствование системы обязательных требований при проведении контрольно-надзорных мероприятий позиционируется как одно из главных направлений реформы контрольно-надзорной деятельности, которая будет реализована в рамках приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» [8]. Ключевой целью программы является снижение административной нагрузки на организации и граждан, осуществляющих предпринимательскую деятельность. Для эффективной реализации данной политики необходимо, чтобы она учитывала специфику малого бизнеса и включала в себя трансформацию системы контроля [2].

В настоящее время в системе государственного санитарно-эпидемиологического нормирования действует более 400 санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов [11]. К 2025 г. предстоит актуализировать и систематизировать обязательные требования по наиболее массовым видам предпринимательской деятельности и по всем видам контроля и надзора. В целом деятельность контрольно-надзорных органов должна быть переориентирована на предупреждение и профилактику нарушений, а также исключение избыточных или устаревших требований [8]. В рамках исполнения перечня поручений Президента Российской Феде-

рации (№ Пр-294 от 26.02.2019) по реализации Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации от 20.02.2019 г., введен план мероприятий («дорожная карта») по реализации механизма «регуляторной гильотины», утвержденный Правительством Российской Федерации от 29.05.2019 № 4714п-П36 [5].

Цель работы – систематизация принципов актуализации и пересмотра санитарно-эпидемиологических правил и нормативов в рамках реализации действия механизма «регуляторной гильотины» для совершенствования и модернизации обязательных требований при предоставлении услуг населению.

Материалы и методы. Применены научные методы теоретического исследования: гипотетико-дедуктивный метод, общелогические методы и приемы познания: анализ, синтез, аналогия, абстрагирование, обобщение, индукция, системный подход для достижения научно обоснованного подхода к пересмотру и переосмыслению требований с учетом современных реалий. Объектом исследования явились более 30 нормативно-правовых актов и методических документов, регулирующих отношения в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия, а также около 2000 обязательных нормативов и требований, изложенных в документах санитарного законодательства и предъявляемых службой Роспотребнадзора в ходе контрольно-надзорных мероприятий.

Результаты. В рамках реализации и научного обеспечения механизма «регуляторной гильотины» начиная с сентября 2019 г. по поручению Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» совместно со специалистами научных учреждений Роспотребнадзора Нижнего Новгорода, Санкт-Петербурга и Уфы проведена масштабная работа по актуализации санитарно-эпидемиологических правил. Работа над проектом нового нормативно-регулирующего документа представляла для авторского коллектива научно-исследовательский интерес, а также имела прикладное значение, так как в результате был сформирован проект новых санитарно-эпидемиологических правил, направленных на обеспечение безопасности при предоставлении услуг населению, аккумулирующих обязательные требования при предоставлении услуг торговли непродовольственными товарами, медицинских услуг, услуг развлечений и спорта, услуг временного размещения и проживания людей, бытовых услуг.

На первоначальном этапе подготовки к разработке содержания проекта санитарно-эпидемиологических правил проанализирован массив отечественной законодательной и нормативно-методической базы в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, изучены российские релевантные источники информации, проведена оценка зарубежного опыта дерегулирования [1, 3, 6, 9, 10]. В основу формирования проекта положен методический подход идентификации и структуризации потенциальных факторов опасности причинения вреда здоровью от несоблюдения обязательных требований. Вместе с тем в качестве способа отбора обязательных требований применялся основополагающий принцип защиты жизни и здоровья населения от небезопасного, с позиций санитарно-эпидемиологического благополучия, предоставления различных видов услуг населению [7]. При этом соблюдали методический прием введения нового или

актуализации имеющегося требования только после отмены двух устаревших [8]. Наряду с этим из проекта исключены множество избыточных и излишне детализированных требований, а также положения описательного характера. Например, в СП 2.1.2.2844-11 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, оборудованию и содержанию общежитий для работников организаций и обучающихся образовательных учреждений» детально описываются манипуляции с уборочным инвентарем и способ его хранения: «…уборочный инвентарь должен быть закреплен за определенными помещениями, и по окончании уборки весь уборочный инвентарь промывают с использованием моющих средств, ополаскивают проточной водой, просушивают…». В СанПиН 2.1.2/3041-96 «Устройство, оборудование и содержание центров временного размещения иммигрантов–иностранных граждан, лиц без гражданства и беженцев» изложено требование следующего содержания: «…количество отделений в шкафах должно быть равным количеству спальных мест в комнате. Размеры каждого отделения должны быть не менее 0,6×0,6×1,5 м». В проекте новых санитарно-эпидемиологических правил в разделе по предоставлению услуг временного размещения и проживания людей подобные детали исключаются и обязательным является единое требование: «все санитарно-техническое, технологическое и другое оборудование, мебель и инвентарь должны соответствовать действующей нормативно-технической документации и использоваться в соответствии с эксплуатационными характеристиками». Методики, методы, способы, технологии достижения нормативов и реализации обязательных требований также вынесены за рамки нормативно-регулирующего документа, отнесены к дополнительным условиям и изложены в формате методических рекомендаций, работа над которыми продолжается.

На следующем этапе на основании научной методологии теоретического познания [4], собственного практического опыта работы авторов проекта в органах и учреждениях системы Роспотребнадзора применяли принцип оценки, инвентаризации и систематизации действующих требований на основе их соответствия современному уровню технологического развития различных отраслей предоставления услуг населению. При этом исходили из понимания необходимости снижения административной нагрузки на бизнес с целью организации его деятельности на основе инвестиций в современные и перспективные технологии, повышающие безопасность для здоровья населения, а не на исполнение устаревших требований. Наряду с этим одномоментно детально изучали весь спектр действующих нормативно-методических документов санитарного законодательства, непосредственно или косвенно регулирующих деятельность в области предоставления услуг населению.

Выводы. Таким образом, при использовании названных выше методических подходов решение проблемы устранения необоснованных требований возможно при их оптимизации и сохранении тех, исполнение которых обеспечивает безопасность для здоровья населения, способствует предотвращению вредного воздействия биологических, химических, физических факторов среды обитания на здоровье населения, персонала организаций, предоставляющих услуги; профилактику инфекционных и неинфекционных заболеваний.

Список литературы

1. Александров О.В. «Регуляторные гильотины»: международный опыт устранения препятствий для бизнеса и инвестирования // Торговая политика. – 2019. – № 1 (17). – С. 107–119.

2. Астахов А.М. «Регуляторная гильотина» в сфере малого бизнеса, приоритеты и ориентиры // Исследование, систематизация, кооперация, развитие, анализ социально-экономических систем в области экономики и управления (ИСКРА–2019): сб. тр. II Всерос. конф. школы-симпозиума молодых ученых. – Симферополь, Судак, 2019. – С. 37–40.

3. Дидикин А.Б. «Регуляторная гильотина» в механизме взаимодействия российского государства и общества // Академик. – 2019. – № 2. – С. 10–15.

4. Лебедев С.А. Методология научного познания: монография. – М.: Проспект, 2016. – 256 с.

5. Механизм «регуляторной гильотины» [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe_upravlenie/mehanizm_regulyatornoy_gilotiny/ (дата обращения: 31.03.2020).

6. Новые подходы к регуляторной реформе [Электронный ресурс] // Jacobs, Cordova & Associates. – URL: http://regulatoryreform.com (дата обращения: 06.04.2020).

7. Об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии государственной политики Российской Федерации в области защиты прав потребителей на период до 2030 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации № 1837-р от 28.08.2017 г.: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.03.2018 г. № 481-р [Электронный ресурс] // Право. – URL: http://pravo.gov.ru/search/index (дата обращения: 06.04.2020).

8. Паспорт приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» [Электронный ресурс] // Правительство России. – URL: http://government.ru/news/25930/ (дата обращения: 25.03.2020).

9. Перечень актов, содержащих обязательные требования [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: https://rospotrebnadzor.ru/region/perecen_ob.php (дата обращения: 06.04.2020).

10. Регуляторная политика в России: основные тенденции и архитектура будущего / А.Е. Голодникова, А.А. Ефремов, Д.В. Соболь [и др.]. – М.: Изд-во НИУ «Высшая школа экономики», 2018. – 192 с.

11. Роспотребнадзор актуализирует санитарно-эпидемиологические правила и гигиенические нормативы [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: https://rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=12630 (дата обращения: 20.01.2020).

Анализ отечественных и зарубежных методических подходов к учету неопределенностей при установлении гигиенических нормативов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе

А.А. Хасанова

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

На основании анализа отечественных и зарубежных методических подходов к учету неопределенностей при установлении гигиенических нормативов и стандартов качества атмосферного воздуха предложены гармонизированные подходы к применению факторов неопределенности и выбору их величин при установлении гигиенических нормативов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе по критериям допустимого риска для здоровья человека.

Ключевые слова: неопределенности, фактор неопределенности, коэффициент запаса, гигиенические нормативы, критерии риска.

Установление гигиенических нормативов и стандартов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе осуществляется на основе пороговой концентрации, при переходе от которой к недействующим величинам необходимо учитывать ряд неопределенностей. Они формируются в результате частичного отсутствия или степени надежности сведений об определенных параметрах, процессах или моделях, используемых при установлении значений пороговых величин [5, 6, 8].

В Российской Федерации для учета неопределенностей при установлении гигиенических нормативов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе, в соответствии с документом «Временные методические указания по обоснованию предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», используется коэффициент запаса. Его величина определяется исходя из общего представления об опасности вещества как по параметрам токсикометрии, так и по качественным показателям его действия; условий и факторов, влияющих на точность обоснованных в эксперименте пороговых величин; коэффициента экстраполяции данных, полученных на ограниченном числе экспериментальных животных на человеческую популяцию [2].

Международные организации и страны ЕС при разработке стандартов, используемых в качестве критериев допустимого риска для здоровья человека, при учете неопределенностей используют факторы неопределенности (*UF*) [10]. Данный подход применяется, в том числе Агентством по регистрации токсичных веществ и заболеваний (ATSDR) при разработке минимальных уровней риска (MRL), а также Агентством по охране окружающей среды США (EPA) при установлении референтных концентраций содержания вредных веществ в атмосферном воздухе (*RfC*).

Ранее при *установлении RfC* для учета неопределенностей использовались и факторы неопределенности (*UFs*), которые применялись для учета неопределенностей при экстраполяции от условий экспериментальных данных к реальным условиям воздействия на человека, и дополнительный модифицирующий фактор (MF), используемый для учета полноты и достоверности используемых токсикологических данных [7]. Однако в 2002 г. EPA было решено отказаться от его использования путем включения области определения данного фактора в общую базу данных факторов неопределенности (*UF*) [10].

Величины выбранных *UF* определятся экспертным путем и зависят от качества доступных исследований и объема базы данных. Традиционно используются значения, равные 10, 3 и 1. Максимальные и минимальные величины факторов применяются при наличии или отсутствии достаточного количества данных для установления отправных точек. Величина фактора неопределенности, равная трем, в соответствии с документами EPA определяется как половина величины действия фактора, то есть $10^{0,5}$, что составляет 3,16, однако Агентство рекомендует использовать целые числа, поэтому среднее значение величины *UF* принимается равным трем [9, 10].

Для большинства областей, в которых возможно возникновение неопределенностей, установлены свои *UF*. Так, фактор неопределенности, используемый для учета межвидовой чувствительности, применяется при экстраполяции данных, полученных в экспериментах на лабораторных животных к людям. Он учитывает неопределенности, связанные с различиями в токсикокинетике и токсикодинамике, а также применяется для учета различий в чувствительности между видами лабораторных животных, используемых в эксперименте, и людьми. Данные о токсикодинамических различиях чаще всего недоступны, поэтому EPA рекомендует использовать данный фактор по умолчанию. Его величина зависит от количества доступных данных. Так, если результаты используемых исследований свидетельствуют о том, что виды, задействованные в эксперименте, в большей или в равной степени подвержены воздействию, по сравнению с человеком, и при отсутствии каких-либо других специфических токсикокинетических или токсикодинамических данных, коэффициент по умолчанию составляет 3 или 10 [10].

Для учета неопределенностей, связанных с вариаций восприимчивости внутри человеческой популяции и вероятности того, что доступная база данных не отражает эффекты воздействия на группы населения, являющиеся наиболее чувствительными к влиянию оцениваемого химического вещества, применяется фактор внутривидовой чувствительности. Его величина, при отсутствии данных, по умолчанию составляет 10 в связи с тем, что стандарты, используемые в качестве критериев допустимого риска для здоровья человека, устанавливаются применительно именно к наиболее чувствительным группам населения. Снижение величины фактора внутривидовой чувствительности с 10 до 3 может быть обусловлено наличием данных, показывающих, какие возрастные группы являются наиболее чувствительными и в какой период времени (например влияние на развивающийся организм), либо данных, полученных в экспериментах на животных, являющихся близкими видами человеку (например воздействие на обезьян при внутриутробном развитии). Величина фактора может быть уменьшена до единицы исключительно на основании очень специфических данных об особой уязвимости к исследуемому агенту младенцев и детей. Тем не менее даже в этих случаях необходимо учитывать тот факт, что, вероятно, существует некоторая изменчивость, основанная на генетике, образе жизни или других факторах.

Таким образом, снижение величины фактора неопределенности внутривидовой чувствительности от значения по умолчанию 10 может быть осуществлено только в том случае, если исследования, на основании которых была установлена пороговая величина, представляют собой исчерпывающие и репрезентативные данные о зависимости «экспозиция / доза – ответ» для наиболее чувствительной группы населения. Кратность снижения величины значения UF для внутривидовой чувствительности определяется тем, насколько конкретно определена наиболее восприимчивая группа населения и описана ее чувствительность.

Фактор неопределенности, учитывающий экстраполяцию от одного порогового уровня к другому (LOAEL – NOAEL), по умолчанию составляет 10 и традиционно применяется к LOAEL, в том случае, когда NOAEL не установлен. Величина данного *UF* может изменяться в зависимости от величины и характера LOAEL. При этом при снижении его величины важно учитывать наклон кривой «доза – эффект» в диапазоне LOAEL. В целом соотношение LOAEL и NOAEL, вероятно, значительно варьируется между исследованиями. Это связано с тем, что в исследовании часто выбирают самую низкую дозу, чтобы гарантировать, что не наблюдается статистически значимого ответа, и выбирают следующую более высокую дозу, чтобы гарантировать, что наблюдается некоторый значимый ответ, вместо выбора доз, которые дадут максимальный NOAEL и минимальный LOAEL. В связи с этим в случае снижения величины фактора неопределенности, учитывающего экстраполяцию от одного порогового уровня к другому, должны быть тщательно оценены данные, используемые при установлении отправной точки.

Неопределенности, возникновение которых обусловлено недостаточным объемом базы данных исследований, используемых при установлении отправных точек, учитываются при помощи фактора неопределенности, характеризующего объем исходных данных. Учет данной области неопределенностей важен в связи с тем, что недостаточное количество релевантных исследований может стать причиной неполной характеристики токсичности исследуемого химического вещества. Величина данного фактора зависит от информации в базе данных и от того, какое влияние могут оказать отсутствующие данные на определение токсичности химического вещества и, следовательно, пороговую величину. Например, если отправные точки устанавливаются на основе результатов исследований, проведенных на животных, то чаще всего применяется коэффициент 3 в том случае, если отсутствует исследование токсичности в пренатальном периоде или исследование репродукции двух поколений, или может применяться коэффициент 10, если отсутствуют оба вида исследований. При установлении отправных точек на базе исследований, проведенных на людях, для определения величины *UF*, учитывающего объем исходных данных, необходимо принимать во внимание наличие или отсутствие информации о влиянии вещества на определенных этапах жизни. Национальный научно-исследовательский совет Канады (NRC), например, рекомендует 10-кратный коэффициент при отсутствии исследований о влиянии анализируемого химического вещества на детей.

Фактор неопределенности, учитывающий экстраполяцию результатов исследований, полученных по результатам субхронического воздействия на сценарии хронического поступления, применяется в том случае, когда значение стандарта рассчитывается на основе базы данных, в которой ключевое исследование имеет субхроническую продолжительность. Также допускается применение данного фак-

тора при установлении стандартов хронического поступления на базе исследований кратковременного периода воздействия.

Таким образом, странами ЕС и международными организациями для учета неопределенностей при разработке гигиенических стандартов, используемых в качестве критериев допустимого риска для здоровья человека, применяются факторы неопределенности, учитывающие межвидовую чувствительность (при переносе результатов лабораторных экспериментов на человека), внутривидовую чувствительность (влияние на наиболее чувствительные группы), использование порогового уровня вместо недействующего, экстраполяцию данных, полученных в субхронической эксперименте, к условиям хронического воздействия; использование неполной базы данных; отсутствие данных о влиянии исследуемого химического вещества на детей. Величины *UF* определяются для каждого из основных анализируемых источников неопределенности, а потом путем умножения формируют составной фактор неопределенности (SMF), который в дальнейшем используется в знаменателе общего уравнения при установлении норматива или стандарта.

В целом в странах ЕС концепция использования факторов неопределенности интегрирована во все аспекты общественного здравоохранения. Это связано с тем, что использование данного подхода позволяет учесть широкий спектр неопределенностей, и в результате этого получить значения концентраций вредных веществ, соответствующие более низким уровням воздействия, чем те, которые по имеющимся данным могут вызывать неблагоприятные последствия для здоровья у наиболее чувствительных групп населения.

По результатам проведенного анализа было установлено, что отечественные и зарубежные методические подходы к учету неопределенностей при разработке гигиенических нормативов и стандартов качества атмосферного воздуха предполагают близкие подходы с использованием коэффициентов запаса в гигиеническом нормировании и факторов неопределенности в зарубежных странах. При этом факторы неопределенности позволяют учитывают гораздо более широкий диапазон неопределенностей, чем подход, реализуемый посредством применения коэффициентов запаса. Кроме того, он позволяет устанавливать нормативы в соответствии с критериями допустимого риска, что является одним из перспективных путей совершенствования нормативной базы в области гигиенического нормирования качества атмосферного воздуха в Российской Федерации [1].

В связи с вышеизложенным **цель работы** – разработка методических подходов к учету неопределенностей при установлении гигиенических нормативов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе на базе анализа отечественного и зарубежного опыта.

Результаты. По данным проведенного исследования были разработаны методические подходы к выбору и установлению величин факторов неопределенности, используемых при обосновании гигиенических нормативов содержания вредных веществ по критериям риска.

Первоначально необходимо осуществить анализ результатов и условий проведения исследований / экспериментов, в соответствии с которыми были установлены пороговые / недействующие концентрации. С учетом неопределенности установления отправных точек в зависимости от типа, объема, релевантности результатов исследований рекомендуется применять факторы неопределенности, учитывающие: межвидовую и внутривидовую экстраполяцию, экстраполяцию с управляемо-

го режима воздействия на реальные условия, уровни экспозиции, применяемые в качестве отправного пункта, релевантность и объем исходных данных, экстраполяцию результатов исследований при кратковременном воздействии на сценарии постоянного воздействия.

Установление величин факторов неопределенности осуществляется экспертным путем в соответствии с рекомендациями, разработанными на основе международного опыта, и составляет от 1 до 10.

Величина фактора неопределенности, учитывающего межвидовую экстраполяцию, выбирается с учетом количества видов животных, использованных в эксперименте. Максимальная величина фактора равна 10 и присваивается в том случае, если отправная точка была установлена по результатам эксперимента, в котором был использован один вид животных. Уменьшение величины для данного фактора обусловливается увеличением количества видов животных в эксперименте – так, при наличии исследований на 2–3 видах животных он будет составлять от 6 до 8, а на 5 и более – от 3 до 5. При этом если при установлении отправной точки были использованы исследования, проведенные на 5 видах и более, в том числе на приматах, величина фактора будет минимальной и будет равняться единице.

Фактор неопределенности, учитывающий внутривидовую экстраполяцию в эпидемиологических и экспериментальных исследованиях, выбирается с учетом репрезентативности выборки и включения в нее наиболее чувствительных к действию исследуемого химического вещества или биологического агента субпопуляций. Таким образом, минимальная величина данного фактора присваивается в том случае, если отправная точка была установлена по результатам исследования двух и более групп населения, в том числе наиболее чувствительных популяций (дети, беременные, кормящие и пр.). Если анализируемые исследования не включали в себя представителей наиболее чувствительных групп, то величина данного фактора неопределенности должна быть увеличена и составлять, примерно, от 2 до 4, в зависимости от количества других задействованных групп. Максимальная величина (от 4 до 10) присваивается в том случае, если в используемом исследовании была представлена наименее чувствительная группа населения, например, профессиональные группы.

Величина фактора неопределенности, учитывающего экстраполяцию с управляемого режима воздействия на реальные условия, выбирается с учетом уровня экспозиции. При этом уровни экспозиции при изучении были условно разделены на несколько категорий: полное соответствие реальным условиям, низкий уровень экспозиции (отличие от реального менее 5 раз), средний (отличие от реального в 5–10 раз), высокий (более чем в 10 раз выше реального). Минимальные величины фактора неопределенности присваиваются при полном соответствии уровня экспозиции в исследовании реальным условиям, а также при отличии менее чем в 5 раз. Максимальная величина (до 10) применяется в том случае, если уровень экспозиции в эксперименте отличается от реального более чем в 10 раз.

При учете неопределенностей, учитывающих отправной пункт для установления ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе по критериям риска, используется фактор неопределенности, величина которого определяется в зависимости от применяемого в качестве отправного пункта уровня экспозиции. Минимальное значение для данного фактора присваивается в том случае, если в качестве отправного пункта были использованы NOAEL и BMDL.

Фактор неопределенности, учитывающий экстраполяцию результатов исследований при кратковременном воздействии на сценарии постоянного воздействия, устанавливается в зависимости от кратности и продолжительности экспозиции в исследованиях, результаты которых использовались при установлении пороговых уровней. Минимальная величина фактора присваивается в том случае, если для установления отправных точек было использовано исследование продолжительностью один год и более. Если воздействие, рассматриваемое в исследовании, было однократным, то ему присваивается максимальное значение данного фактора неопределенности. В том случае, если в исследовании рассматривалось однократное повторяющееся воздействие (до 5 раз в месяц) или воздействие в период от одного до 12 месяцев, величина фактора неопределенности составляет от 2 до 8 и определяется в зависимости от деталей, характеризующих периоды воздействия в исследованиях.

Величина значения фактора неопределенности, учитывающего объем исходных данных, устанавливается в зависимости от количества релевантных исследований, результаты которых использовались при установлении отправных точек. При этом в качестве полного набора данных рассматривается использование более 6 исследований, в том числе эпидемиологических, а ограниченному объему данных соответствует количество исследований менее 5. При наличии полного объема данных с эпидемиологическими исследованиями фактор неопределенности составляет 1, а если эпидемиологических исследований нет, то его значение увеличивается до 2–4. Максимальное значение для данного фактора неопределенности предусмотрено в том случае, если при установлении пороговых величин было использовано менее 2 исследований.

После того как были определены величины факторов неопределенности, путем их умножения формируется составной фактор неопределенности, используемый для корректировки величины экспозиции, принятой в качестве отправной точки при установлении гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха. При этом должно применяться не более трех модифицирующих факторов, как правило, с максимальными значениями. В ряде случаев отдельные факторы неопределенности перекрываются, однако если в трех и более областях была определена максимальная величина факторов неопределенности (SMF = 1000 и более), следует заключить, что сформированной базы данных недостаточно для получения порогового значения и, соответственно, для установления гигиенического норматива качества атмосферного воздуха по критериям риска для здоровья человека. В данном случае рекомендуется проведение дополнительных исследований для установления отправных точек или использование повторного анализа данных релевантных источников.

Предложенный подход был апробирован при установлении гармонизированной среднегодовой ПДК никеля в атмосферном воздухе [3]. Расчет был произведен с использованием установленной по результатам эволюционного моделирования недействующей концентрации и суммарного фактора неопределенности. Для данного исследования рассматривали следующие факторы неопределенности:

– фактор неопределенности, учитывающий межвидовую экстраполяцию, – 1, поскольку использовали недействующую концентрацию, полученную по результатам эпидемиологического исследования;

– фактор неопределенности, учитывающий внутривидовую экстраполяцию, – 1, поскольку рассматривали воздействие на чувствительную группу (дети 3–7 лет);

– фактор неопределенности, связанный с переносом результатов исследования с высокого уровня экспозиции на низкий, – 1, поскольку исследование проводили в условиях реальной экспозиции.

В результате среднегодовая ПДК никеля в атмосферном воздухе составила 0,00005 мг/м^3. Результаты моделирования эволюции риска здоровью при экспозиции никеля показали, что этот уровень соответствует критерию приемлемого риска.

Результаты апробации свидетельствуют о том, что данный подход позволяет разрабатывать гигиенические нормативы содержания вредных веществ в атмосферном воздухе в соответствии с критериями риска, что в дальнейшем открывает возможности для дальнейшей гармонизации отечественной нормативно-методической базы с рекомендациями международных организаций в области управления качеством атмосферного воздуха.

Выводы. На основании анализа отечественных и зарубежных методических подходов к учету неопределенностей было установлено, что при обосновании гигиенических нормативов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе по критериям риска необходимо учитывать следующие области неопределенностей: внутривидовую и межвидовую изменчивость, экстраполяцию данных, полученных в острых, субхронических, хронических исследованиях на период всей жизни, использование порогового уровня вместо недействующего, а также использование неполных массивов данных. Для этого рекомендуется применять факторы неопределенности, величины которых определяются в зависимости от исходных данных.

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 ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.

2. Временные методические указания по обоснованию предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: метод. указания [Электронный ресурс] / утв. заместителем Главного государственного санитарного врача СССР 15 июля 1988 г. № 4681-88 // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200042391 (дата обращения: 11.03.2020).

3. Методические подходы и материалы по обоснованию гармонизированной среднегодовой предельно допустимой концентрации никеля в атмосферном воздухе / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, А.А. Шараева [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 1. – С. 108–111.

4. Методические подходы к обоснованию гигиенических нормативов по критериям риска здоровью / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Н.Г. Атискова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 3. – С. 19–25. DOI: 10.21668/health.risk/2014.3.02

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. IPCS (2005) Chemical-specific adjustment factors for interspecies differences and human variability: guidance document for use of data in dose/concentration–response

assessment. – Geneva: World Health Organization, International Programme on Chemical Safety, 2005 (Harmonization Project Document, № 2). – 100 p.

7. Methods for Derivation of Inhalation Reference Concentrations and Application of Inhalation Dosimetry. – Research Triangle Park, NC: Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency (EPA/600/8-90/066F.), 1994. – 289 p.

8. Uncertainty factors: Their use in human health risk assessment by UK Government // The Interdepartmental Group on Health Risks from Chemicals. – Institute for Environment and Health, 2003. – 73 p.

9. U.S. EPA. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report). – Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2011 (EPA/600/R-09/052F). – 1436 p.

10. U.S. EPA. A Review of the Reference Dose and Reference Concentration Processes. – Washington, DC: Risk Assessment Forum, U.S. Environmental Protection Agency, 2002 (Final report. EPA/630/P-02/002F). – 192 p.

11. U.S. EPA. Guidelines for Human Exposure Assessment. – Washington, DC: Risk Assessment Forum, U.S. Environmental Protection Agency, 2019 (EPA/100/B-19/001). – 223 p.

Применение факторного анализа для прогнозирования предотвращенной смертности в тройственной системе «Деятельность системы здравоохранения – заболеваемость – смертность»

М.Р. Камалтдинов

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

Рассматриваются вопросы преодоления одной из актуальных проблем, возникающих при анализе сложных медико-биологических систем с использованием статистических методов. Данная проблема заключается в наличии огромного количества показателей, характеризующих сложную систему, а также множества внутренних взаимодействий между показателями. Например, деятельность системы здравоохранения характеризуют тысячи показателей, собираемых в рамках государственного статистического наблюдения, которые, с одной стороны, безусловно, влияют на показатели здоровья населения. С другой стороны, показатели деятельности системы здравоохранения зачастую дублируют друг друга, имея близкую к единице степень корреляции. Для устранения внутренних корреляционных связей и понижения размерности исходных данных предлагается использовать процедуру факторного анализа.

Применен факторный анализ для прогнозирования предотвращенной смертности населения в тройственной системе «Деятельность системы здравоохранения – заболеваемость – смертность». Детально описывается алгоритм расчета предотвращенной смертности

при увеличении интенсивности показателей системы здравоохранения. В диаду «деятельность системы здравоохранения – заболеваемость» осуществляется добавление промежуточного звена: «показатели деятельности системы здравоохранения – общие факторы – заболеваемость». Для описания связей между общими факторами и заболеваемостью используется метод построения множественной линейной регрессии. Статистически значимые связи между заболеваемостью и смертностью населения определяются с помощью корреляционно-регрессионного анализа с применением медико-биологической экспертизы. Рассматриваются нюансы прогнозирования при разном типе показателей деятельности системы здравоохранения, в том числе диагностического, профилактического и лечебного типа.

Представлены результаты сценарного прогнозирования предотвращенной смертности населения по причине заболеваний болезнями системы кровообращения и злокачественными новообразованиями на примере Пермского края. Применение предложенных методов позволяет выделить приоритетные показатели деятельности системы здравоохранения, имеющие наибольшую эффективность. Кроме того, используя разработанные подходы, можно выделить приоритетные половозрастные группы и территории, на которые в первую очередь целесообразно направить усилия по диагностике, профилактике и лечению заболеваний.

Ключевые слова: факторный анализ, система здравоохранения, заболеваемость, смертность, прогнозирование, потери здоровью, болезни системы кровообращения, злокачественные новообразования, диагностика, профилактика, лечение.

Рассматриваются вопросы преодоления одной из актуальных проблем, возникающих при анализе сложных медико-биологических систем с использованием статистических методов. С одной стороны, данная проблема заключается в наличии огромного количества показателей, характеризующих сложную систему, а также множества внутренних взаимодействий между показателями. С другой стороны, актуальность исследования обусловлена необходимостью достижения целевых показателей, установленных национальными и региональными программами, в том числе ожидаемой продолжительности жизни, показателей смертности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

Для количественных оценок в области эпидемиологии, здравоохранения и медицины традиционно применяют методы математической статистики. Так, в результате корреляционного анализа выявлена положительная связь между смертностью населения трудоспособного возраста регионов Российской Федерации и числом больничных коек, оборотом койки, обеспеченностью педиатрами, обеспеченностью терапевтами, исследовано влияние реструктуризации территориальных систем здравоохранения на смертность [1]. Аналогичный анализ может быть проведен и для территориально-административных единиц отдельных субъектов Российской Федерации [5]. Для оценок совокупного влияния факторов здравоохранения на смертность от болезней системы кровообращения и онкологических заболеваний используются множественные регрессионные модели [2, 4], в том числе с учетом пространственного распределения показателей [3].

К общим недостаткам представленных в литературе результатов исследований следует отнести учет только нескольких отдельных факторов здравоохранения, в то время как деятельность системы здравоохранения характеризуют тысячи показателей, собираемых в рамках государственного статистического наблюдения (форма федерального статистического наблюдения № 30 «Сведения о медицинской организации»). Кроме того, как правило, в качестве ответов со стороны здоровья рассматриваются только уровни классов заболеваний и причин смерти без детали-

зации по нозологическим формам и учета их тяжестей. Следует также отметить, что показатели деятельности системы здравоохранения зачастую дублируют друг друга, имея близкую к единице степень корреляции. В рамках данной статьи для устранения внутренних корреляционных связей и понижения размерности исходных данных предлагается использовать процедуру факторного анализа.

Цель работы – применение факторного анализа для прогнозирования предотвращенной смертности населения в тройственной системе «деятельность системы здравоохранения – заболеваемость – смертность».

Материалы и методы. На рисунке приведена общая схема решения прямой и обратной задач в тройственной системе «Медицинская деятельность – заболеваемость – смертность». Рассматривается алгоритм решения «прямой» задачи по цепи «показатели системы здравоохранения – система общих факторов – заболеваемость населения – смертность населения».

Алгоритм решения «прямой» задачи заключается в выполнении прогнозирования изменения показателей смертности населения при изменении показателей системы здравоохранения. Показатели системы здравоохранения подразделяются на несколько типов, причем тип показателя существенно влияет на схему решения. Выделяются следующие типы показателей: профилактические, диагностические, лечебные, смешанные (лечебно-диагностические или лечебно-диагностические-профилактические). Профилактические показатели влияют на уменьшение количества заболеваний, то есть задание прироста данного показателя должно приводить к уменьшению заболеваемости. Следует отметить, что смертность населения должна уменьшаться при увеличении любого показателя системы здравоохранения. Диагностические показатели системы здравоохранения направлены на увеличение выявляемости заболеваний (при увеличении показателя деятельности). Показатели лечебного типа оказывают влияние на уменьшение смертности (при увеличении показателя). Оценка прогнозируемого эффекта от изменения профилактических и диагностических показателей осуществляется по цепи «показатели системы здравоохранения – система общих факторов – заболеваемость населения – смертность населения», а прогнозирование эффекта от изменения лечебных факторов по цепи «показатели системы здравоохранения – система общих факторов – смертность населения». Эффект от изменения показателей смешанного типа оценивается по обеим цепям.

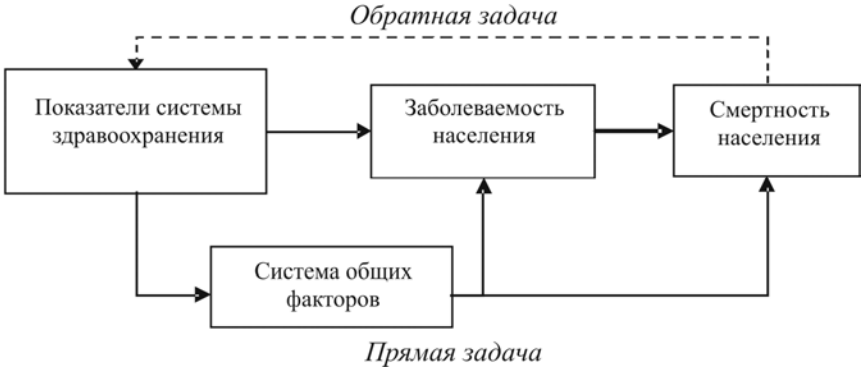


Рис. Схема решения прямой и обратной задач в тройственной системе «медицинская деятельность – заболеваемость – смертность»

Можно выделить следующие этапы алгоритма решения прямой задачи по цепи «показатели системы здравоохранения – система общих факторов – заболеваемость населения – смертность населения»:

а) задание прогнозных значений показателя деятельности в абсолютных величинах или путем увеличения на заданный процент;

б) расчет относительных значений показателя деятельности путем деления на соответствующее население и умножения на 100 тыс.;

в) расчет разности между прогнозным относительным значением показателя деятельности и фактическим относительным значением показателя деятельности;

г) восстановление информации, необходимой для последующего факторного анализа, заключается в заполнении пропущенных относительных значений показателя деятельности для всех наблюдений;

д) расчет средних значений показателя и стандартного отклонения для ряда наблюдений;

е) расчет стандартизованной разности между прогнозным значением показателя деятельности и фактическим значением;

ж) расчет изменений общих факторов, ассоциированных с изменением показателя деятельности;

и) умножение изменений общих факторов на соответствующие коэффициенты множественной регрессии «факторы – заболеваемость»,

к) суммация полученных на предыдущем шаге значений, результатом операции является изменение относительной заболеваемости, ассоциированное с изменением показателя деятельности;

л) расчет скорректированных изменений относительной заболеваемости, ассоциированных с изменением показателя деятельности, введение данного показателя обусловлено наличием предела управляемости, в результате действия мероприятий заболеваемость на территории не может быть ниже 5-го персентиля и выше 95-го персентиля заболеваемости по территориям Пермского края за 2014–2018 гг.;

м) расчет изменения относительной смертности, ассоциированной с изменением показателя деятельности, с использованием результатов построения моделей «заболеваемость – смертность», сл./1000 населения; в результате использования приведенных ниже формул смертность на территории не может быть ниже 5-го персентиля и выше 95-го персентиля смертности по территориям Пермского края за 2014–2018 гг.;

н) предыдущие этапы выполняются для каждого отдельного показателя деятельности. Суммированием значений ассоциированной заболеваемости и смертности, полученных в предыдущих двух пунктах алгоритма, можно получить интегральные значения, связанные с изменением всех показателей деятельности. Следует отметить, что при больших изменениях показателей системы здравоохранения, теоретически, каждый из показателей может привести к достижению предела управляемости заболеваемости или смертности, поэтому в общем случае прямое суммирование откликов является некорректным. При суммации необходимо проводить дополнительную проверку на сравнение с пределом управляемости.

Следует отметить, что расчет изменений общих факторов (пункт «ж» алгоритма), ассоциированных с изменением показателя деятельности, осуществляется по формуле

$$\Delta F_{qlj} = \Delta d_{lj} k_{ql}, \quad (1)$$

где ΔF_{qlj} – изменение q-го общего фактора, ассоциированного с изменением l-го показателя деятельности на j-й территории Пермского края;

Δd_{lj} – стандартизированная разность между прогнозным относительным значением l-го показателя деятельности и фактическим относительным значением на j-й территории Пермского края;

k_{ql} – факторный коэффициент для q-го общего фактора, связанного с l-м показателем деятельности, определяется из результатов факторного анализа.

Факторный анализ показателей деятельности проводится для трех возрастных групп: дети, население трудоспособного и старше трудоспособного возраста. Соответственно показатели деятельности для взрослого населения входят в факторный анализ для двух возрастных групп: население трудоспособного и старше трудоспособного возраста, а показатели для всего населения входят во все три факторных анализа.

Относительная заболеваемость, ассоциированная с изменением показателя деятельности (пункт «и» алгоритма), определяется путем суммации произведений изменений общих факторов на соответствующие коэффициенты множественной регрессии «факторы – заболеваемость»:

$$\Delta Z_{ilj} = \sum_{q} \Delta F_{qlj} b_{iql}, \quad (2)$$

где ΔZ_{ilj} – i-й относительный показатель заболеваемости в разрезе подклассов, половозрастных групп и тяжестей заболеваний, ассоциированный с изменением l-го показателя деятельности на j-й территории Пермского края, случаев на 1000 населения;

b_{iql} – коэффициент во множественной регрессии «факторы – заболеваемость», показывающий зависимость между изменением q-го общего фактора, связанного с l-м показателем деятельности, и i-м относительным показателем заболеваемости в разрезе подклассов, половозрастных групп и тяжестей заболеваний.

Следует отметить, что формула (2) применяется для расчета заболеваемости, дифференцируемой по возрастным группам (пятилетний интервал), полу, степеням тяжести, подклассу заболеваний. Для пятилетнего интервала подставляется коэффициент из соответствующего факторного анализа, например, для группы 0–4 года используется коэффициент из факторного анализа показателей для детского населения, для группы 50–55 года – коэффициент из факторного анализа показателей для трудоспособного населения и т.д.

В силу того что управляемые показатели (заболеваемость и смертность) имеют область определения, необходимо учитывать данное обстоятельство при расчете ассоциированной заболеваемости. Другими словами, прогнозные значения заболеваемости и смертности не могут выходить за определенные границы. Вопрос задания границ является нетривиальным. В данной работе в качестве нижней границы используется 5-й персентиль заболеваемости и смертности по административным единицам Пермского края за 2014–2018 гг. Предполагается, что этот уровень является «фоновым», действия здравоохранения при текущем уровне развития техники и технологий не могут снизить заболеваемость и смерт-

ность ниже «фонового» уровня. В качестве верхней границы используется 95-й персентиль заболеваемости и смертности по административным единицам Пермского края за 2014–2018 гг. Предполагается, что данный уровень заболеваемости достигается при развитом уровне диагностических мероприятий или используется при негативных сценариях – уменьшении показателей деятельности здравоохранения, направленных на профилактику. Верхняя граница смертности используется при негативном сценарии – уменьшении показателей деятельности здравоохранения. Следует отметить, что для каждого типа показателей (диагностический, профилактический, лечебный, смешанный) разработаны формулы с условиями расчета скорректированных изменений относительной заболеваемости и смертности, ассоциированных с изменением показателя деятельности.

Расчет изменения относительной смертности, ассоциированной с изменением показателя деятельности профилактического типа (пункт «м» алгоритма), осуществляется по формулам

$$\begin{cases} \Delta S_{jikl} = 0, a_{ik} \le 0; \\ \Delta S_{jikl} = -\min(\max(S_{realjk} - S_{5k}; 0); \left|\Delta Z_{corrilj} \cdot a_{ik}\right|), \Delta Z_{ilj} \le 0, \Delta d_{lj} \ge 0, a_{ik} > 0; \\ \Delta S_{jikl} = 0, \Delta Z_{ilj} > 0, \Delta d_{lj} \ge 0, a_{ik} > 0; \\ \Delta S_{jikl} = 0, \Delta Z_{ilj} \le 0, \Delta d_{lj} < 0, a_{ik} > 0; \\ \Delta S_{jikl} = \min(\max(S_{95k} - S_{realjk}; 0); \left|\Delta Z_{corrilj} \cdot a_{ik}\right|), \Delta Z_{ilj} > 0, \Delta d_{lj} < 0, a_{ik} > 0, \end{cases} \quad (3)$$

где ΔS_{jikl} – изменение относительной смертности в *k*-й половозрастной группе, ассоциированное с воздействием *l*-го показателя деятельности на *i*-й показатель заболеваемости в разрезе подклассов, половозрастных групп и тяжестей заболеваний на *j*-й территории Пермского края, сл./1000 населения; в результате использования приведенных формул смертность на территории не может быть ниже 5-го персентиля и выше 95-го персентиля смертности по территориям Пермского края за 2014–2018 гг.;

$\Delta Z_{corrilj}$ – скорректированное изменение *i*-го относительного показателя заболеваемости в разрезе подклассов, половозрастных групп и тяжестей заболеваний, ассоциированного с изменением *l*-го показателя деятельности на *j*-й территории Пермского края, сл./1000 населения; введение данного показателя обусловлено наличием предела управляемости, в результате действия мероприятий заболеваемость на территории не может быть ниже 5-го персентиля и выше 95-го персентиля заболеваемости по территориям Пермского края за 2014–2018 гг., сл./1000 населения;

$S_{real\,jk}$ – фактическая смертность в *k*-й половозрастной группе на *j*-й территории Пермского края, сл./1000 населения;

S_{5k}, S_{95k} – 5-й и 95-й персентили смертности в *k*-й половозрастной группе по территориям Пермского края за 2014–2018 гг.;

a_{ik} – коэффициенты модели «заболеваемость – смертность», связывающие смертность в *k*-й половозрастной группе с *i*-м показателем заболеваемости в разрезе подклассов, половозрастных групп и тяжестей заболеваний.

Статистически значимые связи между заболеваемостью и смертностью населения определяются с помощью корреляционно-регрессионного анализа с применением медико-биологической экспертизы. В том случае, если коэффициент модели «заболеваемость – смертность» меньше нуля, уменьшение заболеваемости приводит к росту смертности, что противоречит биомедицинскому смыслу для профилактических мероприятий. В данной ситуации ассоциированная смертность принимается равной нулю.

Расчет изменения относительной смертности, ассоциированной с изменением показателя деятельности диагностического, лечебно-диагностического или лечебно-диагностического-профилактического типа, осуществляется по формулам, структурно схожим с условиями (3), формулы не приводятся, чтобы не перегружать текст статьи. При выводе условий использовано правило непрерывности цепи взаимосвязей. Несмотря на то что оценка заболеваемости, ассоциированной с показателями лечебно-диагностического-профилактического типа, выполняется для любой комбинации условий, при расчете ассоциированной смертности выполняется дополнительная проверка на знак коэффициента модели «заболеваемость – смертность» (a_{ik}). Другими словами, если показатель демонстрирует профилактическую направленность, то смертность вычисляется только при $a_{ik} > 0$, а при диагностической направленности показателя ассоциированная смертность оценивается при $a_{ik} < 0$.

Результаты. В результате проведенного факторного анализа понижена размерность исходных данных: так, для описания влияния профилактической и диагностической деятельности системы здравоохранения Пермского края на сердечно-сосудистые заболевания в детском возрасте получено 67 факторов, описывающих 670 исходных показателей деятельности системы здравоохранения. Для описания влияния действий в трудоспособном возрасте и старше трудоспособного возраста на сердечно-сосудистые заболевания получены 62 фактора (567 исходных показателей) и 62 фактора (583 исходных показателей) соответственно. Для описания влияния деятельности системы здравоохранения на онкологические (в том числе злокачественные) заболевания в детском, трудоспособном возрасте и старше трудоспособного возраста получены 71 фактор (699 исходных показателей), 68 факторов (640 исходных показателей) и 70 факторов (656 исходных показателей) соответственно.

Факторы характеризуют совокупность показателей по следующим направлениям:

– штаты медицинской организации, должности и физические лица медицинской организации;

– врачи медицинской организации в амбулаторных условиях;

– деятельность кабинетов функциональной диагностики;

– ультразвуковые исследования;

– медицинская помощь, оказанная бригадами скорой медицинской помощи при выездах;

– аппараты и оборудование для лучевой диагностики;

– деятельность лабораторий;

– функциональная диагностика;

– деятельность микробиологических лабораторий;

– компьютерная томография;

– микробиологические исследования;

– профилактические осмотры и диспансеризация;

– деятельности бригад скорой медицинской помощи;

– рентгенодиагностические исследования и др.

По итогам анализа было получено 32 621 коэффициент моделей b_{iql} множественной регрессии «факторы – заболеваемость» с заболеваемостью болезнями системы кровообращения и 6963 коэффициента моделей с заболеваемостью злокачественными новообразованиями, 1159 коэффициентов моделей a_{ik}, связывающих смертность населения со структурой выявленных болезней системы кровообращения (БСК), и 126 коэффициентов моделей, связывающих смертность населения и онкологическую заболеваемость по обращаемости.

Выполнена оценка случаев предотвращенных смертей при реализации региональной программы «Развитие системы оказания первичной медико-санитарной помощи» (Пермский край) на 2019–2024 гг. Результаты сценарного прогнозирования показали, что при интенсификации показателей деятельности системы здравоохранения на 85 % в рамках региональной программы «Развитие системы оказания первичной медико-санитарной помощи» в целом по Пермскому краю можно ожидать в краткосрочной перспективе снижение показателей смертности по причине болезней системы кровообращения (БСК) на 587 случаев, что составляет 3,2 % от фактической смертности (БСК), по причине злокачественных новообразований – на 128 случаев, что составляет 2,5 % от фактической смертности (ЗНО), что позволит предотвратить порядка 700 смертей в год. Среди наиболее значимых показателей, влияющих на смертность, – посещения с профилактическими и иными целями, интенсивность рентгенологических профилактических (скрининговых) исследований органов грудной клетки, количество исследований, сделанных кабинетом функциональной диагностики в амбулаторных условиях, количество обследований молочных желез взрослым старше 18 лет и профилактические осмотры лиц с 1-й группой здоровья.

Выводы. Применение предложенных методов позволяет выделить приоритетные показатели деятельности системы здравоохранения, имеющие наибольшую эффективность. Кроме того, используя разработанные подходы, можно выделить приоритетные половозрастные группы и территории, на которые в первую очередь целесообразно направить усилия по диагностике, профилактике и лечению заболеваний. Целесообразно обозначить следующие пути развития работы: разработка методик и обоснование оптимальных программ мероприятий для достижения целевых показателей здоровья населения Пермского края (смертности, ОПЖ) с учетом времени достижения эффекта, приоритетных половозрастных групп, приоритетных территорий, этапности внедрения мероприятий, функции затрат и экономической эффективности.

Список литературы

1. Белова Е.П. Влияние реструктуризации территориальных систем здравоохранения на смертность населения трудоспособного возраста в регионах России // Инновации и инвестиции. – 2017. – № 8. – С. 108–112.

2. Козлов И.Д., Гракович А.А., Щербина О.Ф. Оценка влияния организационномедицинских факторов на показатели смертности от болезней системы кровообращения // Кардиология в Беларуси. – 2014. – № 4 (35). – С. 5–14.

3. Медико-социальные факторы и их пространственное влияние на смертность населения от болезней системы кровообращения (на примере Республики Башкортостан) / Р.А. Аскаров, И.А. Лакман, З.Ф. Аскарова [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2017. – № 6. – С. 146–151.

4. Чесноков П.Е., Куралесина Е.Н. Влияние системы здравоохранения на смертность от злокачественных новообразований в Воронежской области // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2013. – № 5. – С. 19–22.

5. Шибалков И.П., Голубева А.А. Исследование факторов, влияющих на смертность населения Томской области // Аллея науки. – 2016. – № 4. – С. 143–152.

Риски, связанные с загрязнением окружающей среды, в контексте формирования социальной приемлемости риска

А.О. Барг[1,2], М.Д. Романова[2]

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

Объект исследования – социальная приемлемость рисков, связанных с загрязнением окружающей среды.

Описана модель формирования социальной приемлемости рисков, связанных с загрязнением окружающей среды.

Анализируется научная литература, посвященная проблематике социальной приемлемости рисков, и результаты социологических исследований по изучению отдельных компонент, ее составляющих. Определение категории «Социальная приемлемость риска» осуществляется в рамках таких социологических концепций риска, как структурализм, интерпретивная парадигма и позитивизм.

Факторы и условия формирования социальной приемлемости рисков, связанных с загрязнением окружающей среды, условно можно разделить на два блока: объективные (внешние) и субъективные (внутренние). Причем условия, ограничения могут быть различными для различных субъектов рискового пространства, различными также являются и выгоды, и потери в случае реализации риска, равно как и их восприятие. Социальная приемлемость трактуется как консенсус между субъектами риска относительно соотношения выгод и потерь, поэтому актуализируется вопрос о необходимости включения в методологию установления приемлемого уровня рисков результатов исследований социального восприятия рисков. Анализ эмпирических исследований социальной приемлемости рисков продемонстрировал отсутствие комплексного подхода к ее определению. Указывается необходимость разработки единой методологии анализа социальной приемлемости рисков как необходимого инструмента для выявления разности в уровнях приемлемости риска у субъектов и облегчения построения процесса риск-коммуникации. Предлагается модель формирования социальной приемлемости рисков, связанных с загрязнением окружающей среды, которая позволяет прийти к социальному согласию относительно данных рисков всем заинтересованным сторонам.

Ключевые слова: риск, социальная приемлемость риска, риск-коммуникация, восприятие рисков, загрязнение окружающей среды.

Социальная приемлемость риска обычно рассматривается с двух позиций. В первой она определяется как согласие или несогласие общества с уровнями рисков, являющихся постоянной составляющей его жизни, во второй – как категория, накладывающая ограничения на различные виды деятельности, сопряженной с социальным риском, при реализации которого возможны социальные потери [18]. Последняя обусловливает возникновение различных подходов к минимизации рисков. Например, принцип ALARP (As Low As Reasonably Practicable – настолько низко, насколько это достижимо практически), который рекомендует снижать риск до уровня «практической целесообразности» или до уровня, являющегося «настолько низким, насколько он практически целесообразен» [4]. Или принцип MEM (Minimum Endogenous Mortality – минимальная эндогенная смертность) заключающийся в том, что «угроза, связанная с новой системой, не должна повышать цифру минимальной эндогенной смертности для индивидуума» [5]. Выработка и использование того или иного принципа установления приемлемого уровня риска связаны с решением многих вопросов: выбором методологии, организацией комплексного подхода, нахождением методов анализа восприятия риска и т.д.

Социальная приемлемость риска формируется, когда существует ситуация потенциального ущерба, подлежащая оценке, есть субъекты, воспринимающие ее на основании своих социально-психологических характеристик (значимых мотивов, ценностей, исходя из своих статусов), осуществляется коммуникация между элементами, образуется адаптационный потенциал, состоящий из ресурсов приспособления и выражающийся в определенных стратегиях и тактиках.

Диагностика социального восприятия риска, связанного с экологическим ущербом, обеспечивает основания для политики отдельных территорий, уже подвергшихся загрязнению, и позволяет более грамотно установить пороговый уровень опасности. Выводы, сделанные исследователями относительно степени приемлемости, обращают лиц, принимающих решение (ЛПР), и других участников рисковой ситуации к некоторым закономерностям и связям, помогающим нейтрализовать негативные эмоциональные ситуации. Так, исследовательской группой, занимающейся вопросами эколого-валеологического самочувствия населения на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, было выявлено, что уровень психологического напряжения и тревожности населения определяется субъективным восприятием, а не уровнем радиоактивного загрязнения [15].

Необходимо подчеркнуть важность СМИ как субъекта в цепочке формирования уровня социально приемлемого риска, особенно связанного с загрязнением окружающей среды. Они могут оказывать влияние на восприятие населения или опосредованно влиять на оценки экспертов или управляющих лиц. Отличительной особенностью СМИ является возможность манипуляции общественным мнением. Глобальная круглосуточная трансляция «безумных событий», казавшихся ранее нереальными, разворачивающаяся в каждой гостиной, дает СМИ власть нагнетать и внушать страх населению [17]. Доступность новостей, провоцирующих панику, подкрепляется нужным для эмоционального восприятия текстом, визуальным и звуковым сопровождением. Такое изображение социальной действительности, на самом деле ее искажающее, позволяет управлять сознанием социума. Сенсационность превосходит значимость анализа экологических рисков. Нередко новостные сообщения описывают жертв, но не предоставляют информацию о мерах безопасности. Однако механизм усугубления или ослабления риска информационными

группами не гарантирует регулируемости. Экологический риск, транслируемый как образ-сенсация, приводит к дальнейшей неуправляемости общественностью. Яркой иллюстрацией данного тезиса является ситуация, которая произошла в марте 2008 г. в Архангельской области, когда в некоторых районах выпал ярко-желтый снег. Средства массовой информации сопровождали свои материалы красочными фотографиями и тревожными текстами, что усугубило панические настроения жителей района, считавших главной причиной наблюдаемого явления запуски ракет. Следствием такой риск-коммуникации явилось резкое падение уровня доверия населения к официальным заявлениям ЛПР и экспертного сообщества о проведенной процедуре оценки риска и ее результатах (в снеге отсутствовали тяжелые металлы и следы нефтепродуктов) [22]. Канадский социолог М. Маклюэн пишет, что «телевизионный образ, подстегивающий страсть к глубинному вовлечению в каждый аспект опыта, создает одержимость физическим благополучием» [13]. Следовательно, трансляция жертв и негативных экологических последствий акцентирует благополучие населения, инстинктивно провоцируя укрепить социальный статус и материальное положение. Образ риска в СМИ замыкается на самом зрителе, обеспокоенном собственным здоровьем и благосостоянием [12]. В целом риск выражается необъективно, из-за неполноты информации он не соотносится с реальной технической стороной действительности [1]. Таким образом, в общей системе определения приемлемого уровня существует две ступени оценки риска, которые часто не соотносятся: экспертное знание и восприятие населения [16]. В случае анализа реакций на экологические риски в контексте формирования социальной приемлемости риска целесообразно говорить об общественном восприятии. Социальная оценка обывателей состоит из субъективного осознания объективных сторон риска, мнения о вероятности возникновения негативных событий и их тяжести. Она, являясь основой установки, оказывает прямое влияние на поведение субъектов риска [3].

Активная политика рисковых коммуникаций начинается в большинстве случаев тогда, когда ощущается риск ухудшения здоровья населения. Мотив сохранения жизни запускает в общественности адаптивные практики и стратегии борьбы с преследующими опасностями. Для понимания механизма важен психологический аспект, который заключается в том, что реально угроза воспринимается лишь тогда, когда касается здоровья, это связано с ощущением личной уязвимости, осознанием возможности противостояния [20].

Корреляционный анализ исследования восприятия рисков населения территорий Чернобыльской АЭС показал, что «чем дальше от аварии, тем более связывают люди свои симптомы с воспринимаемыми ими угрозами, которые с годами генерализуются, и к настоящему моменту стрессовые симптомы зависят уже не только от экологической среды, но и от всех факторов работы и быта, что еще раз подтверждает предположение о социальном усилении не только самих рисков, но и ответов на них» [2].

Восприятие субъективно, поэтому установление допустимого уровня не может осуществляться только по максимальной удовлетворенности/ неудовлетворенности населения. Субъективации в оценках риска подвержены и эксперты, чаще всего пользующиеся математическим его исчислением, точность и достоверность которого относительна тому этапу развития научного знания, на котором происходит процесс калькуляции риска. Установление количественных порогов приемлемости определено не столько числовыми выражениями, сколько фоновыми факто-

рами (социальным нормированием и ценностными установками) и частными причинами (жизненные стратегии, демографические и статусные различия). Закономерно, что есть место ситуациям, когда экспертная оценка не совпадает с мнением общества. Говорить о приемлемости риска как о социальной приемлемости можно только в том случае, когда риск оценивается и по показателям калькуляции, поддающихся исчислению, и на субъективных оценках всех включенных в рисковую ситуацию субъектов. То есть риск всегда относителен его источника, объекта, подвергающегося воздействию, среды обитания и населения [14]. Таким образом, социальная приемлемость риска – это своего рода консенсус между всеми заинтересованными сторонами относительно риска, согласование всех выгод и потерь, взвешенное решение о риске с учетом контекстов существования субъектов и объектов риска. Лица, принимающие решения, выступающие в качестве замыкающих обсуждение и ответственных за окончательные его результаты, официально утверждают те или иные уровни риска, выраженные в количественных или качественных показателях и закрепленные нормативными документами, которые и должны на конкретный момент быть приняты в обществе как приемлемые.

В качестве ограничений, не позволяющих приходить к действительному консенсусу, выступают такие факторы, связанные с процессом управления рисками, как неэффективность риск-коммуникации (неадекватный выбор модели, целевой аудитории, каналов, спикеров); отсутствие доверия между субъектами риск-коммуникации [21]; невыработанные на индивидуальном / групповом уровне эффективные адаптационные практики; объективные условия, в которых осуществляется управление риском, такие, как низкий уровень социально-экономического развития территории, неблагоприятная политическая ситуация и т.п.

Таким образом, следует отметить несколько значимых позиций.

Во-первых, объективные оценки основаны на количественной калькуляции приемлемости риска. Использование математических формул и статистических моделей помогает установить границу допустимого риска, а на основе его динамики позволяет сделать прогноз относительно его развития [8]. Однако нет гарантии того, что выявленная механистически приемлемость будет тождественна мнению социальной группы, являющейся потребителями этого риска.

Во-вторых, социальная приемлемость риска интегрируется несколькими субъектами, в случае, когда интересы, касающиеся личного здоровья (в рамках загрязнения среды обитания), нарушаются, происходит конфликт. Оценки населения не статичны, могут меняться под влиянием образа риска, транслируемого в СМИ, положений, высказанных учеными, а также факторов, напрямую пересекающихся с их жизнью.

В-третьих, уровень приемлемости не объективен, всяческая калькуляция поддается субъективной оценке. В условиях загрязнения среды, ввиду различного восприятия и неоднородных методик установления приемлемого риска, сложно определить допустимую границу, которая будет устраивать всех субъектов рискового пространства без ущерба макроэкономическим, политическим и социальным процессам.

В-четвертых, множественность контекстов усложняет рассмотрение социальной приемлемости риска как механизма. Каждый случай по-своему уникален. Однако в целях обеспечения эффективного управления рисками, связанными с загрязнением окружающей среды, существует интерес найти общие закономерности и описать совокупную модель формирования социальной приемлемости риска.

В целом комплексный процесс управления рисками, связанными с загрязнением окружающей среды, включающий в себя этап установления социальной приемлемости риска, может строиться по принципу алгоритма (рисунок).

Рис. Алгоритм управления рисками, связанными с загрязнением окружающей среды, с учетом установления социальной приемлемости

Из рисунка следует, что: *1* – проводится стандартная процедура оценки риска (*OR*) [19]; *2* – устанавливается соответствие характеристики риска обозначенным нормативными документами стандартам: а) если по результатам *OR* характеристика риска не соответствует регламентированным стандартам и риск неприемлем, осуществляется *3.1* – управление риском до установления его приемлемости согласно нормативной базе, после чего алгоритм возвращает нас к действию *1*; б) если по результатам *OR* характеристика риска соответствует регламентированным стандартам и риск приемлем, то *3* – устанавливается соответствие приемлемости риска по результатам *OR* и восприятия риска ЛПР / населением / социальной группой: а) если обнаруживается согласованность мнений, осуществляется *4* – дальнейшее управление риском в соответствии с существующими нормативными документами; б) если восприятие и приемлемость риска среди населения/социальной группы не согласуются с результатами *OR*, то *4.1* – проводится работа по обнаружению причин такого несоответствия; *5* – производится оценка выявленных причин несоответствия: а) если причины могут быть устранены в процессе симметричной диалоговой модели риск-коммуникации [6]; *6* – выполняется построение системы и реализация риск-коммуникации, после чего алгоритм возвращает нас к действию *3*; б) если риск-коммуникация не позволяет прийти к условному консенсусу относи-

тельно приемлемости риска, то *6.1* – запускается деятельность по пересмотру нормативной базы, после чего алгоритм возвращает нас к действию *1*.

Каждая итерация, включенная в представленный алгоритм, может быть в свою очередь развернута в определенную последовательность действий. Для исследования социальной приемлемости риска целесообразно остановиться на шаге *3*. Именно с него начинается выявление различий в восприятии риска и его приемлемости для участников рисковой ситуации, все следующие за ним шаги определяют установление приемлемости в смысле нахождения консенсуса относительно риска. Третий шаг поднимает проблему отсутствия комплексной методологии исследования социальной приемлемости риска.

В прикладных исследованиях приемлемость риска раскрывается через две основные переменные: оценку и восприятие. Следует также учитывать, что субъективные оценки, формирующие отношение к риску населения, часто приводят к эмпирическим сравнениям, обосновывая их взаимосвязи с некоторыми характеристиками изучаемых групп. Например, используются показатели, оценивающие социальные компоненты: восприятия личностной защищенности и дистанции распределения рисков, определенной через уязвимость (семейную, референтной группы, территориальной общности, страны) [10], или интересующий риск сравнивается с другими группами риска. Операционализация риска, обозначение основных элементов и их сравнение позволяет обозначить его специфику, но не выявляет социально приемлемый уровень.

Социальная приемлемость риска формируется под влиянием факторов, которые складываются на основе восприятия индивидов, поэтому ее уровень зависит от социальной среды, в которой находятся потребители и производители риска, а также от демографических, социальных, психологических характеристик населения.

Методология исследования восприятия рисков и установления их приемлемости также может осуществляться на основе операционализации его основных характеристик и контекстов, что важно учитывать на первоначальном этапе подготовки исследования, то есть перед созданием инструментария. Для комплексного измерения восприятия риска населением в исследование необходимо включить основные аспекты социальной реальности: социально-демографический, социокультурный, институциональный, социально-психологический [7]. Опыт проведения такого исследования показывает, что можно достичь положительного объяснительного потенциала в отношении восприятия риска.

Существует многообразие методов, основанных на экспертных оценках. Например, с помощью метода Делфи можно, как и в случае математической оценки, предсказать, какой уровень риска станет приемлемым, но способ построения такой калькуляции более субъективен. Методика проведения может конкретизироваться и дополняться исследователями в зависимости от поставленных целей и задач. Так, блоки тем интервью делят на основе трех сценариев, которые прогнозируют экологическую ситуацию, для каждого сценария (оптимистического, нейтрального и пессимистического) разрабатываются направления развития. Результатом является предложенная концепция сложившейся экологии и внутри нее приемлемого риска [9]. Использование такого метода возможно при исследовании риска в конкретных тематических полях, нуждающихся в оценке статистической вероятности, которая складывается из мнений экспертов. Методика имеет существенный недостаток, заключающийся в ограниченности решений минимальным количеством

участников, и в рамках построения статистики – рассмотрение мнения большинства и, следовательно, ограничение потенциально эффективных подходов, предложенных небольшим количеством экспертов. Помимо метода Делфи, исследователи используют экспертные опросы, глубинные интервью и круглые столы для обозначения приемлемого уровня риска.

Отнюдь не всегда количественная калькуляция риска способна определить уровень его приемлемости. Так, после проведения процедуры оценки риска опасных производственных объектов на одном из российских предприятий анализ показал, что математическое определение показателей приемлемости не соответствует законодательству о промышленной безопасности [11], что поднимает такую проблему, как отставание нормотворческой деятельности по регулированию рисков и их приемлемости от действительной жизнедеятельности людей и организаций (производителей и потребителей риска). Этот пример показывает необходимость в некоторых случаях прибегать к инициированию пересмотра существующей нормативной базы (шаг *6.1* в приведенном на рисунке алгоритме) в ситуации, когда установлено несоответствие приемлемости риска по результатам количественной оценки риска и ее оценкой участниками рисковой ситуации (в данном случае – хозяйствующим субъектом, работниками предприятия, экспертами) и причины такого несоответствия не могут быть устранены с помощью риск-коммуникации (шаг *6* в приведенном на рисунке), которая в случае риска, связанного с загрязнением окружающей среды, понимается как «конструктивный механизм, который формирует символическую среду, обеспечивающую понимание индивидом экологических рисков: условий их существования, их природы, характера, форм и приемлемости» [22]. В коммуникации важным посредником, который объединяет совокупность элементов, формирует отношение субъектов к риску и транслирует информационные сообщения, влияющие на степень объективности оценок населения, является СМИ.

Таким образом, эффективное управление рисками требует учета его социальной приемлемости в обозначенном нами смысле, а следовательно, актуализируется потребность в разработке комплексной методологии исследования и установления социальной приемлемости риска, которая в настоящее время представляет собой фрагментарный набор методик и техник и не учитывает всех составляющих, формирующих социальную приемлемость.

Список литературы

1. Анализ восприятия вопросов международных анкет Российской аудиторией при проведении популяционных исследований социально значимых заболеваний / В.Н. Кузнецов, О. Осланд, Т.Н. Балаева [и др.] // Экология человека. – 2012. – № 8. – С. 25–32.

2. Восприятие рисков населением, проживающим на загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС территориях / Г.М. Румянцева, В.Я. Марголина, Д.В. Плыплина [и др.] // Радиация и риск. – 1997. – № 10. – С. 160–165.

3. Барг А.О., Лебедева-Несевря Н.А., Рязанова Е.А. Общественное восприятие рисков, связанных с воздействием внешнесредовых факторов на здоровье населения промышленного региона // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 12 (273). – С. 12–15.

4. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 368 с.

5. ГОСТ Р 54505-2011 Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте от 01.08.2012 г. [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://pdf.standartgost.ru/catalog/Data2/1/4293787/4293787936.pdf (дата обращения: 22.03.2020).

6. Зайцев А.В. Диалогическая модель связей с общественностью: возникновение, состояние, перспективы // ARS ADMINISTRANDI. – 2013. – № 3. – С. 5–23.

7. Иванов А.В. Восприятие риска в культуре территориальных сообществ (на примере социологического исследования жителей г. Саратова) [Электронный ресурс] // КиберЛенинка. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vospriyatie-riska-v-kulture-territorialnyh-soobschestv-na-primere-sotsiologicheskogo-issledovaniya-zhiteley-g-saratova (дата обращения: 22.03.2020).

8. Карначев И.П., Никанов А.Н., Палькин В.М. Методологические подходы к прогнозной оценке приемлемого уровня риска для здоровья работающих на горнодобывающих предприятиях Мурманской области // Экология человека. – 2005. – № 11. – С. 46–52.

9. Копцева Н.П. Экспертная оценка экологической ситуации, характерной для коренных малочисленных народов Сибирской Арктики (на материале Красноярского края) // Экология человека. – 2017. – № 6. – С. 30–35.

10. Корнилова М.В. Риск: приемлемость, защищенность, социальное распределение // СНиСП. – 2015. – № 3 (11). – С. 115–127.

11. Критерии приемлемого риска при обосновании безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] / А.Н. Кривонос, И.В. Бурданов, В.П. Самусько [и др.] // КиберЛенинка. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kriterii-priemlemogo-riska-pri-obosnovanii-bezopasnosti-opasnyh-proizvodstvennyh-obektov (дата обращения: 22.03.2020).

12. Левченко А.В., Мачанските Ю.Р., Шушлебина А.Ю. Особенности представления экологических рисков в СМИ (на примере месторождения калийных солей в поселке Нивенское) // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. – 2017. – № 1. – С. 42–57.

13. Маклюэн Г.М. Понимание Медиа: Внешние расширения человека [Электронный ресурс] // Гуманитарный портал. – URL: https://gtmarket.ru/laboratory/basis/3528 (дата обращения: 22.03.2020).

14. Мозговая А.В., Шлыкова Е.В. Социальная приемлемость риска как социологическая категория // Социология: методология, методы, математическое моделирование. – 2010. – № 31. – С. 30–45.

15. Павлов Б.С., Патраков Э.В., Разикова Н.И. Эколого-валеологическое самочувствие населения на уральских территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению // Дискуссия. – 2014. – № 11 (52). – С. 125–135.

16. Паутов И.С. Восприятие рисков ухудшения здоровья населением России и механизмы его формирования // Вестник Удмуртского университета. Сер. «Философия. Психология. Педагогика». – 2010. – № 2. – С. 119–128.

17. Перова А.Е. Роль СМИ в освещении «новых» экологических катастроф: нарративы и риски // Коммуникология. – 2017. – № 5. – С. 46–58.

18. Ренн О. Три десятилетия исследования риска: достижения и новые горизонты // Вопросы анализа риска. – 1999. – Т. 1, № 1. – С. 80–89.

19. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв.

Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 05.03.2014 г. [Электронный ресурс] // Знайтовар.Ру. – URL: http://www.znaytovar.ru/gost/2/R_2110192004_Rukovodstvo_po_oc.html (дата обращения: 22.03.2020).

20. Смолова Л.В. Исследование восприятия экологических рисков в урбанистической среде // Исследования в области прикладной психологии. – 2009. – № 2. – С. 51–56.

21. Столяр В.Ю. Доверие как инструмент управления глобальным риском [Электронный ресурс] // КиберЛенинка. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/doverie-kak-instrument-upravleniya-globalnym-riskom (дата обращения: 04.11.2019).

22. Шаркова Е.А. Communication in the environmental risk context // Вестник СПбГУ. Сер. 9. Филология. Востоковедение. Журналистика. – 2011. – № 4. – С. 237–245.

23. Яницкий О.Н. Риск в современном обществе. Россия как общество риска: методология анализа и контуры концепции // Общественные науки и современность. – 2004. – № 1. – С. 1–11.

Оценка информативности показателей потенциального риска и фактически причиненного вреда здоровью в условиях негативных воздействий химического фактора

М.А. Землянова[1], Н.В. Зайцева[1], И.В. Тихонова[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, г. Красноярск, Россия

Актуализация проблем сохранения демографического потенциала страны определяет необходимость повышения эффективности механизмов и средств, в том числе в рамках деятельности Роспотребнадзора, направленных на решение проблем охраны здоровья населения Российской Федерации. Осуществлена оценка информативности показателей потенциального риска и фактически причиненного вреда здоровью в условиях негативных воздействий химического фактора для задач объективизации гигиенических оценок. Объектом исследований являлось детское население, подвергающееся ненормативному аэрогенному воздействию. Использован комплекс санитарно-гигиенических, эпидемиологических, химико-аналитических, клинико-функциональных, лабораторных методов, алгоритм доказательства причинения вреда здоровью, методология оценки риска. Сопоставительный анализ результатов оценки расчетного риска и фактически причиненного вреда здоровью при аэрогенном воздействии химического фактора показал существенные качественные и количест-

венные различия в информативности полученных показателей. Принципиальным отличием является то, что при установленном причинении вреда здоровью на основании углубленных выборочных исследований экспонированных лиц и системы параметризированных причинно-следственных связей «фактор экспозиции – маркер экспозиции – маркер негативного эффекта – негативный эффект» для индивидуума доказано наличие фактически состоявшегося заболевания, детерминированного аэрогенным химическим фактором, с получением детализированной картины по виду конкретного заболевания в соответствии с актуальной версией международной классификации болезней, степени его тяжести, вкладу определенного химического фактора непосредственно в развитие и течение заболевания, фактическому уровню дополнительных случаев заболеваний, детерминированных конкретными факторами причинения вреда. Установлены реальные зоны на территории, характеризующиеся фактами причинения вреда здоровью (локальный и групповой уровень), дифференцированные с учетом его тяжести. Полученная детализированная информация является инструментом объективной гигиенической оценки для расстановки приоритетов в ходе реализации социально-гигиенического мониторинга, в первую очередь муниципального уровня, в рамках деятельности Роспотребнадзора.

Ключевые слова: риск здоровью, экспонированное население, причиненный вред здоровью, биомаркеры экспозиции и негативных эффектов, химический фактор, социально-гигиенический мониторинг.

Проблема сохранения демографического потенциала страны, актуализированная в Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г. (Указ Президента РФ от 09.10.2007 № 1351 с изменениями и дополнениями от 14.04.2016 № 669-р), определяет необходимость повышения эффективности механизмов и средств, в том числе в рамках деятельности Роспотребнадзора, направленных на решение проблем охраны здоровья населения Российской Федерации.

В соответствии с приоритетными направлениями, обозначенными в проекте Концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга Российской Федерации на период до 2030 г. [1] и в проекте положения «О проведении социально-гигиенического мониторинга в субъекте Российской Федерации» (ноябрь 2019 г.), в числе первоочередных задач сохраняется необходимость совершенствования и унификации подходов к формированию и реализации программ инструментальных и лабораторных исследований в рамках системы СГМ, развития методов и критериев определения конкретных зон и приоритетных мониторинговых точек, адекватных текущей санитарно-гигиенической ситуации [5, 9, 10]. Многочисленные публикации, связанные с проблемами объективизации гигиенических оценок, свидетельствуют, что за последнее десятилетие органами и организациями Роспотребнадзора проделана достаточно большая научно-методическая работа по совершенствованию подходов к выявлению ненормативного качества объектов среды обитания и его влияния на здоровье подверженного населения [2, 4, 6, 8].

Федеральным проектом «Чистый воздух» в рамках национального проекта «Экология» (2018–2024 гг.) определены приоритетные регионы и муниципалитеты, для которых проблемы высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха и связанных с ним потенциальных рисков причинения вреда здоровью населения являются особенно значимыми [9]. В рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух в отдельных городах (например в г. Красноярске, Чите) апробированы новые методические разработки, касающиеся выбора точек контроля и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха с учетом специфики сложившейся сети социально-гигиенического мониторинга [7].

В то же время определенный круг проблем по оптимизации гигиенических оценок для обеспечения эффективного динамического наблюдения остается недостаточно изученным и требует совершенствования. Высоковостребованной является разработка методических подходов к приоритизации воздействующих факторов и негативных эффектов с учетом научно обоснованных маркеров экспозиции и эффекта по результатам специальных выборочных контролируемых исследований, информативности показателей фактически причиненного вреда здоровью.

Цель исследований – оценка информативности показателей потенциального риска и фактически причиненного вреда здоровью в условиях негативных воздействий химического фактора для задач объективизации гигиенических оценок.

Материалы и методы. Использован комплекс санитарно-гигиенических, эпидемиологических, клинико-функциональных, лабораторных методов исследований (биохимических, иммунологических, гематологических), химико-аналитических методов определения токсичных веществ в биосредах, статистических методов, алгоритм доказательства причинения вреда здоровью (в соответствии с методическими указаниями МУ 2.1.10.3165-14 «Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания»), методология оценки риска (в соответствии с Р 2.1.10.1920.04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»), методы математического моделирования причинно-следственных связей.

Сравнительная оценка информативности показателей потенциального риска и причиненного вреда здоровью выполнена на примере результатов направленных углубленных исследований детей, подвергающихся воздействию высокого уровня загрязнений атмосферного воздуха, связанного с хозяйственной деятельностью крупного субъекта по производству металлургического глинозема. Скрининговым углубленным обследованием охвачено 224 ребенка, подверженных аэрогенному воздействию химического фактора (группа наблюдения) и 54 ребенка, не подвергающихся изучаемому воздействию химического фактора (группа сравнения), в возрасте 4–7 лет. Группы по возрастно-гендерным признакам, социально-экономическому уровню семьи, гигиеническим условиям проживания, качеству и рациону питания были сопоставимы. Обследование выполнено с обязательным соблюдением этических принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964, 2008) и согласовано с этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Результаты. По результатам комплексных углубленных исследований из всей обследованной выборки детей группы наблюдения (224 человека или 10 % от общей численности экспонированных детей данной возрастной категории) выделена подгруппа детей (208 детей или 93 % от числа детей группы наблюдения), у которых установлено хроническое заболевание органов дыхания (в соответствии с МКБ-10). При этом доказано, что 51 ребенок (25 % от числа детей с заболеванием дыхательной системы) имеет всю совокупность гигиенических и медико-биологических критериев квалифицирующих признаков, позволивших установить факт причинения вреда здоровью в виде состоявшего заболевания органов дыхания, детерминированного аэрогенным химическим фактором. Данное заключение подтверждено тем, что для каждого обследованного ребенка с установленным фактом причинения вреда были соблюдены все признаки доказательности связи причинения вреда здоровью

с детерминирующим воздействием загрязнений атмосферного воздуха, обладающих тропностью к органам дыхания. На индивидуальном уровне установлена последовательная непрерывная логическая цепочка обязательных квалифицирующих признаков от источника выбросов хозяйствующего субъекта по производству глинозема до выявления факта заболевания органов дыхания, а именно:

– длительность подверженности установленной аэрогенной экспозиции составляет от 3 до 7 лет;

– уровень риска развития заболеваний органов дыхания в зоне экспозиции неприемлемый (индекс опасности (*HI*) составляет 31,3);

– наличие в биосредах (крови и моче) от 6 до 8 из 10 идентифицированных веществ (в крови Mn, Cu, Ni, Cr, формальдегид, о-, п-, м-ксилол, в моче Al и F-ион) в концентрациях, достоверно превышающих на 20–50 % верхнюю границу уровня сравнения (фонового или референтного);

– наличие на групповом уровне достоверных связей содержания химического вещества в биосубстрате с уровнем экспозиции для Al, Mn, Cu, Ni, Cr, ксилола, гидрофторида, формальдегида);

– наличие от 3 до 5 из 8 функциональных показателей внешнего дыхания и проходимости носовых дыхательных путей, на уровне, достоверно ниже на 20–50 % относительно нижней границы физиологической нормы, доказанно связанных (имеются данные на групповом уровне) и адекватно отражающих действие повышенного содержания Mn, Ni, Cr, формальдегида в крови, Al в моче;

– наличие от 11 до 16 из 20 гематологических, биохимических и иммунологических показателей, адекватных химической нагрузке, на уровне, достоверно выше (или ниже) на 20–50 % верхней границы физиологической нормы и доказанно связанных (имеются данные на групповом уровне) с концентрацией факторов химической нагрузки в крови и / или в моче («маркер экспозиции – маркер негативного эффекта» для индекса эозинофилии, эозинофилов, лейкоцитов, п/я нейтрофилов, CD127-лимфоцитов, $CD3^+$ $CD95^+$-лимфоцитов, IgE общего, IgE специфического к Mn, Cr, Al, малонового диальдегида, общей антиоксидантной защиты, супероксиддисмутазы, глутамата, p53, интерлейкина-1бета, Bax, Bcl-2, TNF-рецептора), что свидетельствует о выраженности, устойчивости и биологическом правдоподобии негативных эффектов, свидетельствующих о функциональных нарушениях органов дыхания;

– выставлен в качестве основного заболевания: диагноз, обусловленный системой лабораторных, функциональных и клинических показателей, имеющих биологически оправданные патогенетические связи с экспозицией (маркерами экспозиции), аллергический ринит неуточненный (J30.4), гипертрофия миндалин (J35.1), гипертрофия миндалин одновременно с гипертрофией аденоидов (J35.3), бронхиальная астма с преобладанием аллергического компонента (J45.0);

– выставленный диагноз заболевания относится, согласно МКБ-10, к классу X «Болезни органов дыхания», являющихся критическими органами, в отношении которых риск оценен как неприемлемый; имеются научные данные об аналогичных заболеваниях, возникающих в условиях аналогичной аэрогенной экспозиции;

– имеются данные анамнеза и результаты специального анкетирования родителей детей, которые не выявили наличия иных причин, кроме факторов загрязнения атмосферного воздуха, формирующих существующие уровни экспозиции, которые могли бы быть основной причиной выявленного заболевания органов дыхания.

Сопоставительный анализ результатов оценки расчетного риска и фактически причиненного вреда здоровью при аэрогенном воздействии химического фактора показал существенные качественные и количественные различия в информативности полученных показателей. Принципиальным отличием является то обстоятельство, что при реализации алгоритма доказывания причинения вреда здоровью для конкретного ребенка доказано причинение вреда в виде фактически состоявшегося заболевания из класса «Болезни органов дыхания», детерминированного аэрогенным химическим фактором, с получением детализированной картины по виду конкретной нозологической формы по МКБ-10: аллергический ринит неуточненный (J30.4), гипертрофия миндалин (J35.1), гипертрофия миндалин одновременно с гипертрофией аденоидов (J35.3), бронхиальная астма с преобладанием аллергического компонента (J45.0) и степени тяжести причиненного вреда (29 % – средняя степень, 71 % – легкая степень). В то время как при выполнении процедуры оценки риска здоровью дается только расчетный полуколичественный прогноз развития заболевания в целом по классу «Болезни органов дыхания» для детей группы риска.

При доказанном причинении вреда установлены конкретные зоны на территории, дифференцированные с учетом степени реализации потенциального риска причинения вреда (зона проживания детей с причиненным вредом, зона проживания детей с заболеванием, модифицированным факторами риска) и характеризующиеся определенной численностью и половозрастной структурой детей, в то время как при оценке риска получена только расчетная зона экспозиции, дифференцированная по степени формируемого прогнозного риска (популяционный уровень), но также характеризующаяся численностью и половозрастной структурой экспонированных детей.

На основании доказывания причинения вреда установлен перечень и вклад факторов, дифференцированный по степени опасности для развития и течения болезней органов дыхания. К факторам, причиняющим вред, относятся диАлюминий триоксид (вклад до 47 %), марганец и его соединения (до 53 %), гидрофторид (40 %), медь оксид (до 49 %), хром (VI) (до 9 %), никель оксид (до 39 %), формальдегид (до 27 %), о-ксилол (до 44 %). К факторам, причинение вреда которыми не доказано, но установлено модифицирующее влияние на течение заболеваний, относятся азота оксид (26 %), азота диоксид (25 %), серы диоксид (14 %), мазутная зола ТЭЦ (в пересчете на ванадий (38 %), взвешенные вещества (50 %), толуол (48 %), углерод черный (сажа) (21 %), пыль неорганическая (SiO_2 20–70 %) (12 %). К факторам, влияние которых на заболевание не доказано, относится натрий гидроксид (0,0 %). При оценке риска здоровью дифференциация факторов по степени этиопатогенетического влияния на заболевание органов дыхания отсутствует. При этом результаты оценки вклада химического фактора в причиненный вред и риск здоровью являются несопоставимыми по качественной и количественной оценке. При доказательстве причинения вреда дается оценка вклада конкретного химического фактора непосредственно в развитие и течение самого заболевания. При расчете риска дается оценка вклада лишь в действующую внешнесредовую концентрацию вещества, и полученные результаты свидетельствуют о существенном занижении значимости фактора для опасности развития заболевания.

Алгоритм доказывания причинения вреда здоровью позволяет установить систему последовательных и количественно параметризированных причинно-след-

ственных связей «фактор экспозиции – маркер экспозиции – маркер негативного эффекта – негативный эффект». На основании установленной системы причинно-следственных связей при доказательстве причинения вреда получен научно обоснованный перечень и пороговые значения биомаркеров экспозиции и биомаркеров негативных эффектов эффектом в виде конкретного заболевания органов дыхания. Обоснованный перечень биомаркеров экспозиции с их максимальными допустимыми концентрациями, не вызывающими негативные эффекты со стороны органов дыхания, включает: в крови – марганец < 0,012 мг/дм^3, медь < 0,60 мг/дм^3, хром < 0,002 мг/дм^3, никель < 0,003 мг/дм^3, о-ксилол < 0,0001 мг/дм^3, формальдегид < 0,04 мг/дм^3. Обоснованный перечень биомаркеров эффекта с их минимальными действующими уровнями: в сыворотке крови – IgE общий > 99,9 МЕ/см^3, IgE специфический к Mn > 1,21 МЕ/см^3, IgE специфический к Cr > 1,01 МЕ/см^3, IgG специфический к Al > 0,1 усл. ед., МДА > 2,5 мкмоль/дм^3, АОА > 38,6 %, СОД > 88,1 нг/см^3, p53 > 1,8 %, IL-1β > 11 пг/см^3, Bax > 9 %, Bcl-2 > 1,5 %, TNF-рецептор > 1,5 %. При процедуре оценки риска здоровью возможна только полуколичественная оценка связи заболевания органов дыхания (по классу в целом и по отдельным нозологическим формам) с воздействием комплекса факторов. Процедура оценки риска получение информации по биомаркерам экспозиции и эффекта не предусматривает.

При доказанном причинении вреда здоровью установлен конкретный список детей с причиненным вредом с учетом его тяжести (51 человек), а также индивидуальный фактический уровень дополнительных случаев заболеваний органов дыхания в году, детерминированный факторами причинения вреда (2 сл./чел./г.). В то время как при оценке риска установлен только прогнозный популяционный уровень дополнительных случаев заболеваний в году, причем существенно более низкий (0,1 сл./чел./г.).

Таким образом, сопоставительный анализ результатов оценки риска и фактически причиненного вреда здоровью детей в виде заболеваний органов дыхания при аэрогенном воздействии химического фактора позволил обосновать существенные качественные и количественные различия в получаемой информации, характеризующие детализацию существующей ситуации по степени опасности прогнозируемого и реализованного риска в виде фактически причиненного вреда здоровью, что является необходимым инструментом объективной гигиенической оценки для расстановки приоритетов в ходе реализации социально-гигиенического мониторинга, в первую очередь муниципального уровня, в рамках деятельности Роспотребнадзора.

Список литературы

1. Концепция развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года (проект) // Региональная система управления риском для здоровья населения: сборник организационных, информационных и методических материалов / под ред. В.Б. Гурвича. – Екатеринбург: Изд-во ФБУН «ЕМНЦ ПОЗРПП» Роспотребнадзора, 2019. – Т. 1. – С. 8–28.

2. Методическое обеспечение определения токсичных и эссенциальных элементов в биологических средах человека для задач социально-гигиенического мониторинга и биомедицинских исследований / О.В. Гилева, Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 116–121.

3. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач Фе-

дерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 4–17. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01

4. Нечухаева Е.М., Маслов Д.В., Афанасьева С.И. Актуальные задачи социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2010. – Т. 41–42, № 1–2. – С. 39–40.

5. Оптимизация региональной системы мониторинга на примере г. Нижнекамска / Е.И. Игонин, А.П. Шлычков, А.Р. Шагидуллин [и др.] // Российский журнал прикладной экологии. – 2016. – Т. 7, № 3. – С. 33–39.

6. О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения: информационное письмо Министерства здравоохранения Российской Федерации письмо № И/109-111 от 07.08.1997 [Электронный ресурс] // Ассоциация лесопользователей Приладожья, Поморья и Прионежья. – URL: http://www.alppp.ru/law/okruzhayuschaja-sreda-i-prirodnye-resursy/obschie-voprosy/47/pismo-minzdrava-rf-ot-07-08-1997-i109-111.html (дата обращения: 19.03.2020).

7. Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24.12.2018 [Электронный ресурс] // Правительство России. – URL: htpp: //www.government.ru/info/35569/ (дата обращения: 27.03.2020).

8. Развитие социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне / С.И. Савельев, Г.М. Трухина, В.А. Бондарев [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 11. – С. 1033–1036.

9. Социально-гигиенический мониторинг – интегрированная система оценки и управления риском для здоровья населения на региональном уровне / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.Л. Малых [и др.] // Санитарный врач. – 2014. – № 1. – С. 29–31.

10. Platform for monitoring and analysis of air quality in environments with circulation of people / P.H. Soares, J.P. Monteiro, H.F. Freitas [et al.] // Environmental Progress and Sustainable Energy. – 2018. – № 6. – С. 2050–2057.

Интегральная оценка качества питьевой воды

А.П. Лапшин, А.Н. Ванькова

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области» Роспотребнадзора,
г. Тюмень, Россия

Рассматривается вопрос обеспечения качественной и безопасной питьевой водой населения г. Тюмени. Изучены показатели безопасности питьевой воды, потребляемой жителями г. Тюмени, с применением методологии оценки риска, в частности интегральной оценки питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности.

Ключевые слова: питьевая вода, водоснабжение, водоисточники, хозяйственно-питьевое водоснабжение, методология оценки риска, загрязняющие вещества, мониторинг, безопасность.

Одним из важнейших факторов окружающей среды является вода, именно она обеспечивает важнейшие физиологические процессы, протекающие в организме человека, и по оценке специалистов Всемирной организации здравоохранения степень неблагоприятного воздействия водного фактора на человека оценивается как существенная и составляет около 20 %. Даже в XXI в. наибольший вклад в водно-обусловленную заболеваемость, несомненно, вносит микробиологическое загрязнение воды. Однако на международном уровне все больше внимания уделяется изучению ее химической безвредности [2, 4, 11].

Тем не менее не всегда качество питьевой воды обусловлено только природными факторами или антропогенным воздействием. В формировании качества питьевой воды значительную роль играет и система водоподготовки, в некоторых случаях в воде появляются вещества, обладающие большей биологической активностью, наиболее значимыми из них являются канцерогены. Так, многими аналитическими исследованиями подтверждено, что присутствие в воде широкого спектра токсичных соединений обусловливает высокий риск возникновения неблагоприятных эффектов в отдаленной перспективе, что подтверждает необходимость грамотной оценки рисков для здоровья населения качественного состава питьевой воды [1, 3, 9, 10].

Знание гипотетического риска и закономерностей его территориального распределения позволяет более точно вычислить реальный вклад водного фактора в формирование уровня здоровья населения с целью обоснования мер первичной профилактики. Даже сейчас можно предположить, что в ближайшие десятилетия человечеством будет активно вестись работа по созданию безопасных, экономически выгодных и обоснованных систем водоснабжения и водоподготовки, при этом основное направление научной мысли должно быть ориентировано на оценку рисков для здоровья населения при употреблении питьевой воды [5, 10, 12, 13].

Цель работы, выполненной на базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области», – гигиеническая оценка канцерогенного, неканцерогенного, органолептического рисков и их зонирование, в соответствии с чем была определена структура и методическая схема работы, обоснование и выбор объектов, объема, материалов и методов исследований.

Материалами исследования качественного состава вод послужили многолетние наблюдения за качеством питьевой воды, подаваемой населению города (ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области», аттестат аккредитации РОСС.RU.0001.510119) за период 2011–2016 гг. Суммарный объем лабораторных исследований воды составил 1780 проб, из них 510 проб перед подачей в разводящую сеть (резервуары чистой воды) и 1270 проб в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети. Отбор проб и химический анализ воды проводился по стандартным методикам в лабораторных условиях. Исследование качества воды проводилось на основании рассчитанных среднемесячных и среднегодовых концентраций по органолептическим (запах, привкус, цветность, мутность,), обобщенным показателям и содержанию химических веществ, таких как железо, марганец, кремний, аммиак, нефтепродукты, фтор, свинец, мышьяк, бериллий, кадмий, хром и др.

Оценка безвредности и благоприятности питьевой воды по химическому составу и органолептическим показателям проводилась с учетом уровня и структуры канцерогенного, неканцерогенного и органолептического риска согласно Р 2.1.10.1920-04

«Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и МР 2.1.4.0032-11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности». В качестве приемлемых значений риска использовали уровни: для рефлекторно-ольфакторных реакций – 0,1; неканцерогенного риска – 1.

На этапе идентификации опасности с помощью программного комплекса АС «СГМ» были рассчитаны средние концентрации, 95-й процентиль химических веществ, присутствующих в питьевой воде г. Тюмени, за период с 01.07.2011 г. по 30.06.2013 г.

Для оценки канцерогенного риска была выбрана беспороговая модель, использующая величины канцерогенного потенциала, которые являются индивидуальной характеристикой каждого вещества. Получаемая величина риска показывает вероятность развития онкологических заболеваний при заданных уровнях дозовых нагрузок (индивидуальный риск).

Оценка канцерогенного риска на основе применения информации о значениях SFo и LADD осуществляется с использованием экспоненциальной модели:

$$\text{Risk} = 1 - exp\ (-\text{SFo} \cdot \text{LADD}).$$

Канцерогенный риск рассчитывался по следующим веществам: мышьяк, бериллий, кадмий, свинец, хром. В результате проведенных расчетов суммарный канцерогенный риск равен $0{,}00001045 = 1{,}04 \cdot 10^{-5}$.

Данный уровень риска соответствует предельно допустимому, т.е. верхней границе приемлемого риска и подлежит постоянному контролю.

В дальнейшем был определен неканцерогенный риск по уравнению, имеющему вид:

$$\text{Risk}=1 - exp\ ((\ln (0{,}84) / (\text{ПДК} \cdot \text{Кз})) \cdot \text{C}).$$

Неканцерогенный риск рассчитывался по следующим веществам и показателям: аммиак, железо, марганец, кремний, жесткость, нитраты, нитриты, алюминий, бор, сульфаты.

Оценка суммарного беспорогового неканцерогенного риска вычислялась методом умножения вероятностей:

$$\text{Risk}_{sum} = 1 - (1 - \text{Risk}_1) \cdot (1 - \text{Risk}_2) \cdot \ldots \cdot (1 - \text{Risk}_n).$$

$$\text{Risk}_{sum} = 1 - (1 - 0{,}267) \cdot (1 - 0{,}0127) \cdot (1 - 0{,}0154) \cdot (1 - 0{,}0032) \cdot (1 - 0{,}0018) \times$$
$$\times (1 - 0{,}0002) \cdot (1 - 0{,}00014) \cdot (1 - 0{,}001123) \cdot (1 - 0{,}00154) \cdot (1 - 0{,}00021) \times$$
$$\times (1 - 0{,}0000755) \cdot (1 - 0{,}0000175) \cdot (1 - 0{,}000097) = 0{,}293.$$

Полученный уровень неканцерогенного риска равен 0,293 и является неприемлемым (> 0,05).

Также характеристику риска развития неканцерогенных эффектов можно осуществлять путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия (табл. 1).

Далее рассчитан индекс опасности для веществ, поступающих в организм одним и тем же путем (в данном случае пероральным) с учетом критических органов и систем, поражаемых исследуемыми веществами.

Таблица 1

Направленность действия веществ неканцерогенного действия

Ранг	Вещество	Направленность действия	Средняя концентрация в-ва	Гигиенический норматив	*RfD*	*HQ*
1	Медь	ЖКТ, печень	0,09113	1	0,019	4,7
2	Железо	Слизистые, кожа, кровь, иммунитет	0,5927	0,3	0,3	1,9
3	Марганец	ЦНС, кровь	0,2323	0,1	0,14	1,6
4	Фтор	Зубы, костная система	0,10475	1,5	0,06	1,5
5	Магний	–	14,5357	–	11	1,3
6	Нефте-продукты	Почки	0,0365	0,1	0,03	1,2
7	Нитраты	Кровь (MetHb), ССС	1,7746	45	1,6	1,1
8	Кремний	Почки	10,4	10	10	1,04
9	Нитриты	Кровь (MetHb),	0,0544	3	0,1	0,5
10	Мышьяк	Кожа, ЦНС, ССС, ЖКТ	0,00009	0,05	0,0003	0,3
11	Свинец	ЦНС, кровь, репродуктивная система	0,00034	0,03	0,0035	0,09

Примечание: $HQ = AC/RfD$, где AC – средняя концентрация вещества; RfD – референтная доза.

Анализ неканцерогенного риска проведен на основании определения суммарного индекса опасности для веществ с однонаправленным действием для хронических эффектов по среднегодовым концентрациям.

Индекс опасности по однонаправленному действию на систему крови составляет 4,6, на почки – 2,24, на ЦНС – 3,29, на ЖКТ – 2,24, на кожу – 2,2, что является неприемлемым уровнем риска ($HI > 1$), при этом основной вклад в риск вносят железо, нефтепродукты, марганец и кремний.

Органолептический риск рассчитывался по показателю мутности, цветности и pH (табл. 2).

Таблица 2

Результаты оценки органолептического риска

Анализируемый критерий	Значение	Prob*	Риск
Цветность	13,6	–2,4188	0,0078
Мутность	1,87	–2,5325	0,0057
pH	6,7	–2,74	0,0031
Максимальное значение	–	–	0,0078

Примечание: *Prob – промежуточная величина для перехода от концентрации вредного вещества к риску для здоровья.

В результате проведенных расчетов выявлено, что органолептический риск является приемлемым и не превышает допустимый уровень, который равен 0,1.

На последнем этапе был рассчитан интегральный показатель:

$$ИП = Риск_{ро} / ПЗ_{ро} + Риск_{нек.} / ПЗ_{нек.} + Риск_{канц.} / ПЗ_{канц.},$$

где ИП – интегральный показатель опасности питьевой воды, $Риск_{ро}$ – суммарный риск рефлекторно-ольфакторных эффектов, $ПЗ_{ро}$ – приемлемое значение риска рефлекторно-ольфакторных эффектов, $Риск_{нек.}$ – суммарный неканцерогенный риск, $Риск_{канц.}$ – суммарный канцерогенный риск, $ПЗ_{канц.}$, $ПЗ_{нек.}$ – приемлемое значение канцерогенного и неканцерогенного риска (табл. 3).

Таблица 3

Расчет интегрального показателя риска

Вид риска	Значение по суммарной оценке	Величина приемлемого значения	Отношение риска к приемлемому значению
Органолептический риск	0,0078	0,1	0,078
Неканцерогенный риск	0,293	0,05	5,86
Канцерогенный риск	0,00001045	0,00001	1,045
Интегральный показатель			6,983

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что уровень канцерогенного риска находится в зоне приемлемого допустимого уровня, при этом коэффициенты опасности неканцерогенного риска являются неприемлемыми ($HQ > 1$) по следующим веществам: медь, железо, марганец, магний, нефтепродукты, нитраты, кремний и свидетельствуют о том, что для жителей г.Тюмени существует риск развития патологии со стороны системы крови (индекс опасности = 4,6), почек ($HI = 2{,}24$), ЦНС ($HI = 3{,}29$), ЖКТ ($HI = 2{,}24$), кожи ($HI = 2{,}24$).

Стоит отметить, что в основе настоящей работы также использовались сведения комплексного научного исследования системы хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Тюмени [6, 7, 14]. Так, одновременная эксплуатация поверхностного и подземного водоисточников предполагает формирование территорий города с различным качеством питьевой воды по пяти приоритетным показателям (перманганатная окисляемость, аммиак, кремний, марганец, железо), подтверждением чего являются значительные различия в уровне как суммарного риска, так и уровня риска по отдельным веществам на городских водозаборах.

Для изучения данных закономерностей и в целях гигиенического ранжирования качества питьевой воды по степени смешения и преобладания подземного или поверхностного водозабора была разработана оригинальная методика, основанная на методе натурного моделирования. За основу расчетов был выбран 25%-ный интервал, когда качество питьевой воды I ранга на 75–100 % определяется водой из поверхностного водозабора и лишь на 0–25 % подземным водозабором. Для питьевой воды каждого из четырех рангов рассчитывались концентрационные интервалы, основой для которых послужили средние концентрации веществ в резервуарах чистой воды городских водозаборов за период 2011–2016 гг. На основании полученных данных появилась возможность каждой контрольной точке разводящей сети по фактическому содержанию химических веществ присвоить соответствующий ранг. Распределение точек контроля и определение среднего значения ранга питьевой воды в шести районах города позволило определить степень преобладания того или иного водозабора на данной территории.

Таким образом, гигиеническое ранжирование территории г. Тюмени впервые позволило достоверно определить районы города с различными условиями водо-

пользования. Полученные данные в дальнейшем будут использованы для расчета величины популяционного риска для каждого района города и разработки наиболее эффективных профилактических мероприятий. Решение данной проблемы должно являться приоритетным направлением в деятельности не только службы государственного санитарно-эпидемиологического надзора и администрации города, но и использоваться в системе стратегического планирования.

В современном мире с его стремительно изменяющимися экономическими тенденциями и растущей конкуренцией за трудовые ресурсы стратегическое планирование является основополагающим элементом эффективного развития города. Поскольку проблема обеспечения цивилизации питьевой водой по-прежнему актуальна и требует поиска обоснованных путей решения, разработка муниципальных программ, нацеленных на решение конкретных задач в области питьевого водоснабжения, во многом позволяет обеспечить успешное социально-экономическое развитие территории.

Тем не менее разработка стратегий развития городского водопровода невозможна без многолетнего и тщательного анализа его эксплуатации, который позволяет выявить основные уязвимые места системы водоснабжения, определить наиболее эффективные мероприятия по их ликвидации. Для решения данных проблем ООО «Тюмень Водоканал» разработан и согласован с Управлением Роспотребнадзора по Тюменской области план мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с установленными требованиями на 2017–2025 гг. План мероприятий по приведению качества питьевой воды в соответствие с установленными требованиями включен в состав инвестиционной программы на период 2017–2025 гг. (редакция от 20.11.2018 г.) и реализует решение не только сугубо технико-экономических проблем, но и основных гигиенических вопросов [13].

С целью создания безопасной системы водоподготовки и исключения образования высокотоксичных хлорорганических соединений на городских водозаборах внедрена преаммонизация и построена автоматизированная станция обеззараживания питьевой воды с получением хлора мембранным электролизом. В результате модернизации удалось добиться среднесуточной концентрации остаточного общего хлора в четко нормируемом диапазоне от 0,8 до 1,2 мг/л.

Рассматривая вопрос водоподготовки следует отметить, что несмотря на наличие огромного множества современных технологий городские станции водоподготовки сооружены по традиционным и стандартным схемам. Основным же недостатком таких станций является полное отсутствие кондиционирования вод по марганцу, кремнию, сероводороду и дегазации воды. Для решения проблемы деманганации исходной воды и снижения перманганатной окисляемости ввиду высокого фона органического загрязнения, связанного с естественными процессами в водоисточнике (р. Тура), на Метелевских ВОС успешно проведены испытания каталитической загрузки «Бризант-У», фракция 0,5–1,2 ММ, и активированного угля на речной воде, в связи с чем внедрение данных технологий на водозаборе является перспективным.

Кроме мероприятий по модернизации и внедрению новых технологий в рамках инвестиционной программы планируется перевод питьевого водоснабжения г. Тюмени на надежно защищенные от загрязнения подземные источники, а объем инвестиций мероприятий по повышению гарантированного качества и безопасности питьевой воды в областном центре, снижению рисков, обусловленных водным фактором, составляет более 22 млрд рублей. Реализация и эффективность проводи-

мых мероприятий находится на контроле Управления Роспотребнадзора по Тюменской области.

В заключение следует отметить, что вред здоровью в связи с водным фактором должен рассматриваться не только как индикатор здоровья конкретного индивидуума, но и как комплексный показатель, позволяющий определить социальные последствия наносимого обществу и отдельным группам населения вреда. Вопрос обеспечения населения России питьевой водой должен рассматриваться как один из факторов, гарантирующих национальную безопасность страны, и подразумевать консолидацию усилий всех органов власти. Именно такой подход позволит провести сравнительный анализ рисков в паре «польза–ущерб» и в соответствии с полученными результатами принять обоснованные управленческие решения, обеспечивающие повышение уровня безопасности и благополучия россиян [3, 4, 5, 9, 10, 12, 13].

Список литературы

1. Арутюнова И.Ю., Ягунков С.Ю. Исследование различных технологических режимов очистки воды, направленных на снижение содержания хлорорганических соединений в питьевой воде // Проекты развития инфраструктуры города: сб. науч. тр. ГУП «МосводоканалНИИпроект». – Вып. 8. – М.: Прима-пресс Экспо, 2008. – С. 57–68.

2. Васильева М.В., Натарова А.А., Мелихова Е.П. Гигиеническое значение питьевой воды в жизнедеятельности человека // Междунар. науч. ж-л «Символ науки». – 2016. – № 3. – С. 180–181.

3. Влияние фитопланктона на образование тригалогенметанов / А.И. Васильева, М.Р. Насырова, Л.И. Кантор [и др.] // Тез. докл. Междунар. конгресса «Вода. Экология. Технология». – М.: ЭКВАТЭК, 2008. – С. 32–35.

4. Дроздова Е.В., Сычик С.И., Бурая В.В. Современные аспекты регламентации безвредности питьевой воды по химическому составу // Материалы пленума НС им. А.Н. Сысина. – С. 123–125.

5. Козлов С.А. Редкие элементы в пресных подземных водах хозяйственно-питьевого назначения Дальневосточного региона // Тез. докл. Междунар. конгресса «Вода. Экология. Технология». – М.: ЭКВАТЭК, 2008. – С. 45–50.

6. Лапшин А.П., Игнатьева Л.П. Водоснабжение г. Тюмени: прошлое, настоящее, будущее // LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2017. – С. 68.

7. Лапшин А.П., Игнатьева Л.П. Особенности химического состава питьевой воды города Тюмени // Сибирский медицинский журнал. – 2014. – № 8. – С. 79–82.

8. Об утверждении Концессионного соглашения в отношении объектов централизованных систем холодного водоснабжения и водоотведения муниципального образования городской округ город Тюмень: Постановление Администрации г. Тюмени № 699-пк от 23 октября 2017 г. (в ред. от 28.10.2019 № 204-пк) [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/561589587 (дата обращения: 18.12.2019).

9. Продукты трансформации веществ в воде при обеззараживании сильными окислителями / А.Г. Малышева, Е.Г. Растянников, Н.Ю. Козлова [и др.] // Тез. докл. Междунар. конгресса «Вода. Экология. Технология». – М.: ЭКВАТЭК, 2008. – С. 117–123.

10. Саканская-Грицай Е.И. Проблемы и перспективы совершенствования водоподготовки // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2014. – № 3. – С. 88–95.

11. Сопоставление жесткости питьевой воды и заболеваемости населения по некоторым зонам водоснабжения г. Уфы / А.В. Жигалова, М.А. Малкова, В.А. Андреева [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – С. 554.

12. Сравнительный анализ санитарного состояния и стандарты качества питьевой воды на современном этапе развития Китая и России / Ф. Ванг, Я. Чен, Т. Хуанг [и др.] // Материалы пленума НС им. А.Н. Сысина. – С. 79–81.

13. Трифонова Т.А., Ширкин Л.А. Оценка и сравнительный анализ рисков для здоровья населения (на примере г. Владимир). – Владимир: ВООО ВОИ ПУ «Рост», 2010. – 80 с.

14. Lapshin A.P. Hydrochemical features and reasons of formation of quality of water of sources of economic and drinking water supply of Tyumen // Znanstvena Misel. – 2017. – № 4. – P. 57–62.

К вопросу экспертизы проектов зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения

П.А. Ганичев, И.О. Мясников

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены
и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
г. Санкт-Петербург, Россия

Выполнен анализ нормативно-правовых актов, определяющих гигиенические требования к разработке проектов зон санитарной охраны (далее ЗСО) подземных источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также литературных источников, посвященных проблемам их установления. Выявлены проблемы, возникающие при установлении зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения, и даны предложения по совершенствованию нормативно-правовых и методических документов.

Объектами исследования явились нормативно-правовые акты, устанавливающие требования к зонам санитарной охраны источников водоснабжения, проекты ЗСО и литературные источники. В работе применены методы санитарно-эпидемиологической экспертизы, оценки и обследования, а также метод системного и контент-анализа.

Ключевые слова: ЗСО подземных источников водоснабжения, качество воды водоносного горизонта, мероприятия по защите подземного источника водоснабжения, санитарная охрана подземных источников водоснабжения, санитарно-эпидемиологическая экспертиза.

Санитарное неблагополучие источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, наряду с природными гидрологическими и гидрогеологическими факторами, обусловлено несоблюдением требований к организации и эксплуатации зон санитарной охраны или их отсутствием, что, в свою очередь, не позволяет эффективно регулировать как действующую, так и перспективную антропогенную нагрузку на водные объекты. В нормативных документах по проектированию и уста-

новлению зон санитарной охраны имеется ряд пробелов, которые служат причиной низкого правового статуса водных объектов, используемых в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Обеспечение населения качественной, безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по химическому составу водой является одной из главных задач в сфере создания санитарно-эпидемиологического благополучия на территории Российской Федерации [5]. Охрана источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения от загрязнений направлена на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду [3]. Критериальными признаками степени надежности охраны источников водоснабжения являются: наличие зон санитарной охраны и соблюдение санитарного режима в зонах. В настоящее время для защиты от негативного антропогенного воздействия источников водоснабжения, водопроводных сооружений, а также территорий, на которых они расположены, разрабатываются и устанавливаются зоны санитарной охраны источников водоснабжения в соответствии с различными нормативными документами. Основные требования, которые предъявляются к организации и эксплуатации ЗСО, изложены в СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

Результаты. В ходе проведенного анализа нормативно-правовых документов и научной литературы были выявлены основные проблемы, на которые необходимо обратить внимание. Прежде всего, серьезным недостатком санитарных норм и правил о зонах санитарной охраны является отсутствие раздела с терминами и определениями, а также несоответствие терминологии, применяемой в действующем СанПиН и федеральном законе о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, Водном кодексе РФ и других нормативно-правовых актах [10, 11].

Следует обратить внимание на утвержденное президентом РФ поручение по вопросам санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения [19], согласно которому приоритетными задачами являются необходимость усиления режима охраны ЗСО, в том числе ограничение возможности использования земельных участков в их границах для жилищного и иного строительства; гармонизация норм, обеспечивающих охрану водоисточников. В поручении, что особенно важно, идет речь о «системе водоснабжения» и определяется необходимость защиты системы водоснабжения в целом: водосборных площадей объектов, водозаборных сооружений с учетом поясов, а также географических, экономических, экологических и других факторов, необходимость определения сроков и этапов установления зон ЗСО. Однако решение этой задачи в полной мере невозможно без приведения в соответствие терминологии, используемой в нормативно-правовых актах различного уровня. Прежде всего, необходимо уточнение таких терминов, как «централизованное водоснабжение» и «нецентрализованное водоснабжение», а также согласование документов различных ведомств в целях предупреждения в них противоречий и неправильного толкования правил. Решение данной задачи позволит защитить столь значимые ресурсы, как питьевая вода, от антропогенного влияния, обеспечить рациональное использование вод и их охрану [14, 17, 18, 25].

Значимым было бы уточнение того факта, что зона санитарной охраны – это зона с особыми условиями использования территории. Это бы лишний раз конкретизировало правовой статус ЗСО и сняло бы неопределенности в отображении ЗСО

в документах территориального планирования. Отсутствие этого уточнения в ряде документов является причиной того факта, что графическое описание местоположения границ зон, перечень координат характерных точек не передаются в Росреестр. Таким образом, земельные участки, включенные в границы ЗСО, не отражаются в государственном реестре недвижимости, нарушается их правовой статус и режим использования участков [15, 20, 24].

На сегодняшний день в санитарных нормах и правилах о зонах санитарной охраны источников питьевого водоснабжения отсутствует единый алгоритм, который определяет процедуру и порядок разработки и утверждения проектов ЗСО водных объектов. В результате в каждом субъекте Российской Федерации существует свой механизм организации и утверждения ЗСО [6, 13]. Необходимо внести уточнение, что проект ЗСО не разрабатывается при эксплуатации подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта для собственных (бытовых) нужд, при условии, что этот водоносный горизонт для пользователя не является источником централизованного водоснабжения. Необходимость этого уточнения обусловлена тем, что Водным кодексом Российской Федерации, Земельным кодексом Российской Федерации и законом № 52-ФЗ предусмотрено установление ЗСО только для источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения (защищенные от загрязнения и засорения поверхностные водные объекты и подземные водные объекты, пригодность которых для указанных целей определяется на основании санитарно-эпидемиологических заключений).

Разработкой проектов зон санитарной охраны занимаются различные организации, индивидуальные предприниматели и физические лица. Опыт экспертизы проектов ЗСО показывает, что зачастую проектировщик не имеет элементарных представлений о материале, с которым работает, а также не несет никакой ответственности за выполненный проект. В силу отмеченных причин необходимо внести поправки, которые предъявляют обязательные требования к организациям, которые занимаются проектированием ЗСО, а также определить их ответственность [2].

Отдельно необходимо остановиться на требованиях к составу проекта, к содержанию его текстовой части и картографическим материалам. В действующих санитарных правилах имеются требования к масштабам картографических материалов, представленных в проекте ЗСО, целесообразно отказаться от этого в связи с тем, что новые требования к системе координат, точности определения координат характерных точек границ ЗСО, как зоны с особыми условиями территории, содержатся в документах Росреестра [4, 7, 21].

В основе проектирования зон санитарной охраны подземных водозаборов лежат гидродинамические расчеты, суть которых сводится к оценке расстояния, на которое необходимо удалить источник потенциального загрязнения от водозаборной скважины, чтобы возможный поллютант с поверхности земли не достиг водозабора и не изменил качество потребляемой воды за время эксплуатации источника водоснабжения [8, 22]. Однако в настоящее время рекомендации по расчету 2-го и 3-го поясов ЗСО [23], которые были разработаны более 30 лет назад, устарели и содержат значительное количество ошибок и опечаток. Также данное руководство не устанавливает минимальный перечень основных параметров (расход скважины; мощность водоносного горизонта; коэффициент фильтрации; уклон потока и его направление; активная пористость и др.), которые используются при расчете ЗСО.

Большинство расчетов ведутся ручным способом на бумажных носителях, в связи с этим возникают погрешности при определении границ, и в результате чего значительные по площади территории необоснованно изымаются из оборота [1, 9, 16]. Необходимо пересмотреть рекомендации по гидрогеологическим расчетам границ ЗСО и рекомендовать выполнять расчеты на современных программных комплексах, например таких, как MODFLOW, FEFLOW, ANSDIMAT (модуль AmWELLS) и др., которые должны иметь положительное экспертное заключение государственного научно-исследовательского института Роспотребнадзора или иной уполномоченной организации.

При определении границ отдельных поясов ЗСО необходимо проводить оценку защищенности водоносного горизонта. Согласно санитарным правилам, в качестве критерия защищенности подземных вод принимается наличие сплошной водоупорной кровли, исключающей возможность местного питания в пределах зон санитарной охраны. Согласно этому критерию, подземные воды подразделяются на защищенные и недостаточно защищенные. В зависимости от наличия сплошной водоупорной кровли водоносного горизонта определяется радиус 1-го пояса ЗСО – 30 или 50 м, а также время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод, использующееся при расчете радиуса 2-го пояса ЗСО. Однако четких критериев разграничения подземных вод по степени защищенности нет в действующих правилах [12]. Существует качественная (балльная) методика оценки защищенности грунтовых вод, разработанная В.М. Гольдбергом. Смысл методики заключается в определении категории защищенности грунтовых вод по сумме баллов, зависящих от условий залегания грунтовых вод, мощностей слабопроницаемых отложений и их литологического состава. По сумме баллов выделяют шесть категорий защищенности грунтовых вод. Наименьшей защищенностью характеризуются условия, соответствующие категории I, наибольшей – категории VI. Однако количественных методик определения защищенности водоносного горизонта не существует.

Выводы. В настоящее время в Российской Федерации отсутствует регламент, устанавливающий требования к выполнению проекта ЗСО источников питьевого водоснабжения. Постановление Правительства о разработке проектов ЗСО и их установлении будет, безусловно, важным этапом в решении описанных в литературе и настоящей работе проблем. Вместе с тем необходимо рассмотреть вопрос о подготовке руководства или методических указаний по проектированию и экспертизе проектов ЗСО подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Список литературы

1. Алексеев В.С., Швец В.М. Формирование требований к качеству подземных вод для питьевого водоснабжения. Известия высших учебных заведений // Геология и разведка. – 2013. – № 2. – С. 49–54.

2. Барков А.Н., Карташова К.С., Звягинцева Т.В. Актуальные проблемы организации зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения // Энергетическая безопасность: сб. науч. статей II Междунар. молодежного конгресса. – Курск, 2017. – С. 228–231.

3. Волков Г.А. Нормативы зон санитарной охраны источников водоснабжения как важнейшее звено эколого-правового механизма // Экологическое право. – 2014. – № 5. – С. 32–38.

4. Гладун Е.Ф., Мадьярова Е.П. Актуальные вопросы установления границ зон санитарной охраны (ЗСО) источников подземного водоснабжения // Актуальные вопросы юриспруденции и экономики: материалы межвуз. науч.-практ. конф. АНОО ВО «Уральский финансово-юридический институт». – 2017. – С. 36–43.

5. Горяев Д.В., Тихонова И.В., Торотенкова Н.Н. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 3. – С. 35–43. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.04

6. Григорьев Р.В., Оль Е.М. Правовой режим зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения // Теория, методика и практика: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 260–266.

7. Зоны санитарной охраны водоисточников / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин [и др.] // Экология производства. – 2016. – № 5. – С. 36–40.

8. Ломтев А.Ю. Актуальные вопросы при санитарно-эпидемиологической экспертизе материалов по питьевому водоснабжению // Чистая вода – здоровый город. Гигиенические проблемы питьевого водоснабжения Северо-Запада: материалы науч.-практ. конф. – СПб., 2016. – С. 11–14.

9. Лопатин С.А., Редько А.А., Терентьев В.И. Особенности установления зон санитарной охраны водоисточника // Гигиена и санитария. – 2014. – № 3. – С. 16–20.

10. Метелица Н.Д., Ганичев П.А. Литературный обзор научно-исследовательских работ и публикаций специалистов отдела анализа рисков здоровью населения Северо-Западного научного центра гигиены и общественного здоровья // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2019. – Т. 1. – С. 319–333.

11. Метелица Н.Д., Ганичев П.А., Носков С.Н. Управление качеством питьевой воды. Краткий литературный обзор // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2019. – Т. 1. – С. 307–319.

12. Нахапетян А.К. О гидрогеологическом обосновании защищенности подземных вод применительно к расчетам зон санитарной охраны водозаборов подземных вод // Разведка и охрана недр. – 2014. – № 5. – С. 39–40.

13. Новые методические подходы в проектировании зон санитарной охраны водоисточников / К.Б. Фридман, В.Л. Романцова, Г.И. Воронюк [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 115–116.

14. О значении терминов и определений в атрибутировании сферы действия санитарных правил и норм о зонах санитарной охраны подземных источников питьевого водоснабжения / Г.Б. Еремин, А.Ю. Ломтев, Н.А. Мозжухина [и др.] // Чистая вода – здоровый город. Гигиенические проблемы питьевого водоснабжения Северо-Запада: материалы науч.-практ. конф. – СПб., 2016. – С. 11–14.

15. О практике применения санитарных правил и норм о гигиенических требованиях к источникам нецентрализованного водоснабжения / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин [и др.] // Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека: сб. материалов междунар. форума науч. совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. – М., 2016. – Т. 1. – С. 277–279.

16. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия при использовании источников минеральных вод / А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин, Н.А. Мозжухина [и др.] // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2016. – Т. 11, № 2. – С. 484–486.

17. Особенности организационно-правового регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения в государствах-членах ЕврАзЭС на современном этапе / Г.Б. Еремин, И.Ш. Якубова, В.Г. Маймулов [и др.]. – Депонированная рукопись № 540-В2011, 2011.

18. Особенности регулирования гигиенической и экологической безопасности населения в государствах-членах ЕврАзЭС на современном этапе / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин [и др.]. – Депонированная рукопись № 295-В2012, 2012.

19. Перечень поручений по вопросам санитарной охраны источников водоснабжения [Электронный ресурс] / утв. Президентом РФ 13.02.2020 № Пр-244 // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_345460/ (дата обращения: 06.03.2020).

20. Порохина М.Ю., Рудакова Л.В. Анализ нормативно-технической документации по организации зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения // Химия. Экология. Урбанистика. – 2018. – № 1. – С. 117–121.

21. Применение географических информационных систем для совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора и социально-гигиенического мониторинга / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, С.А. Горбанев [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 7. – С. 620–622.

22. Проблемы проектирования и санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения / С.А. Горбанев, А.М. Никуленков, Г.Б. Еремин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 12. – С. 1152–1156.

23. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. – М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1983. – 103 с.

24. Современные проблемы применения законодательства о зонах санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения в Российской Федерации / А.Ю. Ломтев, А.О. Карелин, Г.Б. Еремин [и др.] // Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека: сб. материалов междунар. форума науч. совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. – М., 2016. – Т. 2. – С. 18–22.

25. Современные проблемы применения санитарных правил и норм организации зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения / Г.Б. Еремин, Е.А. Бадаева, С.Н. Носков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 12. – С. 1157–1161.

Методические и критериальные аспекты исследований по определению токсичных элементов и химических соединений в биосредах

Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Т.Д. Карнажицкая, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова

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

Одним из современных и достоверных методов, рекомендованных ВОЗ, является прямое определение токсичных элементов, химических соединений или их метаболитов в биосредах человека. Представлены характеристики методик выполнения измерений токсичных химических элементов, органических соединений и их метаболитов в биологических средах (кровь, моча), а также методические подходы, использованные при разработке методик анализа на базе лабораторий химико-аналитического отдела ФБУН с использованием современного химико-аналитического оборудования. Разработанные методики позволяют с высокой селективностью и чувствительностью определять целевые аналиты в биосредах и применяются в многолетних биомониторинговых исследованиях населения, проживающего в зонах воздействия предприятий нефтеперерабатывающей промышленности, органического синтеза, лакокрасочных предприятий, автотранспорта, металлургических производств, предприятий теплоэнергетики, целлюлозно-бумажной промышленности и т.д. Рассмотренные методики по определению химических соединений и элементов в биологических средах могут быть использованы для оценки риска воздействия хозяйствующих субъектов на здоровье населения, проживающего в зонах экспозиции, в доказательной медицине, для оценки достоверности и достаточности проведения природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: биомониторинговые исследования, капиллярная газовая хроматография, высокоэффективная жидкостная хроматография, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой.

Актуальной проблемой в современных гигиенических исследованиях по оценке рисков здоровью населения является оценка негативного воздействия хозяйствующих субъектов на здоровье населения. Одним из современных и достоверных методов, рекомендованных ВОЗ, является прямое определение токсичных элементов, химических соединений или их метаболитов в биосредах человека [6, 17].

Разработкой достоверных, высокочувствительных и селективных методик, отвечающих современным требованиям с использованием высокоточных аналитических приборов и вспомогательного оборудования для извлечения и концентрирования целевых соединений и элементов, занимаются специалисты химико-аналитического отдела ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Методики разрабатываются на основе методов капиллярной газовой хроматографии (КГХ) с использованием специфических детекторов – детектора ионизации в пламени (ДИП), фотоиониза-

ционного детектора (ФИД), универсального масс-спектрометрического детектора (МСД) и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с применением детектора с диодной матрицей (ДМД), флуориметрического детектора (ФЛД), позволяющих высокоселективно определять целевые аналиты. Для определения токсичных элементов используется метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) [1, 2, 8, 11].

В период с 1999 г. сотрудниками Центра разработаны и утверждены в Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в статусе МУК 40 методических указаний.

Для оценки воздействия ароматических углеводородов, в том числе содержащихся в выбросах нефтеперерабатывающей промышленности, предприятий органического синтеза, лакокрасочных предприятий используется методика определения ароматических углеводородов (бензол, толуол, о-, м-, п-ксилолы, этилбензол) в крови МУК 4.1.765-99. Методика основана на предварительном извлечении ароматических углеводородов из биологического материала методом анализа равновесной паровой фазы и определением на капиллярной колонке HP-FFAP 50·0,32·0,5, с детектором ионизации в пламени. Диапазон определяемых концентраций: бензол – 0,005–0,5 мг/дм³, толуол – 0,050–1,0 мг/дм³, этилбензол – 0,005–0,1 мг/дм³, п-, м-ксилол – 0,050–1,7 мг/дм³, о-ксилол – 0,050–1,7 мг/дм³ [9, 13].

При обследовании населения, проживающего на территориях сельских поселений, ароматические углеводороды в крови не определяются, на промышленных территориях обнаруженные концентрации составляют 0,0004–0,011 мг/дм^3.

Определение фенола в биосредах (кровь) в соответствии с МУК 4.1.2108–06 основано на предварительной дериватизации в метилфениловый эфир в щелочной среде йодистым метилом, концентрировании продукта дериватизации, экстракции диэтиловым эфиром и последующем газохроматографическом анализе с использованием капиллярной колонки HP-1 30·0,32, с детектором ионизации в пламени. Исследования рекомендуется выполнять на территориях с высокоразвитой химической, нефтеперерабатывающей промышленностью, в зоне влияния предприятий целлюлозно-бумажной промышленности. Диапазон определяемых концентраций составляет 0,04–0,50 мг/дм^3 [7].

Определение алифатических спиртов – метилового, этилового, изопропилового, пропилового, изобутилового, бутилового в крови МУК 4.1.763- 4.1.779-99 востребовано в зонах воздействия химических предприятий. Определение основано на анализе равновесной паровой фазы в герметичном объеме методом газовой хроматографии с детектором ионизации в пламени [9].

Для достоверной оценки влияния некачественной питьевой воды, обработанной хлорсодержащими агентами, целесообразно определение хлороформа, 1,2-дихлорэтана, тетрахлорметана, хлорбензола в крови в соответствии с МУК 4.1.2115-06. Определение основано на газохроматографическом анализе равновесной паровой фазы с использованием специфического к галогенсодержащим соединениям детектора электронного захвата (ДЭЗ) [7].

Для оценки воздействия формальдегида на состояние здоровья населения, поступающего в атмосферный воздух с выбросами автотранспорта, предприятий теплоэнергетики, деревообработки, нефтехимии и других отраслей промышленности, используется методика определения формальдегида и ряда других пре-

дельных альдегидов (ацетальдегид, масляный, пропионовый альдегиды) в крови и моче методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (МУК 4.1. 2111–06; МУК 4.1. 2110–06) [7].

Определение основано на предварительном переводе альдегидов в производные при взаимодействии с 2,4-динитрофенилгидразином, извлечении продуктов дериватизации из биологического материала экстракцией гексаном и анализе методом ВЭЖХ с использованием спектрофотометрического детектора. Диапазон измеряемых концентраций в крови и моче 0,001–0,1 мг/дм^3. Анализ биологических сред населения, проживающего на территориях промышленных городов, показывает достоверно более высокое содержание формальдегида в крови и моче в 2–10 раз по сравнению с сельским населением.

Определение акролеина в биосредах (кровь, моча) позволяет оценить аэрогенное воздействие токсиканта, поступающего в воздух с выбросами металлургических производств, автотранспорта, предприятий органического синтеза. Измерение высоколетучего акролеина в крови и моче основано на его переводе в нелетучее производное при взаимодействии акролеина с 3-аминофенолом с образованием 7-гидроксихинолина, анализ которого проводится методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием на обращенофазной колонке C_{18}. (МУК 4.1.3158–14, МУК 4.1.3232–14). Диапазон измеряемых концентраций в крови 0,1–5,0 мг/дм^3, моче – 0,04–2,0 мг/дм^3 [10].

Исследование содержания свободного акролеина в биосредах населения показало, что в крови акролеин определяется в диапазоне концентраций 0,10–2,92 мг/дм^3, в моче – 0,04–0,47 мг/дм^3. В ходе экспериментальных исследований установлен реперный уровень содержания акролеина в крови для детского населения – 0,10 мг/дм^3, который может быть использован в качестве критерия безопасности техногенного воздействия акролеина при формировании доказательной базы, оценке рисков здоровью населения.

Для изучения потенциального воздействия бенз(а)пирена, поступающего в организм аэрогенным путем и с продуктами питания, используется методика определения массовой концентрации бенз(а)пирена в крови и моче методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием (МУК 4.1.3040-12, МУК 4.1.3041-12). Извлечение бенз(а)пирена из крови основано на диффузионной твердофазной экстракции ацетонитрилом в присутствии солей для высаливания, очистке экстракта на сорбенте С18, из мочи – методом твердофазной экстракции с применением полимерного сорбента Oasis HLB и метиленхлорида в качестве экстрагента. Диапазон измеряемых концентраций бенз(а)пирена в крови составляет 0,02–2,0 мкг/дм^3, в моче – 0,01–4,0 мкг/дм^3 [13].

Анализ бенз(а)пирена в крови детского и взрослого населения, проживающего в условиях техногенной нагрузки (*сжигание угля, производство кокса, сжигание древесины, лесные пожары, выбросы автотранспорта, сжигание нефти и газа*), показал его присутствие в 5–10 % проб на уровне нижнего предела определения (от 0,02 до 0,025 мкг/дм^3) при его отсутствии в биосредах населения, проживающего в сельской местности. Аналогичные результаты получены при определении бенз(а)пирена в моче.

Для изучения внешнего воздействия фталатов, входящих в состав пластиковых материалов, на состояние здоровья населения используется методика анализа метаболитов фталатов (монометилфталата, моноэтилфталата, монобутилфталата,

монобензилфталата, моно-2-этилгексилфталата) в моче методом хромато-масс-спектрометрии (СТО М 23-2016) [3]. Определение основано на переводе фталатов, присутствующих в моче, из связанного в свободное состояние способом ферментативного гидролиза, извлечении из пробы твердофазной экстракцией и анализе экстракта методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / масс-спектрометрии с ионизацией электроспреем и идентификацией компонентов в режиме контроля селективных реакций. Диапазон измеряемых концентраций монофталатов в моче от 0,0002 до 2,0 мг/дм^3.

Анализ монофталатов в моче показал присутствие первичных метаболитов пяти фталатов в 14–94 % проб в широком диапазоне концентраций 0,00035–0,472 мг/дм^3.

В качестве критериев оценки содержания химических соединений в биологических средах используются региональные фоновые уровни, разработанные для территории, на которой проводятся исследования биосред. Региональный фоновый уровень содержания химического соединения или элемента в биологическом субстрате – концентрация химического соединения или элемента в биологических средах населения, проживающего в конкретных природно-географических условиях вне зон техногенных загрязнений.

Особую актуальность при проведении исследований биосред имеет определение токсичных элементов. Для определения токсичных элементов (хром, марганец, никель, мышьяк, стронций, кадмий, таллий, свинец) в крови использовался метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) в соответствии с МУК 4.1.3230-14 [10]. Метод ИСП-МС рекомендован ВОЗ как наиболее перспективный, характеризующийся возможностью многоэлементного определения из одной пробы, низким пределом определения, широким динамическим диапазоном определяемых концентраций, низким расходом анализируемых проб, высокой производительностью [8, 12].

Результаты исследований по определению токсичных элементов в крови детского населения сельских и промышленных территорий Пермского края (ПК) приведены в таблице.

Содержание токсичных элементов в крови детского населения сельских и промышленных территорий Пермского края, мкг/дм^3

Элемент	Сельские районы ПК, АМ, 3–7 лет, *n* = 100	Кунгур, АМ, 7–17 лет, *n* = 175	Пермь, школа № 332, АМ, 7–17 лет, *n* = 183	Пермь, школа № 9, АМ, 7–17 лет, *n* = 165	Пермь, кадетский корпус, АМ, 7–17 лет, *n* = 226	Фоновые уровни ПК, АМ, 3–7 лет, *n* = 190	Канада, АМ, 6–11 лет, *n* = 900	Референтные уровни, N. Tietz
^{53}Cr	6,41	5,34	2,17	4,21	6,24	2,7	–	0,7–28
^{55}Mn	13,73	11,0	14	12	14	13	10,28	4,2–16,5
^{60}Ni	5,86	8,04	4,15	3,09	6,12	2,25	0,86	1,0–28
^{75}As	0,34		1,1	0,5	–	0,2	0,85	2,0–23
^{88}Sr	33,54	97,7	49,54	39,65	33,43	22	–	н.д.
^{111}Cd	0,39		0,4	0,27	–	0,14	0,11	0–5
^{205}Tl	0,04	–	–	–	–	–	–	<5
^{208}Pb	23,65	20,1	16,76	13,12	34,32	14,4	10,2	0–99

Анализы образцов крови представляли в виде средних арифметических (АМ). Интерпретацию результатов биомониторинга проводили путем сопоставления содержания элементов в биосредах обследованных групп с региональными фоновыми уровнями для детей Пермского края [5], Канады [14] и данными руководства Н. Тица по клиническим и лабораторным тестам [15].

Мышьяк. Общее содержание мышьяка в крови детей в Европе составляет 0,5–1 мкг/л, очевидных различий между детьми и взрослыми не наблюдается. В наших исследованиях АМ составляет 0,34 мкг/л для детей сельских поселений и 0,5–1,1 мкг/л для городских школьников. Фоновые уровни составляют 0,2 мкг/л, что в 4 раза ниже для популяции детей Канады.

Кадмий. Референтные значения для кадмия в крови, полученные в немецких исследованиях, составляют <0,3 мкг/л для детей [16]. В популяции детского населения сельских и городских поселений ПК содержание кадмия составляет 0,3–0,4 мкг/л, что ниже региональных фоновых и референтных концентраций по Н. Тицу. Вместе с тем при сравнении с популяцией Канады они превышены в 3,5 раза.

Таллий. Содержание таллия в крови неэкспонированного детского населения составляет 0,04 мкг/л, что значительно ниже референтных концентраций по Н. Тицу (<5 мкг/л).

Свинец. Допустимое содержание свинца в крови 100 мкг/л, установленное ранее для детей в возрасте < 12 лет, было отменено в 2010 г. В заключении ВОЗ [17] указано, что не существует «безопасного» уровня экспозиции к свинцу, особенно у детей. Даже низкие уровни экспозиции к свинцу оказывают негативное воздействие на здоровье, а нижний порог пока не выявлен. В группе детей Канады (6–11 лет) содержание свинца составляет 10,2 мкг/л (АМ), что ниже региональных фоновых уровней для детей Пермского края. Содержание свинца в крови детей сельских и городских территорий ПК находится в диапазоне от 13 до 34 мкг/л.

Содержание никеля и хрома, как потенциальных канцерогенов, в группах наблюдения превышает региональные фоновые уровни.

Поскольку на территориях Пермского края превышено содержание марганца и стронция в питьевой воде, содержание этих элементов в крови детей также было определено. Уровни марганца находятся на уровне фоновых региональных, а стронций превышен в 1,5–4,5 раза.

Рассмотренные методики по определению химических соединений и элементов в биологических средах рекомендуется использовать при проведении биомониторинговых исследований, для оценки риска воздействия хозяйствующих субъектов на здоровье населения, проживающего в зонах экспозиции, в доказательной медицине, для оценки достоверности и достаточности проведения природоохранных мероприятий.

Список литературы

1. Аналитическая хроматография / К.И. Сакодынский, В.В. Бражников, С.А. Волков [и др.]. – М.: Химия, 1993. – 464 с.

2. Гольберт К.А., Вигдергауз М.С. Введение в газовую хроматографию. – 3-е изд. – М.: Химия, 1990. – 352 с.

3. Измерение массовых концентраций монофталатов (монометилфталата, моноэтилфталата, монобутилфталата, монобензилфталата, моно-2-этилгексилфталата) в моче методом хромато-масс-спектрометрии. – СТО М 23-2016.

4. Измерение массовых концентраций химических соединений и элементов в биологических средах: сборник метод. указаний по методам контроля. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. – 46 с.

5. Методические особенности определения химических соединений и элементов в биологических средах / Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Т.Д. Карнажицкая [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 112–116.

6. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Уланова Т.С. Контроль содержания химических соединений и элементов в биологических средах. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 520 с.

7. Определение вредных веществ в биологических средах: сборник метод. указаний. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 183 с.

8. Определение микроэлементов в биологических жидкостях / Н.Б. Иваненко, А.А. Ганеев, Н.Д. Соловьев [и др.] // Журнал аналитической химии. – 2011. – № 66 (9). – С. 900–915.

9. Определение химических соединений в биологических средах: сборник метод. указаний. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. – 152 с.

10. Определение химических соединений и элементов в биологических средах: сборник метод. указаний. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 168 с.

11. Сычев К.С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии. – М.: Техносфера, 2010. – 270 с.

12. Федоров В.И. К проблеме определения микроэлементов в сыворотке крови человека // Аналитика и контроль. – 2005. – Т. 9, № 4. – С. 358–366.

13. Хахенберг Х., Шмидт А. Газохроматографический анализ равновесной паровой фазы. – М.: Мир, 1979. – 160 с.

14. Report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada [Электронный ресурс] // Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 1 (2007–2009; 2010). – URL: http://www.hc-sc.gc.ca/ewhsemt/pubs/contaminants/chms-ecms/index-eng.php (дата обращения: 03.04.2020).

15. Tietz clinical guide to laboratory tests. – USA: W.B. Saunders Compani, 2006. – 1856 p.

16. Update of the reference and HBM values derived by the German Human Biomonitoring Commission / C. Schulz, M. Wilhelm, U. Heudorf [et al.] // Int J Hyg Environ Health. – 2011. – Vol. 215, № 1. – P. 26–35. DOI: 10.1016/j.ijheh.2011.06.007

17. WHO. Human biomonitoring: facts and figures // WHO European Regional Office, Copenhagen, Denmark, 2015. – 104 p.

Проблемы проведения экспертизы проекта решения об установлении приаэродромной территории

И.В. Май, Д.Н. Кошурников, Э.В. Седусова

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

С вступлением в силу ряда Федеральных законов (ФЗ-135 от 01.07.2017 г.) и Постановлений Правительства РФ (№ 1460 от 02.12.2017 г., № 635 от 31.05.2018 г.) у аэропортов и аэродромов возникла обязанность разработки проекта решения об установлении приаэродромной территории.

Разработка проекта решения об установлении приаэродромной территории затрагивает ряд вопросов земельного, технического, природоохранного и санитарного законодательств, что требует соответствующей компетенции контролирующих органов, в том числе и органов Роспотребнадзора.

В частности, в рамках функционирования аккредитованных органов инспекции при проведении санитарно-эпидемиологических экспертиз проектов решений об установлении приаэродромных территорий возникает ряд методических вопросов, решение которых требуется для беспрепятственного проведения экспертизы проектных материалов.

Несомненно, особое внимание требуется уделить факторам химического, шумового и ЭМИ воздействия. В частности, авиационный шум является превалирующим фактором при установлении не только седьмой подзоны в отдельности, но и всей приаэродромной территории в целом.

Однако экспертизы последних лет показывают, что ряд ключевых нормативно-методических документов (СП 2.1.8.3565-19, МР 2.1.10.0059-12), на соответствие которым в первую очередь должны быть подготовлены экспертные заключения, не применяются и остаются за рамками правового поля при установлении приаэродромной территории аэропортов и аэродромов.

Использование приведенных документов в своей работе позволит обеспечить приемлемый риск здоровью населения, проживающего в зоне влияния аэропортов и аэродромов, а также задекларировать (при необходимости), в том числе в рамках экспертизы, природоохранные мероприятия по защите населения от повышенного авиационного шума при установлении приаэродромных территорий.

Ключевые слова: приаэродромная территория, авиационный шум, санитарно-эпидемиологическая экспертиза, оценка риска от шума.

Введение Федерального закона (ФЗ-135 от 01.07.2017 г.) и Постановлений Правительства РФ (№ 1460 от 02.12.2017 г., № 635 от 31.05.2018 г.) [5–7] окончательно закрепило основные требования к установлению приаэродромных территорий (ПТ) аэропортов гражданской авиации, аэродромов государственной и экспериментальной авиации. Установление приаэродромной территории осуществляется на основании подготовки проектной документации «Проект решения об установлении приаэродромной территории» (далее – проект решения), включающей границы семи подзон, устанавливаемых по различным критериям. Разработка проекта решения регламентируется Постановлением Правительства РФ № 1460 от 02.12.2017 г. [7]

и затрагивает ряд вопросов земельного, технического, природоохранного и санитарного законодательств, что требует соответствующей компетенции контролирующих органов при рассмотрении данного документа, накладывающего значительные ограничения на территории, прилегающие к аэропортам и аэродромам [8].

Уполномоченным органом по установлению приаэродромной территории является Росавиация на основании санитарно-эпидемиологического заключения Роспотребнадзора, выданного в свою очередь на основании экспертного заключения аккредитованного Органа инспекции на проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы. Отсутствие методических документов по проведению экспертизы проекта решения имеет следствием разночтения при подготовке экспертных заключений и, соответственно, при принятии дальнейших решений по приаэродромным территориям [2, 3].

Разработка проекта решения об установлении приаэродромной территории предписывается Федеральными законами и постановлениями Правительства, однако экспертиза разработанных проектных материалов вызывает трудности, формируя три группы проблем: общие, проблемы при рассмотрении первых шести подзон и собственно проблемы при экспертизе седьмой подзоны приаэродромной территории.

Общие проблемы, возникающие при рассмотрении проекта решения об установлении приаэродромной территории. Разработанная проектная документация в виде «Проекта решения об установлении приаэродромной территории» поступает на санитарно-эпидемиологическую экспертизу в органы Роспотребнадзора, а именно во ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» или любую другую организацию, аккредитованную в качестве Органа инспекции [1].

Руководствуясь административным регламентом ФС Роспотребнадзора, эксперт должен сопоставить предоставляемую проектную документацию с перечнем и наименованием проектной документации, на которую может осуществляться выдача экспертного заключения, а впоследствии и санитарно-эпидемиологического заключения. Однако не всегда проектная документация «Проекта решения об установлении приаэродромной территории» включена в перечень документов для проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы Органа инспекции.

На этапе проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы должен быть установлен перечень нормативно-методических документов (НМД), на соответствие которым должна быть проведена экспертиза предоставленных документов. Кроме того, установленный перечень НМД должен содержаться в области аккредитации Органа инспекции, что подтверждает легитимность проведения экспертизы и компетентность организации-исполнителя.

В частности, Федеральным законом ФЗ-135 от 01.07.2017 г. и Постановлением Правительства РФ от 02.12.2017 г. № 1460 предписано проведение работ по оценке риска здоровью населения по шумовому фактору как превалирующему при установлении как седьмой подзоны в частности, так и приаэродромной территории в целом. Проведение работ по оценке риска возможно только по утвержденной в Российской Федерации методике МР 2.1.10.0059-12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума» [4]. Однако на сегодняшний день фиксируются факты прохождения санитарно-эпидемиологической экспертизы без проведения данных работ, что вызывает вопросы к проведенной оценке и является причиной для отказа в выдаче положительного санитарно-эпидемиологического

заключения органами Роспотребнадзора на «Проект решения об установлении приаэродромной территории».

Кроме того, оценка ожидаемых эффектов со стороны здоровья у населения, проживающего вблизи аэропортов и аэродромов, может быть проведена путем проведения оценки риска здоровью населения по химическому фактору и ЭМИ-воздействию, информация о которых зачастую отсутствует в разработанных проектах решений об установлении приаэродромных территорий.

Проблемы, возникающие при рассмотрении первой – шестой подзон приаэродромной территории. Разработка решения об установлении приаэродромной территории требует рассмотрения ряда вопросов технического, земельного, санитарного и природоохранного законодательств, что требует соответствующей компетенции контролирующих органов при их экспертизе.

В частности, в рамках функционирования аккредитованных органов инспекции при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы возникает ряд вопросов, связанных с оценкой:

– размещения объектов, не предназначенных для организации и обслуживания воздушного движения (*первая подзона*);

– размещения объектов, не относящихся к инфраструктуре аэропорта (аэродрома) (*вторая подзона*);

– ограничения высотности размещаемых объектов (*третья подзона*);

– размещения объектов ЭМИ, создающих помехи при эксплуатации аэропорта (аэродрома) (*четвертая подзона*);

– размещения опасных производственных объектов (*пятая подзона*);

– размещения объектов, способствующих привлечению и массовому скоплению птиц (*шестая подзона*).

Таким образом, при проведении экспертизы проекта решения об установлении приаэродромной территории не установлен порядок рассмотрения вышеперечисленных подзон. Неясно, следует отразить информацию о данных подзонах в виде описательной части в составе экспертного заключения или необходимо проведение полной оценки соответствия / несоответствия установленным санитарным нормам.

Основные проблемы, возникающие при рассмотрении седьмой подзоны приаэродромной территории. Седьмая подзона – ключевой параметр при установлении приаэродромной территории. Главным фактором в данном вопросе является авиационный шум – компетенция органов Роспотребнадзора. Однако при рассмотрении седьмой подзоны есть немало вопросов, а именно:

– рассмотрение проекта решения требует и соответствующей компетенции аккредитованных органов. В области аккредитации данных организаций должны содержаться как СП 2.1.8.3565-19, так и МР 2.1.10.0059-12 [4, 9];

– на сегодняшний день на территории РФ имеется очень ограниченный перечень НМД по оценке акустической экспозиции в рамках установления ПТ по критерию авиационного шума, что не позволяет использовать первые попавшиеся программные средства и методики, не прошедшие утверждение уполномоченными органами. Использование проектными организациями программных средств, реализующих нормативные документы зарубежных стран (например программа INM), ставит под сомнение полученные результаты. Использование полученных с помощью данных программ уровней экспозиции имеет следствием необоснованный

(не подтверждаемый натурными исследованиями) вывод из землепользования значительных территорий;

– расчетные уровни шумовой экспозиции зачастую имеют заниженные уровни, связанные с установлением экспозиции по фактору «Авиационный шум» только лишь от наземных источников (стационарные ИШ, автотранспорт, опробование двигателей), что кардинально не влияет на размер и границы ПТ. Основным параметром установления седьмой подзоны являются существующие маршруты взлета и захода на посадку, что зачастую сопряжено со значительными территориями жилой застройки.

Таким образом, задача установления приаэродромной территории аэропортов и аэродромов в качестве ЗОУИТ является логичной и соответствующей современным требованиям по обеспечению безопасности населения в целом и санитарно-эпидемиологического благополучия в частности.

В сложившихся условиях актуальной становится разработка методических подходов, разъясняющих порядок рассмотрения и экспертизы проектных материалов «Проект решения об установлении приаэродромной территории», включая ведомственную принадлежность при рассмотрении отдельных частей (подзон) проекта решения. Методически обоснованные, единые подходы к проведению санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов решений об установлении приаэродромных территорий позволят обеспечить приемлемый риск здоровью населения, проживающего в зоне влияния аэропортов и аэродромов, а также задекларировать (при необходимости), в том числе в рамках экспертизы, санитарно-гигиенические мероприятия по защите населения от повышенного авиационного шума.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17020-2012. Оценка соответствия. Требования к работе различных типов органов инспекции [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-17020-2012 (дата обращения: 20.04.2020).

2. Картышев О.А., Пинигин М.А. Современные проблемы установления и использования седьмой подзоны приаэродромной территории // Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения: материалы III Междунар. форума Науч. совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. – М., 2018. – С. 165–170.

3. Клейн С.В., Кошурников Д.Н. Оценка шумовой экспозиции и связанного с ней риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния аэропорта // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3–6. – С. 1806–1812.

4. МР 2.1.10.0059-12 Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума: метод. рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 48 с.

5. О внесении изменений в Правила установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон: Постановление Правительства РФ от 31.05.2018 № 635 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/557587942 (дата обращения: 18.04.2020).

6. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования порядка установления и использования приаэродромной территории и санитарно-защитной зоны (последняя редакция): Федеральный закон от 01.07.2017 № 135-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_219019/ (дата обращения: 18.04.2020).

7. Об утверждении Правил установления приаэродромной территории, Правил выделения на приаэродромной территории подзон и Правил разрешения разногласий, возникающих между высшими исполнительными органами государственной власти субъектов Российской Федерации и уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти при согласовании проекта решения об установлении приаэродромной территории: Постановление Правительства РФ от 02.12.2017 № 1460 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_284306/ (дата обращения: 18.04.2020).

8. Приаэродромные территории и санитарно-защитные зоны аэродромов [Электронный ресурс] // Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация). – URL: https://m.favt.ru/dejatelnost-ajeroporty-i-ajerodromy-priaerodromnie-territorii/?id=3866 (дата обращения: 18.04.2020).

9. СП 2.1.8.3565-19. Отдельные санитарно-эпидемиологические требования при оценке непостоянного шума от пролетов воздушных судов [Электронный ресурс] / утв. Постановлением главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 22 октября 2019 г. № 15 // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/563583202 (дата обращения: 20.04.2020).

Раздел II

Международная встреча по окружающей среде и здоровью RISE–2020

Инсульт и загрязнение воздуха как общемировая проблема здравоохранения

М. Гироу[1], Ж. Райс[2]

[1]Больница университета Дижона, г. Дижон, Франция,
[2]Университет Страсбурга, г. Страсбург, Франция

Как и инфаркт миокарда, инсульт теперь ассоциируется с загрязнением воздуха.

На основании собранных данных и литературных источников сделан вывод о наличии взаимосвязи между инсультом и загрязнением воздуха. Также осуществлена попытка понять природу биологических механизмов, объясняющих экспозицию загрязнителями воздуха и риском инсульта.

Между загрязнением воздуха и инсультом существует сильная взаимосвязь, подтвержденная доказательствами. Наиболее токсичными из загрязняющих веществ являются взвешенные частицы. Пациенты, у которых присутствуют классические нейрососудистые факторы риска, а также пациенты, уже пережившие инсульт или кратковременный ишемический удар, подвергаются риску инсульта, вызванного загрязнением воздуха.

Таким образом, загрязнение воздуха является серьезным модифицируемым фактором риска инсульта; это – безмолвный убийца, вызывающий инсульт. Необходимо учитывать этот новый нейрососудистый фактор риска при разработке политики в области здравоохранения.

Ключевые слова: ишемический инсульт, геморрагический инсульт, инсульт, загрязнение воздуха, загрязняющие вещества.

Взаимосвязь между загрязнением воздуха и инсультом является в данное время общепризнанной и должна быть учтена при разработке политики в сфере здравоохранения [2]. Мы предлагаем изучить данные литературы и конкретных пациентов.

Загрязнение воздуха. Загрязнение воздуха – это комплексное явление, вызываемое присутствием в воздухе загрязняющих веществ из различных источников [10].

Загрязнение воздуха возникает вследствие присутствия в нем взвешенных веществ (PM) и газообразных загрязнителей, таких как диоксид серы (SO_2), озон (O_3), диоксид азота (NO_2) и оксид углерода (CO). Частицы $PM_{2.5}$ составляют до 70 % всех частиц PM размером менее 10 мкм (PM_{10}) [15].

Сжигание топлива, транспортные потоки, отопление промышленных и жилых зданий углем, нефтью или дровами [12] являются основными источниками частиц PM и SO_2. Дизельные двигатели выбрасывают большие объемы наночастиц [12], NO_2 и CO [16], в то время как O_3 выделяется в результате фотохимических реакций [16].

Результаты. Благодаря когортным исследованиям [13, 14, 17], экологическим исследованиям [4, 11], метаанализу [5, 19, 20], перекрестным исследованиям «случай – контроль» [3, 18] и изучению больших массивов данных [10], можно суммировать, что в наличии имеются следующие доказательно подтвержденные данные:

– NO_2 и PM связаны с госпитализацией по причине инсульта, вызванного длительной экспозицией загрязнением воздуха [13];

– риск инсульта связан с увеличением уровней $PM_{2.5}$ в воздухе [14];

– близость жилья к крупнейшим транспортным магистралям связана с повышенным риском ишемического инсульта [17];

– повышение концентрации $PM_{2.5}$ в воздухе связано с ростом смертности как от ишемического, так и геморрагического инсульта [4].

Таким образом, выявлена связь между ишемическим инсультом и некоторыми сосудистыми факторами риска (гипертонией, курением, гиперхолестеринемией и диабетом) [18], также показана роль SO_2, Co, NO_2 [5] и PM_{10} [20] в повышении риска инсульта. Вклад загрязнения воздуха в развитие инсульта является значительным: 33,7 % в странах с низким и средним уровнем дохода, 30 % в странах с высоким уровнем дохода [10].

Механизмы воздействия загрязнения воздуха. Хорошо известны несколько механизмов: транслокация наночастиц, способных проникать в альвеолы [9]; капиллярные барьеры на пути циркуляции [9]; воспаление в клеточном эндотелии [6]; повышение проницаемости клеток эндотелия [7]; автономные расстройства [2]; артериальная фибрилляция [1]; эпигенетикесие механизмы, влияющие на функции эндотелия или функции клеток-предшественников и способствующие метилированию ДНК [8].

Клинические эффекты. Благодаря этим данным, можно определить, какие пациенты подвергаются повышенному риску (пациенты с гипертонией, диабетом, курильщики [18], дети и пожилые пациенты [2]).

Повышенная экспозиция загрязнением воздуха пациентов с имеющимися нейрососудистыми факторами риска имеет сильную взаимосвязь с повышенным риском инсульта, а также инфаркта миокарда [2, 3].

Поэтому мы предлагаем инструменты, призванные помочь внедрению определенной политики в области здравоохранения с учетом обозначенной проблемы.

Выводы. В настоящее время, благодаря анализу эпидемиологических исследований, в окружающей среде обнаружен еще один модифицируемый фактор риска развития инсульта – загрязнение воздуха. Новые базовые механизмы должны включать эффективные стратегии, внедряемые в сфере здравоохранения.

Список литературы

1. Air pollution is associated with ischemic stroke via cardiogenic embolism / J.W. Chung, O.Y. Bang, K. Ahn [et al.] // Stroke. – 2017. – № 48. – P. 17–23. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.015428

2. Air pollution and stroke. A new modifiable risk factor is in the air / M. Graber, S. Mohr, L. Baptiste [et al.] // Revue Neurologique. – 2019. – Vol. 175, № 10. – P. 619–624. DOI: 10.1016/j.neurol.2019.03.003.

3. Air pollution and subtypes, severity and vulnerability to ischemic stroke. A population-based case-crossover study / K. Maheswaran, T. Pearson, S.D. Beevers [et al.] // PLoS One. – 2016. – № 11. – P. e0158556. DOI: 10.1371/journal.pone.0158556

4. Acute effects of particulate air pollution on ischemic stroke and hemorrhagic stroke mortality / R. Zhang, G. Liu, Y. Jiang [et al.] // Frontiers in Neurology. – 2018. – № 9. – P. 827. DOI: 10.3389/fneur.2018.00827

5. An evidence-based appraisal of global association between air pollution and risk of stroke / W.S. Yang, X. Wang, Q. Deng [et al.] // Int. J. Cardiol. – 2014. – Vol. 175. – P. 307–313. DOI: 10.1016/j.ijcard.2014.05.044

6. Comparative gene responses to collected ambient particles *in vitro*: endothelial responses / H.H. Aung, M.W. Lame, K. Gohil [et al.] // Physiol Genomics. – 2011. – № 43. – P. 917–929. DOI: 10.1152/physiolgenomics.00051.2011

7. Diesel exhaust particle exposure causes redistribution of endothelial tube VE-cadherin / M.W. Chao, J. Kozlosky, I.P. Po [et al.] // Toxicology. – 2011. – № 279. – P. 73–84. DOI: 10.1016/j.tox.2010.09.011

8. Epigenetic regulation of endothelial-cell-mediated vascular repair / S. Fraineau, C.G. Palii, D.S. Allan [et al.] // FEBS J. – 2015. – № 282. – P. 1605–1629. DOI: 10.1111/febs.13183

9. Extrapulmonary translocation of ultrafine carbon particles following whole-body inhalation exposure of rats / G. Oberdörster, Z. Sharp, V. Atudorei [et al.] // J. Toxicol. Environ Health. – 2002. – № 65. – P. 1531–1543. DOI: 10.1080/00984100290071658

10. Global Burden of stroke and risk factors in 188 countries, during 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013 / V.L. Feigin, G.A. Roth, M. Nathavi [et al.] // Lancet Neurol. – 2016. – № 15. – P. 913–924. DOI: 10.1016/S1474-4422 (16) 30073-4

11. Impact of outdoor air pollution on survival after stroke: population-based cohort study / R. Maheswaran, T. Pearson, N.C. Smeeton [et al.] // Stroke. – 2010. – № 41. – P. 869–877. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.567743

12. Lee K.K., Miller M.R., Shah A.D. Air pollution and stroke // J. of Stroke. – 2018. – Vol. 20, № 1. – P. 2–11.

13. Ljungman P.L., Mittleman M.A. Ambient air pollution and stroke // Stroke. 2014. – № 45. – P. 3734–3741. DOI: 10.1161/STROKEAHA.114.003130

14. Long-term exposure to particulate matter air pollution is a risk factor for stroke: meta-analytical evidence / H. Scheers, L. Jacobs, I. Casas [et al.] // Stroke. – 2015. – № 46. – P. 3058–3066. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.009913

15. Maheswaran R. Air pollution and stroke. An overview of the evidence base // Spatiotemporal Epidemiol. – 2016. – № 18. – P. 74–81. DOI: 10.1016/j.sste.2016.04.004

16. Particulate matter beyond mass: recent health evidence on the role of fractions, chemical constituent and sources of emission / F.R. Cassee, M.E. Heroux, M.E. Gerlofs-Nijland [et al.] // Inhal Toxicol. – 2013. – № 25. – P. 802–812. DOI: 10.3109/08958378.2013.850127

17. Residential proximity to major roadways and risk of incident ischemic stroke in NOMAS (The Northern Manhattan Study) / E.R. Kulick, G.A. Wellenius, A.K. Boehme [et al.] // Stroke. – 2018. – № 49. – P. 835–841. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.019580

18. Short-term effects of ozone air pollution on ischemic stroke occurrence: a case-crossover analysis from a 10-year population-based study in Dijon, France / J.B. Henrotin, J.P. Besancenot, Y. Bejot [et al.] // Occup. Environ. Med. – 2007. – № 64. – P. 439–445. DOI: 10.1136/oem.2006.029306

19. Short-term exposure to air pollution and stroke: systematic review and meta-analysis / A.S. Shah, K.K. Lee, D.A. McAllister [et al.] // BMJ. – 2015. – № 350. – P. h1295.

20. Short-term changes in ambient particulate matter and risk of stroke: a systematic review and meta-analyses / Y. Wang, N. Eliot, G.A. Wellenius // J. Am. Heart. Assoc. – 2014. – № 3. – P. e00093.

Потребление нестабилизированных продуктов питания (строчки обыкновенные) и риск развития нейродегенеративных заболеваний (боковой амиотрофический склероз – БАС)

П.С. Спенсер

Орегонский университет здоровья и науки,
г. Портленд, США

Считается, что неизвестные факторы окружающей среды вносят свой вклад в этиологию спорадических форм бокового амиотрофического склероза (БАС). Убедительные доказательства, подтверждающие эту точку зрения, можно найти в послевоенном снижении и исчезновении высокого уровня заболеваемости БАС среди населений трех стран западной части Тихого океана, которые ранее использовали нейротоксичные семена саговника в качестве традиционного источника пищи и / или лекарств. Основные токсины в саговнике (циказин) и грибах строчка обыкновенного (гиромитрин) генерируют метильные свободные радикалы, которые повреждают ДНК и вызывают мутацию и неконтролируемое деление циклических клеток, и дегенерацию конечных / постмитотических нейронов. Поскольку в Финляндии, России, Испании и США строчки обыкновенные используют в пищу, в Западной Европе и США проводятся исследования, чтобы определить, связана ли эта практика со спорадичным БАС.

Ключевые слова: боковой амиотрофический склероз, семя саговника, циказин, гиромитрин, повреждение ДНК, Гуам, Финляндия, Россия, США.

В то время как небольшой процент нейродегенеративных заболеваний человека имеет генетическое происхождение, подавляющее большинство происходит спорадически. Считается, что такие расстройства, как боковой амиотрофический склероз (БАС), являются результатом действия неизвестных факторов окружающей среды на индивидов с лежащей в их основе генетической предрасположенностью [1]. Доказательства первичной или исключительной роли экологического триггера получены в результате лонгитюдных наблюдений за БАС западной части Тихого океана [22]. Это нейродегенеративное расстройство ранее было очень широко распространено среди населения Марианского острова Гуам (США), полуострова Кии острова Хонсю (Япония) и провинции Папуа на западе Новой Гвинеи (Индонезия). Однако за последние семь десятилетий заболеваемость БАС снизилась среди населения всех трех стран, причем на Гуаме эта болезнь исчезла совсем [2]. Это совпало с повышением культурного уровня населения, в ходе которого произошел постепенный отказ от традиционных привычек. Отмененные привычки включают использование нейротоксического семени голосеменного саговника (*Cycas spp*.) в продуктах питания (Гуам) и / или в медицине (Гуам – США, Кии – Япония, Папуа – Индонезия). Эти традиционные привычки были связаны с БАС во всех трех очагах нейродегенеративного заболевания, хотя наиболее убедительные эпидемиологические данные получены на Гуаме [22].

Токсины саговника. Семена саговника, связанные с БАС Западной части Тихого океана, содержат циказин (2–4 % в весовом соотношении) и меньшее количество небелковой аминокислоты β-N-метиламино-L-аланин (L-BMAA), которые обла-

дают генотоксическим и нейротоксическим потенциалом. Концентрация циказина (но не L-BMAA) в муке, полученной из промытых семян саговника, используемого Гуамцами в пищу, была сильно связана с БАС у мужчин и женщин [16]. Циказин (метилазоксиметанол-β-D-глюкозид) метаболизируется глюкозидазами растений, животных и человека с образованием метилазоксиметанола (MAM), который, в свою очередь, образует свободные метильные радикалы, повреждающие клеточную ДНК [7]. MAM-индуцированное повреждение ДНК в циклических клетках может вызвать мутации, которые приводят к неконтролируемому митозу и опухолевому генезу, свойству, экспериментально используемому для создания животной модели рака толстой кишки. MAM также является мощным развивающимся нейротоксином, который нарушает функцию развития мозга грызунов и активирует клеточные пути, связанные как с раком, так и с нейродегенерацией [23].

Токсины строчка обыкновенного. Метильные (углерод-центрированные) свободные радикалы также генерируются диамидными соединениями, которые механистически связаны с MAM [9]. Диамид используется в сельскохозяйственной химии (пестицидах), химических вспенивателях, фармацевтических промежуточных продуктах, фотохимии, очистке котельной воды для защиты от коррозии, текстильных красителях, а также в качестве топлива для ракет, космических аппаратов и аварийных энергоблоков некоторых военных реактивных самолетов [20]. Однако для нынешних целей наиболее значимым потенциальным воздействием диамидных соединений является потребление определенных видов грибов. Доступный для приобретения и широко употребляемый в пищу Шампиньон двуспоровый (*Agaricus bisporus Lange*) содержит до 0,04 % агарицина (β-N-[γ-L-(+)-глутамил]-4-гидроксиметилфенилгидразина и 4-гидроксиметилфенилгидразина) [26]. Однако здесь представляют интерес очень ядовитые строчки обыкновенные (*Gyromitra*, *Helvella* и *Verpa spp*.), в частности *Gyromitra esculenta Pers*. (рисунок); этот вид содержит 0,3 % гиромитрина (ацетальдегид-N-метил-N-формилгидразон), при гидролизе которого образуются ДНК-повреждающие метилирующие агенты, а именно N-метил-N-формилгидразин (МФГ) и N-монометилгидразин (ММГ), путем дальнейшего гидролиза МФГ [11]. Риск долгосрочных неблагоприятных последствий для здоровья от употребления *Gyromitra esculenta* может быть выше у людей с генетически медленной скоростью ацетилирования, что может привести к образованию большего количества ММН из гиромитрина [11]. Поскольку гидразины и MAM индуцируют один и тот же тип повреждения ДНК, существует гипотеза, что однократное или повторное воздействие метиловых гидразинов, генерирующих свободные радикалы, может вызвать длительную латентную нейродегенерацию, кульминацией которой является БАС или связанное с ним заболевание мозга [6].

Употребление аскомицетов в пищу. ***Распространение.*** Строчок обыкновенный *G. esculenta* имеет очень широкое распространение, включая весь континент Европы, особенно Германию и Польшу. Его также можно найти на территории всей Азии, а также повсюду – от России до Индонезии. В Северной Америке его можно найти на территории от Мексики до Аляски, особенно на Среднем Западе США, Северо-Западе Тихого океана и Скалистых горах. *G. esculenta* также встречается в Северной Африке и на Ближнем Востоке в районах вокруг Средиземного моря.

Европа и США. Потребление дикорастущих грибов, в том числе строчков обыкновенных (*Gyromitre*, *fausse morille*, *morille brune*) и сморчков обыкновенных

(*Morchella spp*.), было определено в качестве фактора риска для группы из 12 пациентов с БАС в мелком поселении в Савойе во Французских Альпах [21]. В то время как сморчки обыкновенные (*morille*) высоко ценятся и считаются деликатесом в Европе и за ее пределами, их структуру трудно отличить от ядовитых строчков обыкновенных. Потребление строчков обыкновенных также задокументировано в других странах Европы (Финляндия) и США, особенно в штате Мичиган, где в местном Токсикологическом центре было выявлено наибольшее количество случаев, связанных с ММГ-грибами [25]. На Североамериканском континенте существуют от восьми до десяти видов строчков обыкновенных, в том числе *G. montana Harmaja* (возможно, *G. gigas*), который, как сообщается, был собран с западного побережья США и продан через посредников для использования в ресторанах штата Флорида.

Финляндия. Строчки обыкновенные считаются деликатесом в Финляндии [11]. Финское продовольственное управление рекомендует тщательно промывать и дважды кипятить их перед употреблением в пищу, а также рекомендует не принимать их внутрь детям, беременным и кормящим женщинам из-за «токсина гиромитрина, который, несмотря на переработку, остается в грибах» [8]. Однако в предыдущие десятилетия сушеные или некогда вареные свежие строчки обыкновенные считались безопасными для употребления в пищу. Во время и после Советско-финской (Зимней) войны (30 ноября 1939 г. – 12 марта 1940 г.) произошла массовая миграция карелов в Финляндию, в особенности на юго-восток (Ита-Суоми), где бытовала сильная культура употребления грибов в пищу, в том числе ММГ-генерирующих *G. esculenta* (*Korvasieni*) среди карелов. Между 1914 и 1945 гг. четверть числа острых отравлений, приписываемых *G. esculenta*, произошла на юго-востоке Финляндии [15]. Потребление *Gyromitra spp*. может вызывать острые желудочно-кишечные (тошнота, рвота, диарея) и нейротоксические эффекты (головная боль, головокружение, атаксия, лихорадка, мышечная фасцикуляция, судороги, кома, смерть) [12]. Примечательно, что место появления группы людей, болеющих БАС, в Финляндии соответствует региону потребления строчков обыкновенных [19]. Группа состояла из населения в полмиллиона человек, проживающих в отдельных районах финских провинций Куопио, Миккели и Похойс-Карьяла, а также в некоторых районах современной Российской Карелии. Показатели БАС были на 225 % выше среди финнов, эвакуированных из Карелии во время Второй мировой войны, (18 на 100 тыс.) по сравнению с неэвакуированными (8 на 100 тыс.). Как отмечают авторы, эти данные противоречат генетической этиологии БАС и влиянию одного или нескольких факторов окружающей среды, которые сделали эвакуированное население более склонным к развитию болезни двигательных нейронов в преклонном возрасте.

Российская Федерация. *G. esculenta* (*strochok*, строчок) произрастает в диких условиях в сосновых лесах под Санкт-Петербургом (Дибуны-Песочная, Каннельярви, Кузмолово, Лунатйоки, Орехово-Петяярви), особенно недалеко от Ленинской тропы, расположенной недалеко от Разлива возле Дибуны, к северо-западу от города (рисунок).

Точные местоположения, даты наблюдения и фотографии *G. esculenta* представлены в Google-Планета Земля, что говорит о том, что их собирают и используют в пищу, как в Карелии. Г.Н. Зарафьянц (Санкт-Петербургский государственный медицинский университет) описал смертельные случаи от синдрома гиромитрина, вызванного употреблением *G. esculenta* (в мае) или в августе-сентябре *G. gigas*

Krombh (снег или русский осенний строчок) [27]. Другой строчок обыкновенный, *Verpa bohemica Krombh*, якобы продается в России в замороженном виде и употребляется значительной частью населения России [17]. Потрбление большого количества *V. bohemica* за один или несколько раз вызывает гиромитринподобный синдром у восприимчивых людей [13]. *G. korshinskii Jacz.* (круглый споровый строчок обыкновенный) был описан по всей Российской Федерации [14].

Рис. Ложный сморчковый гриб (*Gyromitra esculenta*, *Strochok*)
у Ленинской тропы в районе Разлив у Дибуны, к северо-западу
от Санкт-Петербурга, Россия

Нет никаких данных, свидетельствующих о каких-либо долгосрочных неблагоприятных последствиях употребления ММГ-содержащих грибов в России, но этот вопрос, возможно, никогда не рассматривался. Учитывая данные об их остром нейротоксическом потенциале, ДНК-алкилирующих свойствах ММГ и предполагаемую ассоциацию этих свойств с длительным латентным заболеванием двигательных нейронов [21] и / или онкологическими заболеваниями [26], этот вопрос имеет большое значение. Хотя причины заболевания неизвестны, уровень онкологических заболеваний в России значительно превышает таковой в Европе и США [6]. Злокачественные образования толстой кишки являются второй причиной смерти от онкологических заболеваний (после злокачественных образований молочной железы) у женщин и третьей для мужчин (после злокачественных образований легких и желудка), причем как заболеваемость, так и смертность возросли с 2000 г. [3]. Что касается нейродегенеративных заболеваний, то российские исследования были сосредоточены в основном на генетических факторах риска развития БАС [10, 24]. В то время как тельца Буниной, нейрональные включения, названные в честь российского невропатолога Татьяны Буниной [5], наблюдаются в семейных, спорадических и гуамских случаях БАС [17], эпидемиология БАС в Российской Федерации развита недостаточно [1].

Выводы. В Европе и США ведутся исследования, чтобы определить, существует ли какая-либо связь между БАС и употреблением в пищу строчков обыкновенных, с острым отравлением или без него, связанным с ММГ, который образует метильный свободный радикал, алкилирующий ДНК. Исследования по этому во-

просу были инициированы доказательством сходного молекулярного механизма, лежащего в основе нейротоксического свойства МАМ, агликона основного токсина в семени саговника, который связан с БАС Западного побережья Тихого океана. Поскольку клинические свидетельства БАС на Гуаме (США) и Кии (Япония) могут появляться спустя годы или десятилетия после миграции в пораженное население или из них в первой половине жизни [7], очевидно, что привычные диеты должны быть тщательно изучены, начиная с детского возраста, чтобы проверить связь между употреблением строчков обыкновенных в пищу и длительным латентным течением неврологического заболевания (или онкологического заболевания), будь то в Европе, США или Российской Федерации.

Благодарности. *Автор благодарит профессора Н.В. Зайцеву, научного руководителя ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (г. Пермь, Россия), за ее предложение представить данную работу.*

Список литературы

1. Al-Chalabi A., Hardiman O. The epidemiology of ALS: a conspiracy of genes, environment and time // Nat. Rev. Neurol. – 2013. – № 9. – P. 617–628. DOI: 10.1038/nrneurol.2013.203

2. Amyotrophic lateral sclerosis and parkinsonism-dementia complex of Guam: changing incidence rates during the past 60 years / C.C. Plato, R.M. Garruto, D. Galasko [et al.] // Am. J. Epidemiol. – 2003. – № 157. – P. 149–157. DOI: 10.1093/aje/kwf175

3. Avksentyeva M. Colorectal cancer in Russia // Eur. J. Health. Econ. – 2010. – Vol. 10, № 1. – P. 91–98.

4. Bergman K., Hellenäs K.E. Methylation of rat and mouse DNA by the mushroom poison gyromitrin and its metabolite monomethylhydrazine // Cancer Lett. – 1992. – № 61. – P. 165–170.

5. Bunina T.L. On intracellular inclusions in familial amyotrophic lateral sclerosis // Korsakov J. Neuropathol. Psychiatry. – 1962. – № 62. – P. 1293–1299.

6. Challenges to effective cancer control in China, India, and Russia / P.E. Goss, K. Strasser-Weippl, B.L. Lee-Bychkovsky [et al.] // Lancet Oncol. – 2014. – № 15. – P. 489–538. DOI: 10.1016/S1470-2045 (14) 70029-4

7. Environmental neurotoxins linked to a prototypical neurodegenerative disease. Environmental Factors in Neurodevelopment and Neurodegenerative Disorders / P.S. Spencer, E. Gardner, V.S. Palmer [et al.]. – Elsevier, 2015. – P. 212–237.

8. Finnish Food Authority [Электронный ресурс] // Finnish Food Authority. – URL: https://www.ruokavirasto.fi/en/private-persons/information-on-food/instructions-for-safe-use-of-foodstuffs/safe-use-of-foodstuffs/ (дата обращения: 16.04.2020).

9. Gamberini M., Leite L.C. Carbon-centered free radical formation during the metabolism of hydrazine derivatives by neutrophils // Biochem Pharmacol. – 1993. – № 45. – P. 1913–1919. DOI: 10.1016/0006-2952 (93) 90451-2

10. Genetic studies of Russian patients with amyotrophic lateral sclerosis / E.V. Lysogorskaia, N.Y. Abramycheva, M.N. Zakharova [et al.] // Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener. – 2015. – № 17. – P. 135–141.

11. Härkönen M. Uses of mushrooms by Finns and Karelians // Int J. Circumpolar. Hlth. – 1997. – № 57. – P. 40–55.

12. Horowitz K.M., Horowitz B.Z. Gyromitra Mushroom Toxicity [Электронный ресурс] // StatPearls. – URL: https: //www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29262102 (дата обращения: 16.04.2020).

13. Orr D.B., Orr R.T. Mushrooms of Western North America. – Berkeley, California: University of California Press, 1979. – 36 p.

14. Popov E., Svetasheva T. 2019. Gyromitra korshinskii // The IUCN Red List of Threatened Species. – 2019. – P. e.T75118940A75118943. DOI: 10.2305

15. Rautavaara T. Suomen Sienisato (Studies on the Mushroom Crop in Finland and its Utilization). – Porvoo: Werner Söderström Osakeyhtiö, 1947. – P. 534.

16. Román G.C. Neuroepidemiology of amyotrophic lateral sclerosis: clues to aetiology and pathogenesis // J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. – 1996. – № 61. – P. 131–137. DOI: 10.1136/jnnp.61.2.131

17. Rowland L.P., Bunina T.L. Asao Hirano, and the post-mortem cellular diagnosis of amyotrophic lateral sclerosis // Amyotroph Lat Scler. – 2009. – № 10. – P. 74–78. DOI: 10.1080/17482960802382321

18. Skryabina A.A. Fructification of some species of edible fungi from the family Helvellaceae in the Slobodsky Roan of the Kirov Oblast // Rastitel'nye Resurs. – 1975. – № 11. – P. 552–555.

19. Spatial clustering of amyotrophic lateral sclerosis in Finland at place of birth and place of death / C.E. Sabel, P.J. Boyle, M. Löytönen [et al.] // Am J Epidemiol. – 2003. – № 157. – P. 898–905. DOI: 10.1093/aje/kwg090

20. Spencer P.S. Hypothesis: Etiologic and molecular mechanistic leads for sporadic neurodegenerative diseases based on experience with Western Pacific ALS/PDC // Front Neurol. – 2019. – № 10. – P. 754.

21. Spencer P.S., Lagrange E., Camu W. ALS and environment: clues from spatial clustering? // Rev. Neurol. (Paris). – 2019. – № 175. – P. 652–663. DOI: 10.1016/j.neurol.2019.04.007

22. Spencer P.S., Palmer V.S., Kisby G.E. Seeking environmental causes of neurodegenerative disease and envisioning primary prevention // Neurotoxicology. – 2016. – № 56. – P. 269–283. DOI: 10.1016/j.neuro.2016.03.017

23. The cycad genotoxin MAM modulates brain cellular pathways involved in neurodegenerative disease and cancer in a DNA damage-linked manner / G.E. Kisby, R.C. Fry, M.R. Lasarev [et al.] // PLoS One. – 2011. – № 6. – P. e20911.

24. The geographical and ethnic distribution of the D90A CuZn-SOD mutation in the Russian Federation / P.M. Andersen, V.A. Spitsyn, S.V. Makarov [et al.] // Amyotroph Lateral Scler Other Motor Neuron Disord. – 2001. – № 2. – P. 63–69. DOI: 10.1080/146608201316949406

25. The spatial epidemiology of toxic mushroom ingestions in the United States: 2001–2011. 2012 Annual Meeting of the North American Congress of Clinical Toxicology (NACCT) October 1–6, 2012 Las Vegas, NV, USA / B.W. Hatten, N.J. McKeown, R.G. Hendrickson [et al.] // Clin. Toxicol. – 2012. – № 50. – P. 574–575.

26. Toth B. Hepatocarcinogenesis by hydrazine mycotoxins of edible mushrooms // J Tox Env Hlth. – 1979. – № 5. – P. 193–202. DOI: 10.1080/15287397909529744

27. Zaraf'iants G.N. Forensic medical diagnostics of intoxication with certain poisonous mushrooms in the case of the lethal outcome in a hospital // Sud. Med. Ekspert. – 2016. – № 59. – P. 22–28. DOI: 10.17116/sudmed201659122-28

Особенности эндотелиальной функции у работников шахты по добыче хромовых руд

А.Е. Носов[1], Ю.А. Ивашова[1], А.С. Байдина[1], Е.М. Власова[1], О.Ю. Устинова[1,2], В.Г. Костарев[3]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[3]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю,
г. Пермь, Россия

Изучены особенности эндотелиальной функции у работников, занятых подземной добычей хромовой руды во вредных условиях труда.

В исследование включены 98 шахтеров предприятия по добыче хромовой руды. Группу сравнения составили 75 работников – руководители и специалисты административно-управленческого персонала предприятия, сопоставимых по возрасту и стажу с группой наблюдения. Для оценки вазомоторной функции эндотелия выполнялась проба потокзависимой (эндотелийзависимой) вазодилатации по методике D.S. Celermajer. Оценивались постокклюзионный прирост диаметра плечевой артерии, коэффициент чувствительности плечевой артерии к изменению сдвига на эндотелий.

Эндотелиальная функция у работников шахты достоверно не отличалась от группы сравнения при стаже работы до 10 лет (значения относительного прироста диаметра плечевой артерии 12,2 % в группе наблюдения и в группе сравнения 12,6 %, $p = 0,74$). При стаже более 10 лет значение относительного прироста диаметра плечевой артерии у работников группы наблюдения со стажем более 10 лет соответствовало признакам эндотелиальной дисфункции и составило 8,6 %, в то время как в группе сравнения этот показатель равнялся 12,4 %, что соответствовало нормальной функции эндотелия ($p = 0,019$). У работников шахты по добыче руды с увеличением стажа прогрессивно ухудшалась функция эндотелия.

Выявлено:

1. Для работников, занятых подземной добычей хромовой руды более 10 лет, характерна сниженная вазодилатационная реакция на реперфузию после окклюзионной пробы и низкий коэффициент чувствительности эндотелия к напряжению сдвига. При этом статистически значимое снижение прироста диаметра плечевой артерии и коэффициента чувствительности эндотелия к напряжению сдвига по отношению к группе сравнения было установлено только у лиц со стажем более 10 лет.

2. Сравнительный анализ результатов оценки функциональной активности эндотелия у работников сравниваемых групп свидетельствует о том, что изменение функционального состояния эндотелия у шахтеров связано не только с возрастом, но и с условиями работы.

3. Выявленные изменения предрасполагают работников подземной добычи хромовой руды к развитию сердечно-сосудистой патологии, связанной с атеросклерозом.

Ключевые слова: подземная добыча хромовой руды, артериальная гипертензия, эндотелиальная дисфункция, вредные условия труда, заболевания сердечно-сосудистой системы.

Заболевания сердечно-сосудистой системы сохраняют приоритетную роль в структуре смертности населения [10]. Исследования последних лет убедительно показали важную и самостоятельную роль эндотелия в развитии сердечно-сосудис-

тых заболеваний (ССЗ). Эндотелий представляет собой непрерывный монослой клеток в виде полупроницаемой мембраны, выстилающей изнутри сердце и сосуды, которая непрерывно вырабатывает большое количество биологически активных веществ, обеспечивающих физиологическую функцию сосудистого русла [2].

Синтезируемые эндотелиоцитами факторы подразделяют на вазоконстрикторы и вазодилататоры. К вазоконстрикторам относят: эндотелин 1, тромбоксан А2, ангиотензин II. Вазодилатирующие агенты представлены следующими веществами: оксид азота (NO), эндотелиальный гиперполяризующий фактор, простациклин, аденозиндифосфат, кинины [3, 6]. Под эндотелиальной дисфункцией принято понимать несбалансированное образование в эндотелии биологически активных веществ. Однако имеется и более узкое представление об эндотелиальной дисфункции как о состоянии эндотелия, при котором имеется недостаточная продукция NO. Эндотелиальная дисфункция развивается вследствие воздействия множества внешних (курение, воздействие токсикантов окружающей среды и взвешенных частиц, инфекции) и внутренних (артериальная гипертензия, дислипидемия, воздействие провоспалительных факторов) повреждающих факторов [1, 5, 7–9].

Современное производство характеризуется многообразием вредных факторов, которые могут нарушать нормальное функционирование сосудистого эндотелия и приводить к развитию ССЗ. При этом в отношении ряда профессий, особенно связанных с потенциальной опасностью для жизни работника и его окружения, наличие ССЗ является критерием допуска к работе (подземные работы, спасательные работы и т.д.). В связи с этим ранняя диагностика и профилактика ССЗ на уровне функциональных нарушений (эндотелиальная дисфункция) приобретает особую актуальность.

Цель исследования – изучить особенности эндотелиальной функции у работников, занятых подземной добычей хромовой руды во вредных условиях труда.

Материалы и методы. Группу наблюдения составили 98 работников шахты, занятых добычей хромовой руды, следующих специальностей: проходчик, горнорабочий, машинист буровой установки, машинист скреперной лебедки, бурильщик шпуров. Все обследованные – лица мужского пола. Средний возраст шахтеров составил 39,2 ± 9,0 г., средний стаж – 9,7 ± 8,4 г. Группу сравнения (работающие в условиях вне воздействия исследуемых производственных факторов) составили 75 работников – специалисты административно-управленческого персонала предприятия со средним возрастом 37,5 ± 7,9 г. ($p > 0,05$ по отношению к группе наблюдения) и средним стажем – 11,0 ± 7,1 г. ($p > 0,05$ по отношению к группе наблюдения). Каждая группа была разделена на подгруппы со стажем менее 10 лет и 10 лет и более. Работники в процессе трудовой деятельности подвергались воздействию комплекса вредных производственных факторов – пыль, шум, вибрация, тяжесть труда, напряженность труда, охлаждающий микроклимат. Работа осуществлялась по скользящему трехсменному графику с продолжительностью смены восемь часов. По данным специальной оценки условий труда (СОУТ) установлено, что эквивалентные уровни шума (дБА) на рабочих местах основных профессий производства составили 65 – 114 дБА. Интенсивность воздействия шума на рабочем месте проходчика достигает 114,9 дБА, бурильщика шпуров – 114,6 дБА, машиниста буровой установки – 108,2 дБА, что соответствует вредному классу 3. Уровень шума на рабочем месте машиниста скреперной лебедки достигал 96,1 дБА (класс 3.3), крепильщика – 94,4 дБА (класс 3.2). На рабочих местах горнорабочего

(65,3 дБА) и горного мастера (70,9 дБА) эквивалентные уровни шума соответствовали классу условий труда 2. Уровень локальной вибрации на рабочих местах проходчика и бурильщика шпуров составлял 135 дБ, а общая вибрация – 127 и 119 дБ соответственно (класс 3.3). На рабочем месте машиниста скреперной лебедки уровень локальной вибрации составил 127 дБ, общей вибрации – 116 дБ (класс 3.1). Уровни общей и локальной вибрации на рабочем месте машиниста буровой установки не превышают гигиенических нормативов, на рабочем месте крепильщика уровень локальной вибрации не превышает ПДУ (класс условий труда 2). На всех рабочих местах установлена пониженная температура воздуха (класс 3.3). Имеющаяся региональная и общая физическая нагрузка, а также перемещение груза, нахождение в неудобной (фиксированной) позе определили оценку труда работников как «тяжелый» с классом условий труда по тяжести трудового процесса 3.3 у проходчика, бурильщика шпуров, машиниста скреперной лебедки; с классом условий труда 3.2 – у горнорабочего, крепильщика, машиниста буровой установки; класс условий труда 3.1 – у горного мастера. Содержание взвешенных веществ (пыли) в воздухе рабочей зоны проходчика, бурильщика шпуров, машиниста буровой установки, машиниста скреперной лебедки соответствует классу условий труда 3.1. Запыленность на рабочих местах горнорабочего, крепильщика и горного мастера соответствует классу условий труда – 2.

Для анализа состояния здоровья работников реализована специально разработанная программа обследования, включающая клиническое обследование с оценкой состояния органов системы кровообращения и функциональных методов исследования.

Для оценки вазомоторной функции эндотелия пациентам была выполнена проба потокзависимой (эндотелийзависимой) вазодилатации по методике D.S. Celermajer и соавторов [11, 13] на ультразвуковом сканере экспертного класса Vivid q (GE Vingmed Ultrasound AS, Норвегия) с использованием линейного матричного датчика (4,0–13,0 МГц). За нормальную реакцию плечевой артерии принималось ее расширение на 10 % и более от исходного уровня. Меньший прирост или вазоконстрикция трактовались как нарушение функции эндотелия. Для оценки функции эндотелия также использовался показатель «чувствительность плечевой артерии к изменению сдвига на эндотелий», характеризующий чувствительность эндотелия к изменению скорости кровотока и способность регулировать диаметр сосуда. Чем больше значение этого коэффициента, тем чувствительнее эндотелий к напряжению сдвига и выше уровень регуляции тонуса артерии. Одновременно определялось соотношение максимальных скоростей кровотока в плечевой артерии после декомпрессии и до компрессии. Расчет чувствительности плечевой артерии производился по формуле $К = (\Delta D/Do) / (\Delta\tau/\tau o)$, где К – коэффициент чувствительности плечевой артерии к изменению механического стимула, ΔD – разница между диаметром артерии после декомпрессии и исходным диаметром, Do – исходный диаметр артерии, $\Delta\tau$ – разница напряжения сдвига на эндотелий после декомпрессии и исходным значением, τo – напряжение сдвига на эндотелий исходное, рассчитанное по формуле $\tau = 4\eta V/D$, где η – вязкость крови (в среднем 0,05 Пз); V – максимальная скорость кровотока, см/с; D – диаметр артерии, см [4].

Диагностическое обследование выполнено в соответствии с обязательным соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г.

с дополнениями 1983 г., заключение этического комитета (протокол № 15 от 11.02.2018), от каждого пациента получено информированное согласие.

Математическую обработку результатов осуществляли с помощью параметрических методов вариационной статистики. Проверка статистических гипотез для количественных данных проводилась с использованием критериев Стьюдента, для качественных данных – с использованием критерия Фишера. Для проверки нормальности распределения применялся тест Колмогорова – Смирнова. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Анализ данных ультразвуковой оценки вазомоторной функции эндотелия в пробе эндотелийзависимой вазодилатации выявил преобладание в 1,3 раза доли лиц с патологической реакцией (прирост диаметра плечевой артерии менее 10 %) в группе наблюдения относительно группы сравнения (40 и 30,2 % соответственно, $p = 0,25$). Нарушение функции эндотелия в основном носило умеренную степень выраженности как в группе наблюдения (20 %), так и в группе сравнения (17,5 %) ($p = 0,72$). Следует отметить, что выраженная дисфункция эндотелия (прирост диаметра плечевой артерии менее 4 %) регистрировалась в группе наблюдения в 3,6 раза чаще, чем в группе сравнения (11,7 против 3,2 %, $p = 0,07$) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты пробы эндотелийзависимой вазодилатации
у обследованных работников

Степень прироста диаметра плечевой артерии, %	Группа		Достоверность различий, $p < 0,05$
	наблюдения	сравнения	
Прирост диаметра ≥10 %	60,0	69,8	0,25
Прирост диаметра <10 %, в том числе:	40,0	30,2	0,25
– прирост 8,0–9,9 % (невыраженная дисфункция)	8,3	6,3	0,67
– прирост 5–7 % (дисфункция эндотелия умеренной степени выраженности)	20,0	17,5	0,72
– 1–4 % (выраженная дисфункция эндотелия)	11,7	3,2	0,07
– отсутствие прироста	0	1,6	0,33
– парадоксальная вазоспастическая реакция	0	1,6	0,33
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	11,2 ± 1,3	12,5 ± 1,5	0,19
Коэффициент чувствительности, усл. ед.	0,098 ± 0,019	0,167 ± 0,038	0,002

Средние значения относительного прироста диаметра плечевой артерии в анализируемых группах были в пределах нормы и значимо не различались между собой (11,1 ± 1,3 % в группе наблюдения и 12,5 ± 1,5 % в группе сравнения, $p = 0,19$), однако значение коэффициента чувствительности артерий было достоверно в 1,7 раза меньше у лиц группы наблюдения, чем в группе сравнения ($p = 0,002$), что свидетельствует о более худшем функциональном состоянии эндотелия у работников группы наблюдения (см. табл. 1).

Анализ данных ультразвуковой оценки вазомоторной функции эндотелия в сравниваемых группах со стажем до 10 лет не выявил достоверных различий. Признаки дисфункции эндотелия регистрировались практически у каждого третьего в обеих группах и носили умеренный характер ($p = 0,59–0,99$) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты пробы эндотелийзависимой вазодилатации у обследованных работников со стажем работы до 10 лет

Данные исследования пробы эндотелийзависимой вазодилатации, %	Группа		Достоверность различий, $p < 0,05$
	наблюдения	сравнения	
Прирост диаметра ≥10 %	70,7	66,7	0,72
Прирост диаметра <10 %, в том числе:	29,3	33,3	0,72
– прирост 8,0–9,9 % (невыраженная дисфункция)	7,3	11,1	0,59
– прирост 5–7 % (умеренной степени выраженности)	14,7	14,8	0,98
– 1–4 % (выраженная дисфункция)	7,3	7,4	0,99
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	12,2 ± 1,5	12,6 ± 1,9	0,74
Коэффициент чувствительности, усл. ед.	0,112 ± 0,024	0,170 ± 0,066	0,09

Значения относительного прироста диаметра плечевой артерии в сравниваемых группах соответствовали нормальному функциональному состоянию эндотелия и значимо не различались между собой (12,2 % в группе наблюдения и в группе сравнения 12,6 %, $p = 0,74$), однако коэффициент чувствительности у работников группы наблюдения был в 1,5 раза ниже ($p = 0,09$) (см. табл. 2).

При анализе результатов исследований, выполненных у лиц со стажем более 10 лет в группе наблюдения, дисфункция эндотелия определялась достоверно в 2,4 раза чаще, чем в группе сравнения ($p = 0,006$), при этом признаки выраженной дисфункции эндотелия (прирост диаметра 1–4 %) выявлялись у каждого пятого в анализируемой группе, при отсутствии таковых в группе сравнения ($p = 0,003$). Невыраженное снижение функции эндотелия регистрировалась в группе наблюдения в 4 раза чаще, а умеренное – в 1,7 раза ($p = 0,21$–$0,26$) (табл. 3).

Таблица 3

Результаты пробы эндотелийзависимой вазодилатации у обследованных работников со стажем работы более 10 лет

Данные исследования пробы эндотелийзависимой вазодилатации, %	Группа		Достоверность различий, $p < 0,05$
	наблюдения	сравнения	
Прирост диаметра ≥10 %	33,3	72,2	0,006
Прирост диаметра <10 %, в том числе:	66,7	27,8	0,006
– прирост 8,0–9,9 % (невыраженная дисфункция)	11,1	2,8	0,21
– прирост 5–7 % (умеренной степени выраженности)	33,3	19,4	0,26
– 1–4 % (выраженная дисфункция)	22,2	0	0,003
– отсутствие прироста	0	2,8	0,47
– парадоксальная вазоспастическая реакция	0	2,8	0,47
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	8,6 ± 2,4	12,4 ± 2,26	0,019
Коэффициент чувствительности, усл. ед.	0,061 ± 0,027	0,164 ± 0,048	0,0003

Значение относительного прироста диаметра плечевой артерии у работников группы наблюдения со стажем более 10 лет соответствовало признакам эндотелиальной дисфункции и составило 8,6 %, в то время как в группе сравнения этот показатель равнялся 12,4 %, что соответствовало нормальной функции, различия при

этом носили достоверный характер ($p = 0,019$). Значение коэффициента чувствительности в группе наблюдения также было достоверно меньшее ($0,06 \pm 0,027$ против $0,16 \pm 0,048$, $p = 0,0003$) (см. табл. 3).

Сравнительный анализ данных ультразвукового исследования функции эндотелия в группе наблюдения работников со стажем до 10 лет и более показал достоверное увеличение в 2,3 раза доли лиц с признаками дисфункции эндотелия (29,3 % при стаже работы до 10 лет и 66,7 % при стаже работы более 10 лет, $p = 0,007$) за счет прироста в 3 раза доли работников с выраженной дисфункцией и в 2,3 раза с умеренной степенью выраженности дисфункции эндотелия. Следует отметить, что в группе сравнения работников с признаками нарушения вазодилатации при стаже работы более 10 лет было меньше, чем при стаже работы до 10 лет (33,3 % при стаже работы до 10 лет и 27,8 % при стаже работы более 10 лет, $p = 0,63$).

Выводы:

1. Для работников, занятых подземной добычей хромовой руды более 10 лет, характерна сниженная вазодилатационная реакция на реперфузию после окклюзионной пробы и низкий коэффициент чувствительности эндотелия к напряжению сдвига. При этом статистически значимое снижение прироста диаметра плечевой артерии и коэффициента чувствительности эндотелия к напряжению сдвига по отношению к группе сравнения был установлен только у лиц со стажем более 10 лет.

2. Сравнительный анализ результатов оценки функциональной активности эндотелия у работников сравниваемых групп свидетельствует о том, что изменение функционального состояния эндотелия у шахтеров связано не только с возрастом, но и с условиями работы.

3. Выявленные изменения предрасполагают работников подземной добычи хромовой руды к развитию сердечно-сосудистой патологии, связанной с атеросклерозом.

Список литературы

1. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации / С.А. Бойцов, Н.В. Погосова, М.Г. Бубнова [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2018. – Vol. 23, № 6. – P. 7–122. DOI: 1015829/1560-4071-2018-6-7-122

2. Кардиология. Национальное руководство (краткое издание) / под ред. Е.В. Шляхто. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 816 с.

3. Омельяненко М.Г. Эндотелиальная дисфункция и ишемическая болезнь сердца у женщин молодого и среднего возраста. – М., 2008. – 118 с.

4. Определение чувствительности плечевой артерии к напряжению сдвига на эндотелий как метод оценки состояния эндотелийзависимой вазодилатации с помощью ультразвука высокого разрешения у больных с артериальной гипертонией / О.В. Иванова, А.Н. Рогоза, Т.В. Балахонова [и др.] // Кардиология. – 1998. – № 3. – С. 37–41.

5. Air pollution and arterial hypertension. A new risk factor is in the air / E. Sanidas, D.P. Papadopoulos, H. Grassos [et al.] // J. Am. Soc. Hypertens. – 2017. – № 11. – P. 709–715. DOI: 10.1016/j.jash.2017.09.008

6. Barac A., Campia U. Methods for Evaluating Endothelial Function in Humans. // Hypertension. – 2007. – № 49. – P. 748–760. DOI: 10.1161/01.hyp.0000259601.38807.a6

7. Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine / D.L. Mann, D.P. Zipes, P. Libby [et al.]. – 2015. – Vol. 10. – 2048 p.

8. Cardiovascular effects of air pollution / T. Bourdrel, M.A. Bind, Y. Béjot [et al.] // Arch. Cardiovasc. Dis. – 2017. – Vol. 110, № 11. – P. 634–642. DOI: 10.1016/j.acvd.2017.05.003

9. Chin M.T. Basic mechanisms for adverse cardiovascular events associated with air pollution // Heart. – 2015. – Vol. 101, № 4. – P. 253–256. DOI: 10.1136/heartjnl-2014-306379

10. 2018ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension and of the European Society of Cardiology // European Heart Journal. – 2018. – Vol. 39. – P. 3021–3104. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy339

11. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis / D.S. Celermajer, K.E. Sorensen, V.M. Gooch [et al.] // Lancet. – 1992. – Vol. 340, № 8828. – P. 1111–1115. DOI: 10.1016/0140-6736 (92) 93147-F

12. Vidale S., Campana C. Ambient air pollution and cardiovascular diseases: from bench to bedside // European Journal of preventive cardiology. – 2018. – № 25. – P. 818–825. DOI: 10.1177/2047487318766638

13. Relation of long-term exposure to air pollution to brachial artery flow-mediated dilation and reactive hyperemia / E.H. Wilker, P.L. Ljungman, M.B. Rice [et al.] // American Journal of Cardiology. – 2014. – Vol. 113, № 12. – P. 2057–2063. DOI: 10.1016/j.amjcard.2014.03.048

Риск болезней органов кровообращения при воздействии факторов окружающей среды и образа жизни среди городского населения Архангельской области

Т.Н. Унгуряну, Р.В. Бузинов

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Архангельской области, г. Архангельск, Россия

Осуществлен анализ первичной заболеваемости болезнями органов кровообращения и смертности от них в городах Архангельской области, оценка ущерба, связанного с воздействием загрязняющих веществ атмосферного воздуха и риска развития болезней органов кровообращения при воздействии поведенческих факторов риска.

Первичная заболеваемость и смертность от болезней органов кровообращения, загрязнение атмосферного воздуха изучены за 2008–2018 гг. Для установления числа атрибутивных исходов использовалась функция концентрация-ответ, выраженная через величину относительного риска на 10 мкг/м^3. Информация о распространенности табакокурения и потребления алкоголя получена в поперечном исследовании.

Среднемноголетняя частота заболеваемости инсультами взрослого населения в Новодвинске (64,0 на 1000) выше по сравнению с Архангельском и Северодвинском в 1,8 и 2,3 раза соответственно. Основным источником загрязнения атмосферы в Новодвинске является

АО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат». Популяционный риск влияния общей фракции взвешенных веществ составляет 2,1 % дополнительной смерти в год среди населения города от всех причин и 1,4 % – от болезней органов кровообращения. Популяционный риск влияния PM_{10} и $PM_{2.5}$ равен 2,6 и 12,4 % дополнительной смерти в год от всех причин, от болезней органов кровообращения – 4,9 и 4,5 % соответственно. Удельный вес курящих мужчин и женщин составляет 62 и 22 % соответственно. Более половины респондентов (60,5 %) потребляют алкогольные напитки. Суммарный риск развития ишемической болезни сердца при воздействии табакокурения и потребления алкоголя в возрастной группе 20–29 лет находится на допустимом уровне ($6{,}2 \cdot 10^{-5}$), в возрасте 30–39 лет является настораживающим, а в группе 40 лет и старше – высоким (от $7{,}3 \cdot 10^{-3}$ до $5{,}2 \cdot 10^{-1}$). Основной вклад в суммарный риск вносит табакокурение (75–99 %).

Ключевые слова: органы кровообращения, первичная заболеваемость болезнями органов кровообращения, атмосферный воздух, табакокурение, риск здоровью.

Почти 30 % случаев смерти во всем мире вызываются сердечно-сосудистыми заболеваниями. От ишемической болезни сердца и инсульта в 2016 г. умерло 15,2 млн человек. В России уровень смертности от болезней органов кровообращения один из самых высоких в мире. Так, за 2012–2016 гг. стандартизованные по возрасту уровни смертности от болезней органов кровообращения у мужского и женского населения трудоспособного возраста в России были в 9,8 и 7,2 раза выше по сравнению с Норвегией [8].

Более трети всех случаев смерти в мире в той или иной степени связывают с воздействием небольшого числа факторов риска. Для проведения профилактики болезней необходимо выявить причины их возникновения, чтобы затем воздействовать на них, то есть на те риски, которые лежат в их основе. В свою очередь, у каждого фактора риска имеются собственные причины, и многие факторы риска берут свое начало в ходе сложной временной последовательности событий, включающих социально-экономические факторы, местные условия, особенности окружающей среды и индивидуальное поведение. Цепь причинно-следственных связей предполагает возможность воздействия на ее различные звенья с целью профилактики [3].

Загрязнение воздуха является одной из важнейших детерминант здоровья. Многочисленные эпидемиологические исследования обнаруживают связь между загрязнением воздуха и широким спектром неблагоприятных последствий для здоровья населения. Эффекты со стороны здоровья при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, могут варьироваться от бессимптомных до преждевременной смертности [5].

Загрязняющие окружающий воздух вещества, как правило, представляют собой сложную смесь. Следовательно, неблагоприятные последствия для здоровья, наблюдаемые при эпидемиологических исследованиях и приписываемые воздействию отдельного вещества, на самом деле могут быть следствием воздействия других загрязняющих веществ в смеси. Химические вещества, часто изучаемые в эпидемиологических исследованиях, могут быть источниками сочетанного загрязнения воздуха, вызывая эффект суммации. Эта проблема особенно актуальна в связи с последствиями для здоровья экспозиции к взвешенным частицам (PM) в атмосферном воздухе.

PM, загрязняющие атмосферный воздух, включают в себя смесь твердых и жидких частиц, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии. К показателям, которые обычно используются для характеристики PM и имеют значение для здоровья, относятся массовая концентрация частиц диаметром менее 10 мкм (PM_{10}) и

частиц диаметром менее 2,5 мкм ($PM_{2.5}$). В $PM_{2.5}$, которые часто называют мелкодисперсными взвешенными частицами, также входят ультрамелкодисперсные частицы диаметром менее 0,1 мкм.

Анализ данных о влиянии на сердечно-сосудистую систему, выполненный кардиологами, эпидемиологами, токсикологами и другими экспертами в области общественного здравоохранения, позволяет делать вывод, что длительная экспозиция к $PM_{2.5}$ является причиной сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности. В глобальном масштабе на счет воздействия PM относят приблизительно 3 % случаев смерти от кардиопульмонарной патологии и 5 % случаев смерти от рака легкого. Однако бремя болезней, обусловленное загрязнением атмосферного воздуха, может быть еще выше. Согласно расчетам, на долю загрязнения атмосферного воздуха, выражающегося в годовой концентрации $PM_{2.5}$, приходится 3,1 млн случаев смерти и около 3,1 % числа утраченных лет здоровой жизни во всем мире [7].

Образ жизни является ведущим фактором, определяющим здоровье населения. Почти 6 млн людей умирают ежегодно в результате как непосредственного употребления табака, так и пассивного курения. К 2030 г. это число возрастет до 7,5 млн, что составит 10 % всех случаев смерти. Согласно оценкам, курение является причиной около 71 % случаев рака легких, 42 % хронических заболеваний дыхательных путей и приблизительно 10 % сердечно-сосудистых заболеваний [3].

По данным глобального опроса, проведенного в России в 2016 г., распространенность табакокурения среди взрослого населения Российской Федерации составила 30,9 %, среди мужчин – 50,9 % и среди женщин – 14,3 %. Пассивному курению в домах подвергается 23,1 %, на рабочих места – 21,9 % [2]. В настоящее время доказано, что курение способствует развитию целого ряда хронических заболеваний (сердечно-сосудистой системы, легких, онкологической патологии, язвенной болезни желудка), приводящих к преждевременной инвалидизации и последующей смерти человека.

В реальной жизни у одного и того же человека часто обнаруживаются одновременно два-три (и более) фактора риска. При этом факторы риска могут оказывать как сочетанное влияние, так и потенцирующее действие одного на другой, усиливающее их влияние на развитие, прогрессирование и неблагоприятный исход хронических неинфекционных заболеваний.

Цель работы – анализ первичной заболеваемости болезнями органов кровообращения и смертности от них в городах Архангельской области, оценка ущерба, связанного с воздействием загрязняющих веществ атмосферного воздуха и риска развития болезней органов кровообращения при воздействии поведенческих факторов риска.

Материалы и методы. Для установления числа атрибутивных исходов использовались функция концентрация-ответ, выраженная через величину относительного риска на 10 мкг/м^3, и частота анализируемых нарушений состояния здоровья на 1000 населения. В связи с тем, что в г. Новодвинске мониторируется только общая фракция взвешенных веществ (TSP), использованы расчетные концентрации мелкодисперсных фракций взвешенных частиц [4]. Для расчета дополнительного числа исходов, связанных с воздействием воздушных поллютантов, использовалась среднегодовая концентрация взвешенных веществ за 2008–2018 гг. За этот же период наблюдения использовались среднемноголетние частоты исходов в популяции Новодвинска: общая смертность (исключая внешние причины), смертность от болезней органов дыхания, кровообращения и рака легкого.

В качестве фоновых уровней экспозиции использовались пороговые значения концентраций взвешенных веществ (0,01 мг/м^3), PM_{10} (0,0075 мг/м^3) и $PM_{2.5}$ (0,0035 мг/м^3) [6]. Оценка возможного ущерба здоровью населения Новодвинска от воздействия среднегодовых концентраций взвешенных веществ проводилась с применением показателей зависимости концентрация-ответ, полученных в многочисленных эпидемиологических исследованиях.

Для получения информации о распространенности табакокурения и потребления алкоголя выполнено поперечное исследование путем анкетирования городского населения, проживающего на территории Архангельской области. Объем выборочной совокупности составил 697 человек старше 18 лет. Выборка была стратифицирована по полу и возрасту. Средний возраст респондентов составил 43 г. (Q_1 = 30; Q_3 = 55 лет).

Оценка риска возникновения заболеваний, связанных с потреблением табака и алкоголя, проводилась на основе методических рекомендаций «Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения» (МР 2.1.10.0033–11). Для оценки зависимости «фактор – эффект» в отношении влияния активного курения и злоупотребления алкоголем на здоровье населения использовались показатели суточного поступления никотина и чистого алкоголя в организм. Для расчета суточного поступления никотина в организм использовалось значение содержания никотина в сигаретах, равное 0,5 мг.

Индивидуальный риск развития ишемической болезни сердца (ИБС) при воздействии табакокурения рассчитывался для каждого ежедневно курящего респондента с учетом возраста начала курения и количества выкуриваемых сигарет в день. При расчете риска развития ИБС, обусловленного потреблением алкоголя, использовалось количество потребляемого чистого алкоголя для каждого респондента, а возраст начала потребления алкогольных напитков принимался равным 18 лет. Рассчитывались индивидуальный и популяционный риски возникновения ИБС при изолированном воздействии никотина и алкоголя, а также суммарный риск при сочетанной экспозиции обоих факторов. Уровень индивидуального риска в диапазоне от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ и выше $1 \cdot 10^{-3}$ характеризовался как неприемлемый, в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ – как допустимый.

Результаты. Среднемноголетняя частота первичной заболеваемости инсультами взрослого населения в Новодвинске (64,0 на 1000) выше по сравнению с Архангельском и Северодвинском в 1,8 и 2,3 раза соответственно. Основным источником загрязнения атмосферы в г. Новодвинске является АО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат», который вносит основной вклад в выбросы стационарных источников (более 90 %). Выбросы автотранспорта составляют 6 % антропогенных выбросов. Регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Новодвинске проводятся ФГБУ «Северное УГМС» на двух постах опорной сети. По данным мониторинга, среднемноголетние концентрации взвешенных частиц составили 0,059 мг/м^3.

Установлено, что популяционный риск влияния общей фракции взвешенных веществ составляет 2,1 % дополнительной смерти в год среди населения города от всех причин, исключая внешние, от болезней органов кровообращения – 1,4 %, органов дыхания – 5,4 % и рака легкого – 15,6 %. Популяционный риск влияния PM_{10} равен 2,6 % дополнительной смерти в год среди населения города от всех причин, исключая внешние, от болезней органов кровообращения – 4,9 %, органов дыхания – 11 % и рака легкого – 13,8 %. Возможный ущерб, связанный с воздействием

$PM_{2.5}$, составляет дополнительно 12,4 % дополнительных смертей от всех причин, 4,5 % – от сердечно-сосудистых заболеваний, 7 % – от болезней органов дыхания и 24,8 % – от рака легкого.

В пяти городах Архангельской области проживает 73 % населения всей территории. Анкетирование показало, что удельный вес курящего городского населения Архангельской области составил 37,4 % (95 % ДИ: 33,8–41,0). При этом доля курящих мужчин (61,9 %) была в три раза выше, чем курящих женщин (22,0 %). Среди потребляющих табак преобладали лица, курящие ежедневно (61,8 %). Распределение курящих респондентов выявило, что почти 40 % курящих горожан потребляет табак более 20 лет. Тем не менее значительна доля тех, кто хотел бы бросить курить (65,4 %).

Более половины респондентов (60,5 %), проживающих в городах Архангельской области, потребляют алкогольные напитки с различной периодичностью. Распределение респондентов по частоте потребления алкогольных напитков показало, что среди городского населения потребляют те или иные алкогольные напитки ежедневно 1,1 % (95 % ДИ: 0,5–2,3), 1 раз в неделю – 8,6 % (95 % ДИ: 6,5–11,3), 2–3 раза в месяц – 13,2 % (95 % ДИ: 10,5–16,3), 1 раз в месяц – 12,6 % и реже 1 раза в месяц – 25,0 % (95 % ДИ: 21,5–28,8).

Характеристика среднего потребления алкогольных напитков показала, что больше всего за один прием городские жители потребляют пива (667,4 г). Потребление некрепленого вина составило 352,1 г, крепленого вина – 276,5 г, водки – 222,9 г. Среднее количество потребляемого чистого алкоголя за один прием среди курящего населения, которое потребляет алкогольные напитки, по возрастным группам составило: 20–29 лет – 96,7 г, 30–39 лет – 150,3 г, 40–49 лет – 124,5 г, 50–59 лет – 70,9 г, 60 лет и старше – 106,8 г.

Установлено, что при воздействии только табакокурения риск развития ИБС для населения в возрастной группе 20–29 лет является допустимым (5,2 Е–05), в группе 30–39 лет – настораживающим (5,5 Е–04), а среди курящего населения старше 40 лет – высоким и неприемлемым (6,6Е–03). Воздействие алкоголя обусловливает допустимый риск развития ИБС у населения в возрастных группах 20–29 и 30–39 лет (6,9 Е–06 и 5,5 Е–05 соответственно). В группе 40–49 лет риск возникновения ИБС, связанный с потребление алкоголя, является настораживающим (4,1 Е–04), а у населения старше 50 лет – высоким (1,6Е–03).

Суммарный риск воздействия табакокурения и потребления алкоголя для городского населения в возрастной группе 20–29 лет находится на допустимом уровне (5,9 Е–05), в возрасте 30–39 лет настораживающим (6,1Е–04), а в группах 40–49, 50–59, 60 лет и старше – высоким (7,0Е–03 и выше).

Выявлено, что основной вклад в суммарный риск развития ИБС вносит табакокурение. Удельный вес воздействия потребления табака среди респондентов колеблется от 75,0 до 99,9 %, в среднем составляет 91,5 %. Вклад потребления алкоголя в суммарный риск колеблется от 0,1 до 25 %, в среднем составляет 8,5 %.

Популяционный риск возникновения ИБС среди взрослого городского населения Архангельской области, потребляющего табак и алкоголь, при изолированном воздействии табакокурения и потребления алкоголя составляет 11 145 и 960 случаев ИБС соответственно. Дополнительный риск развития ИБС у населения в возрастной группе 60 лет и старше, обусловленный курением, по величине приведенного относительного риска находится на уровне 0,502 и квалифицирует-

ся как высокий, требующий отказа от табакокурения. Как показали результаты опроса, только 8 % курящего населения в возрасте старше 60 лет желают бросить курить, а предпринимали попытку отказаться от табака – 3,5 % респондентов данной возрастной группы.

Несмотря на предпринимаемые меры по улучшению качества воздуха, негативные последствия для здоровья наблюдаются при концентрациях аэрополлютантов в воздухе ниже установленных стандартов качества. Количественные оценки воздействия загрязнения воздуха на здоровье являются наиболее важными для лиц, участвующих в процессе принятия и реализации местных, региональных и национальных мер по уменьшению загрязнения воздуха. Риск развития ИБС, обусловленный табакокурением, у городского населения Архангельской области среднего и старшего возраста является неприемлемым и требует разработки мероприятий, направленных на корректировку поведенческих факторов риска.

В настоящее время в рамках международного проекта по сердечно-сосудистым заболеваниям в России (IPCDR) проводится сравнительное исследование «От сердца к сердцу» (Heart to Heart) с целью выяснить причины различий в смертности от болезней органов кровообращения между Россией и Норвегией путем сравнения данных исследования здоровья населения норвежского г. Тромсё (Tromsø Study) и российского исследования «Узнай свое сердце» (Know Your Heart), проведенного в Новосибирске и Архангельске в 2015–2017 гг. [8].

Список литературы

1. Воздействие взвешенных частиц на здоровье. – Всемирная организация здравоохранения, 2013. – 20 с.

2. Глобальный опрос взрослого населения о потреблении табака: Российская Федерация. Краткий обзор. – Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2016. – 10 с.

3. Глобальные факторы риска для здоровья. Смертность и бремя болезней, обусловленные некоторыми основными факторами риска. – Всемирная организация здравоохранения, 2015. – 70 с.

4. 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 Э Ч и ГОС, 2002. – 408 с.

5. Оценка риска для здоровья от загрязнения воздуха – общие принципы. – Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2016. – 40 с.

6. Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, касающиеся твердых частиц, озона, двуокиси азота и двуокиси серы. Глобальные обновленные данные ВОЗ. Всемирная организация здравоохранения, 2005. – 27 с.

7. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010 / S.S. Lim, T. Vos, A.D. Flaxman [et al.] // Lancet. – 2012. – Vol. 15, № 380. – P. 2224–2260. DOI: 10.1016/S0140-6736 (12) 61766-8

8. Know Your Heart: Rationale, design and conduct of a cross-sectional study of cardiovascular structure, function and risk factors in 4500 men and women aged 35–69 years from two Russian cities, 2015–2018 / S. Cook, S. Malyutina, A.V. Kudryavtsev [et al.] // Wellcome Open Res. – 2018. – № 3. – P. 67. DOI: 10.12688/wellcomeopenres.14619.3

Вакцинация против свиного гриппа вызвала нарколепсию в нескольких европейских странах

И. Бострум[1], О. Линдбергер[2], М. Партинен[3,4], А.-М. Ландтблом[1,2]

[1]Университет Линчёпинга, г. Линчёпинг, Швеция,
[2]Университет Уппсалы, г. Уппсала, Швеция,
[3]Университет Хельсинки,
[4]Клиника расстройств сна исследовательского центра Vitalmed,
г. Хельсинки, Финляндия

Нарколепсия – это редкое расстройство сна, которое отличается приступами быстрого сна и чрезмерной сонливостью в дневное время. Она подразделяется на два типа; нарколепсия первого типа вызывает дефицит орексина и катаплексию, в то время как нарколепсия второго типа не вызывает подобные расстройства. Предполагается, что нарколепсия первого типа является аутоиммунным заболеванием, которое вызывает разрушение клеток, производящих орексин. Механизм патологии до конца не изучен. Существует сильная взаимосвязь с аллелем второго класса HLADQB1*06: 02; также с нарколепсией связаны вирусы ВИЧ и стрептококковые инфекции. Тяжесть заболевания у пациентов разная, среди них есть те, кто в состоянии справиться с заболеванием без лекарств, но есть и пациенты, страдающие от огромного воздействия болезни на их повседневную жизнь. Между появлением первых симптомов и постановкой правильного диагноза существует задержка, которая в отдельных случаях может превышать десять лет. Средняя распространенность заболевания в мире составляет 30 случаев на 100 тыс. человек. Заболеваемость среди детей в Северной Европе возросла за период с 2010 г. Изучение пандемии, вызванной штаммом гриппа H1N1, выявило высокую смертность от заболевания и обусловило необходимость скорейшей разработки вакцины. Одной из разработанных вакцин стала «Пандемрикс», которая наиболее широко использовалась в Европе, и ею было вакцинировано, к примеру, 61 % населения Швеции. Исследования показали увеличение заболеваемости нарколепсией первого типа среди населения европейских стран, привитого «Пандемрикс»; применение других вакцин не приводило к увеличению риска.

Ключевые слова: нарколепсия, вирус H1N1, «Пандемрикс», заболеваемость, распространенность, задержка в постановке диагноза.

Нарколепсия – это редкое расстройство сна, вызывающее чрезмерную сонливость в дневное время, когда пациент может заснуть днем против своего желания, его сон является быстрым, в поведении появляются автоматические реакции, галлюцинации на грани сна и пробуждения, паралич во сне, периодические движения конечностей [12], психиатрические симптомы [12, 16], также диагностируется увеличение веса [19]. Нарколепсия первого типа также вызывает катаплексию (эмоции, приводящие к потере мышечного тонуса) и недостаток орексина, определяемый в цереброспинальной жидкости. Катаплексия и дефицит орексина не возникают вследствие нарколепсии второго типа [15]. Общераспространенным симптомом нарколепсии первого типа является прерывистый ночной сон с несколькими пробуждениями [12].

Исследованиями показано, что нарколепсия воздействует на жизнь пациента в самых разных областях; она влияет на способность детей к обучению, вызывает

поведенческие проблемы примерно у половины пациентов детского возраста, а среди взрослых с нарколепсией выше процент безработных и людей с низким уровнем дохода [12]. Многие пациенты с нарколепсией жалуются на проблемы с памятью, но результаты разных исследований в этой сфере довольно противоречивы, и объективных доказательств подобного симптома получено не было. Исследование с участием подростков не вывило дефицита памяти среди пациентов с нарколепсией по сравнению с контролем, но предположило, что у пациентов могли быть проблемы с удержанием внимания [6].

Заболеваемость равняется одному случаю в год на 100 тыс. жителей [15], но она возросла среди детского населения Северной Европы за период с 2010 г. [12]. Среднемировая распространенность заболевания составляет 30 случаев на 100 тыс. населения, причем наиболее высокий уровень зарегистрирован в Японии ($160/10^5$), а самый низкий – в Израиле ($0{,}23/10^5$), что может быть частично объяснено генетическими факторами, но также и тем фактом, что распространенность посчитана для разных возрастных интервалов [12]. Нарколепсия наиболее часто возникает в возрасте от 10 до 30 лет, ее появление после 40 лет является довольно редким, и также редко сообщалось о случаях среди детей младше 10 лет [12].

Между появлением симптомов и постановкой диагноза, как правило, возникает определенный временной разрыв, и он может быть довольно значительным, но существует тенденция к его сокращению [21]. В разных исследованиях сообщается о задержке в постановке диагноза длительностью от 7,4 до 16 лет [2, 3, 7, 17, 20]. Обзор литературы, проведенный Lindberger, который включал изучение вышеупомянутых работ, выявил, что в большинстве исследований упоминается задержка в постановке диагноза длительностью более 10 лет [10].

Диагностические критерии согласно ICSD-3[2]

Нарколепсия первого типа. Должны быть заполнены критерии А и В:

А. У пациента в течение дня возникает непреодолимое желание заснуть, и подобные симптомы продолжаются не менее трех месяцев.

В. Присутствие хотя бы одного из нижеперечисленных симптомов или обоих сразу:

1. Каталексия и среднее время засыпания длительностью ≤8 мин и два или более приступов быстрого сна в многочисленных тестах по скорости засыпания, выполненных согласно стандартной методике. Приступ быстрого сна в течение 15 мин после засыпания на предшествующей ночной полисомнограмме может заменять один из приступов быстрого сна в многочисленных тестах по скорости засыпания.

2. Уровень орексина в цереброспинальной жидкости, измеренный посредством иммунной реактивности, составляет либо ≤ 110 пикограмм/мл или < 1/3 средних величин, полученных для случаев контроля в такой же стандартизованной выборке.

Нарколепсия второго типа. Должны выполняться критерии А–Е:

А. У пациента в течение дня возникает непреодолимое желание заснуть, и подобные симптомы продолжаются не менее трех месяцев.

В. Среднее время засыпания длительностью ≤8 мин и два или более приступа быстрого сна в многочисленных тестах по скорости засыпания, выполненных согласно стандартной методике. Приступ быстрого сна в течение 15 мин после засыпания на предшествующей ночной полисомнограмме может заменять один из приступов быстрого сна в многочисленных тестах по скорости засыпания.

C. Катаплексия не возникает.

D. Уровень орексина в цереброспинальной жидкости не измерялся или уровень орексина в цереброспинальной жидкости, измеренный посредством иммунной реактивности, составляет либо >110 пикограмма/мл, либо >1/3 средних величин, полученных для случаев контроля в такой же стандартизованной выборке.

E. Гиперсонливость и / или показатели тестов на время засыпания не могут быть объяснены такими причинами, как недостаток сна, обструктивное апноэ, расстройство, связанное с задержкой смены фаз сна, или эффект, вызванные приемом лекарств (прекращением их приема)

Лечение заболевания в Швеции

На встрече экспертов, которая была организована в Швеции в феврале 2013 г. Агентством по медицинским продуктам, была составлена схема симптоматического лечения нарколепсии. Очень важно добиться наличия у пациента регулярных привычек, связанных со сном, избегать лишения сна, планировать регулярные периоды для сна в течение дня и избегать наличия в рационе легко усваиваемых углеводов. Также подчеркивалась важность поддержки и советов со стороны медиков, обладающих знаниями о нарколепсии, и лечение сопутствующих заболеваний [9].

Медицинское лечение гиперсонливости у взрослых пациентов включает применение модафинила, метилфенидата или амфетамина. Метилфинидат можно сочетать с модафанилом. Катаплексию у взрослых пациентов можно лечить натриумоксибатом или антидепрессантами. Натриумоксибат также может сокращать частоту пробуждений в ночное время и субъективное ощущение сонливости днем. Антидепрессанты могут оказывать эффект на галлюцинации и сонный паралич, связанные с засыпанием и пробуждением [9]. Питолизант принадлежит к новому классу препаратов и, как было показано, помогает в лечении катаплексии, дневной сонливости, галлюцинаций и сонного паралича у некоторых пациентов [11].

Гиперсонливость у детей и подростков можно лечить модафинилом или метилфинидатом. Антидепрессанты (в основном ингибиторы серотонина и эпинефрина) используются для лечения катаплексии. Расстройства сна обычно лечат мелатонином и иногда – натриумоксибатом [9].

Предполагается, что нарколепсия первого типа является аутоиммунным заболеванием, которое вызывает дефицит орексина путем разрушения нейронов в той части гипоталамуса, что производит орексин, но патологический процесс, стоящий за этим, пока неизвестен. В качестве возможных механизмов предлагались опосредованный клетками аутоиммунитет, автоантитела или цитотоксичность. ВИЧ-инфекция и стрептококковые инфекции также связывались с развитием нарколепсии [12, 15]. Еще одним подтверждением гипотезы, связанной с аутоиммунитетом, является присутствие аллеля второго класса HLA HLADQB1*06: 02 у 98 % пациентов с нарколепсией первого типа. HLADQB1*06: 02 распространен в западных странах, где 20–30 % населения являются носителями данного аллеля, но тем не менее, согласно оценкам, он повышает риск развития нарколепсии в 250 раз по сравнению с теми, у кого он отсутствует. С нарколепсией связывают и другие гены, большинство из которых вовлечены в процесс регуляции иммунной системы [15].

Пандемрикс и риск нарколепсии. Ранние исследования пандемии гриппа A H1N1 в 2009 г. показали, что вирус влечет за собой высокую смертность, особенно

среди молодых людей и беременных женщин. Это обусловило необходимость как можно скорее найти эффективную вакцину против штамма гриппа A H1N1 [15].

Вакцина «Пандемрикс» была наиболее распространенной в Европе [15]. Она одобрена в рамках ускоренных процедур оценки, принятых в Европе. В Швеции примерно 61 % населения получили прививку «Пандемрикс» в период с октября 2009 г. по март 2010 г., но охват вакцинацией был даже шире среди конкретных групп населения, например, детей, здоровых работников и наиболее уязвимых групп населения [1]. В целом в Европе применялись восемь разных вакцин [15]. Три из них, включая «Пандемрикс», имели в своем составе вспомогательные вещества, которые усиливали их эффект. В двух вакцинах использовалось вещество MF59, а в «Пандемриксе» было применено вещество AS03, которое также использовалось в составе «Арепранрикс», вакцины, применяемой в Канаде [8]. «Пандемрикс» и «Аренпранрикс» различались по количеству антигена, которое было выше в «Пандемриксе», а также модификациями белка и белковой структуры [15].

После массовой вакцинации населения вакциной «Пандемрикс» в нескольких европейских странах заболеваемость нарколепсией первого типа возросла [12, 15]. В Швеции первые признаки повышенного риска нарколепсии среди детей, вызванной прививкой «Пандемрикс», возникли в июне 2010 г. [1], а в Финляндии подобное наблюдалось летом 2010 г. [12]. Повышенный риск нарколепсии после вакцинации вакциной «Пандемрикс» наблюдался в основном среди детей и молодых людей в последующий период вплоть до 2011 г., с трех-четырехкратным увеличением риска среди людей, привитых в возрасте младше 21 года, и повышенным, но все же не до такой степени, риском среди людей, привитых в возрасте 21–30 лет [1]. В Саудовской Аравии, напротив, не было выявлено никакой повышенной заболеваемости нарколепсией после вакцинирования «Пандемрикс», но охват населения данной вакцинацией неизвестен [13].

В когортном исследовании Persson et al. [18] пытались определить, приводила ли вакцинация «Пандемрикс» к повышению риска некоторых аутоиммунных и неврологических заболеваний, например, рассеянного склероза, полинейропатии, эпилепсии, ревматоидного артрита, болезням щитовидной железы, миастении и болезни Аддисона. Исследование выявило повышенный риск нарколепсии после вакцинации «Пандемрикс», повышенных рисков других неврологических или аутоиммунных заболеваний выявлено не было.

Метаанализ и системный обзор выявили повышенную заболеваемость нарколепсией в Финляндии, Франции, Ирландии, Нидерландах, Норвегии, Швеции и Великобритании, т.е. в странах, где использовалась вакцина «Пандемрикс»; подобный риск не был выявлен в странах, где применялись другие вакцины, включая «Арепанрикс». Заболеваемость среди детей и подростков возросла в 5–14 раз; среди взрослого населения – в 3–7 раз [8]. В Китае заболеваемость нарколепсией после пандемии H1N1 в 2009 г. возросла и без вакцинации [12, 15], но в других странах подобный эффект не наблюдался [15]. Однако Trogstad et al. [14] сообщили о синергетическом эффекте, вызываемом одновременным воздействием инфекции, вызванной вирусом гриппа H1N1 и вакцинацией «Пандемрикс», произведенном на риск развития нарколепсии среди населения Норвегии. Вполне возможно, что генетическая предрасположенность в сочетании с несколькими средовыми факторами, одним из которых является вакцина «Пандемрикс», вносит определенный вклад в развитие нарколепсии [12].

Высказывалось предположение, что люди, обладающие аутоиммунитетом, или имеющие родственников с ним, подвержены риску возникновения аутоиммунных реакций после вакцинации, так же, как и люди с генетической предрасположенностью; Sarkanen et al. [15] предположили, что, например, стрептококковая инфекция могла привести к временному снижению внутренней толерантности в дополнение к вакцинации.

Тяжесть нарколепсии, вызванной прививкой «Пандемрикс», варьируется от случаев, когда пациентам не нужны лекарства, до случаев тяжелой инвалидности и серьезных психиатрических синдромов [15]. Исследования, в которых сравнивались пациенты детского возраста с нарколепсией первого типа, привитые «Пандемрикс», и пациенты, которые не были вакцинированы, выявили более стремительное развитие заболевания среди привитых пациентов; среди привитых детей чаще выявлялись такие признаки катаплексии, как лицевая гипотония и выпячивание языка [15], для привитых пациентов было более характерно проявление катаплексии как начального симптома заболевания, а также наличие двух симптомов и более [1]. Среди финских детей, привитых «Пандемрикс» и страдающих от нарколепсии первого типа, был более распространен беспокойный сон в ночное время, чем среди непривитых итальянских детей с нарколепсией первого типа [19]. В одном из исследований было выявлено, что пациенты, привитые «Пандемрикс», и страдающие от нарколепсии, чаще страдали от катаплексии, и что у 10 % пациентов, у которых нарколепсия была выявлена еще до вакцинации «Пандемриксом», после вакцинации наблюдалось ухудшение симптомов катаплексии [19]. Клиническое течение развития нарколепсии первого типа отличается разнообразием, и общая клиническая картина, наблюдаемая у вакцинированных и невакцинированных пациентов, кажется довольно схожей [19]. В странах, где применялась вакцина «Пандемрикс», нарколепсия считается неблагоприятным последствием вакцинации, и пациентам, у которых заболевание развилось после вакцинации, была выплачена компенсация, но правила выплаты этой компенсации были разными в разных странах [19]. Временное окно повышенного риска нарколепсии после вакцинации «Пандемрикс» оценивается примерно в два года после вакцинации в исследованиях, проведенных в Швеции и Финляндии, но до конца еще точно не определено [15].

В нашей неврологической клинике в Уппсале мы часто сталкиваемся с пациентами с нарколепсией, заболевание у которых диагностировано с задержкой. Например, мы обнаружили семь пациентов с нарколепсией, вызванной вакцинацией «Пандемрикс», у которых задержка в постановке диагноза превысила 10 лет. Предыдущими неправильными диагнозами были анемия, астма, психосоциальные проблемы, депрессия и синдром неуточненной усталости.

Выводы. Как было показано в нескольких исследованиях, вакцина «Пандемрикс» приводит к повышенному риску заболевания нарколепсией в течение двух лет после вакцинации. Нарколепсия оказывает огромное влияние на повседневную жизнь; заболевание распространено в основном среди молодых людей. Также отмечается задержка в постановке диагноза, что означает, что некоторые пациенты годами не получают необходимого лечения. Так как развитие нарколепсии может оказать огромное влияние на жизнь молодого поколения и привести к развитию сопутствующих заболеваний, очень важно как можно скорее поставить правильный диагноз. Представление о том, что вакцинация может запустить развитие аутоим-

мунного заболевания, увеличивает важность идентификации возможных факторов риска для каждого отдельного человека, которые следует принимать во внимание во время массовой вакцинации.

Список литературы

1. A coordinated cross-disciplinary research initiative to address an increased incidence of narcolepsy following the 2009–2010. Pandemrix vaccination programme in Sweden / N. Feltelius, I. Persson, J. Ahlqvist-Rastad [et al.] // J. Intern. Med. – 2015. – Vol. 278. – P. 335–353.

2. BaHammam A.S., Alenezi A.M. Narcolepsy in Saudi Arabia. Demographic and clinical perspective of an under-recognized disorder // Saudi. Med. J. – 2006. – Vol. 27, № 9. – P. 1352–1357.

3. Clinical, polysomnographic and genome-wide association analyses of narcolepsy with cataplexy: a European Narcolepsy Network study / G. Luca, J. Haba-Rubio, Y. Dauvilliers [et al.] // J. Sleep. Res. – 2013. – Vol. 22, № 5. – P. 482–495. DOI: 10.1111/jsr.12044

4. Delayed diagnosis, range of severity, and multiple sleep comorbidities: a clinical and polysomnographic analysis of 100 patients of the Innsbruck narcolepsy cohort / B. Frauscher, L. Ehrmann, T. Mitterling [et al.] // J. Clin. Sleep. Med. – 2013. – Vol. 9, № 8. – P. 805–812. DOI: 10.5664/jcsm.2926

5. Diagnostic delay in narcolepsy type 1: combining the patients' and the doctors' perspectives / R.N. Taddei, E. Werth, R. Poryazova [et al.] // J. Sleep. Res. – 2016. – Vol. 25, № 6. – P. 709–715. DOI: 10.1111/jsr.12420

6. Evidence for cognitive resource imbalance in adolescents with narcolepsy / S.T. Witt, N.M. Drissi, S. Tapper [et al.] // Brain Imaging and Behavior. – 2018. – № 12. – P. 411–424. DOI: 10.1007/s11682-017-9706-y

7. Factors associated with a delay in the diagnosis of narcolepsy / E. Morrish, M.A. King, I.E. Smith [et al.] // Sleep. Med. – 2004. – № 5. – P. 37–41.

8. Incidence of narcolepsy after H1N1 influenza and vaccinations: Systematic review and meta-analysis / T.O. Sarkanen, A.P.E. Alakuijala, Y.A. Dauvilliers [et al.] // Sleep Medicine Reviews. – 2018. – Vol. 38. – № 177–186. DOI: 10.1016/j.smrv.2017.06.006

9. Läkemedelsbehandling av narkolepsi – ett kunskapsdokument // Information från Läkemedelsverket. – 2013. – Vol. 24, № 4. – P. 21–27.

10. Lindberger O. Characterizing the diagnostic delay in Narcolepsy: A literature review. – Uppsala University, 2019.

11. Long-term use of pitolisant to treat patients with narcolepsy: Harmony III Study / Y. Dauvilliers, I. Arnulf, Z. Szakacs [et al.] // SLEEPJ. – 2019. – Vol. 42, № 11. – P. 1–11. DOI: 10.1093/sleep/zsz174

12. Narcolepsy as an autoimmune disease: the role of H1N1 infection and vaccination / P. Partinen, B.R. Kornum, G. Plazzi [et al.] // Lancet Neurol. – 2014. – № 13. – P. 600–613. DOI: 10.1016/S1474-4422 (14) 70075-4

13. Narcolepsy in Saudi patients before and after the 2009 H1N1 vaccination. The experience of 2 referral centers / S.O. Qasrawi, A.M. Albarrak, A.S. Alharbi [et al.] // Saudi. Med. J. – 2017. – Vol. 38, № 12. – P. 1196–1200. DOI: 10.15537/smj.2017.12.21046

14. Narcolepsy and hypersomnia in Norwegian children and young adults following the influenza A (H1N1) 2009 pandemic / L. Trogstad, I.J. Bakken, N. Gunnes [et al.] // Vaccine. – 2017. – № 35. – P. 1879–1885.

15. Narcolepsy associated with Pandemrix Vaccine / T. Sarkanen, A. Alakuijala, I. Julkunen [et al.] // Current Neurology and Neuroscience reports. – 2018. – № 18. – P. 43. DOI: 10.1007/s11910-018-0851-5

16. Psychiatric symptoms in patients with post-H1N1 narcolepsy type 1 in Norway / S.E.H. Nordstrand, B.H. Hansen, T. Rootwelt [et al.] // SLEEPJ. – 2019. – Vol. 42, № 4. – P. 1–9. DOI: 10.1093/sleep/zsz008

17. Randomized, double-blind, placebo-controlled crossover trial of modafinil in the treatment of excessive daytime sleepiness in narcolepsy / R.J. Broughton, J.A. Fleming, C.F. George [et al.] // Neurology. – 1997. – Vol. 49, № 2. – P. 444–451. DOI: 10.1212/wnl.49.2.444

18. Risks of neurological and immune-related diseases, including narcolepsy, after vaccination with Pandemrix: a population- and registry-based cohort study with over 2 years of follow-up / I. Persson, F. Granath, J. Askling [et al.] // J. Intern. Med. – 2014. – № 275. – P. 172–190. DOI: 10.1111/joim.12150

19. Sarkanen T., Alakuijala A., Partinen M. Clinical course of H1N1-vaccine-related narcolepsy // T. Sleep Medicine. – 2016. – № 19. – P. 17–22. DOI: 10.1016/j.sleep.2015.11.005

20. The burden of narcolepsy with cataplexy: How disease history and clinical features influence socio-economic outcomes / F. Ingravallo, V. Gnucci, F. Pizza [et al.] // Sleep Med. – 2012. – № 13. – P. 1293–1300.

21. Thorpy M.J., Krieger A.C. Delayed diagnosis of narcolepsy: characterization and impact // Sleep. Med. – 2014. – Vol. 15, № 5. – P. 502–507. DOI: 10.1016/j.sleep.2014.01.015

Анализ вакцинального анамнеза и состояния коллективного иммунитета к кори у учащихся средних общеобразовательных организаций

В.Г. Макарова, О.Ю. Устинова, Д.А. Эйсфельд

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

Проведено изучение вакцинального анамнеза и состояния коллективного иммунитета к кори у учащихся различных возрастных групп средних образовательных организаций крупного промышленного центра (группа наблюдения) и малого города культурно-рекреационного типа (группа сравнения).

Выполнен сопоставительный анализ данных медицинской документации о своевременности и полноте выполнения профилактических прививок против кори у 387 учащихся начальной (7–8 лет и 10–11 лет), основной (13–14 лет) и старшей школы (16–17 лет). Для исследования поствакцинального иммунитета были отобраны 92 школьника группы наблюдения и 91 – группы сравнения, которым проведена полноценная и своевременная вакцинация и ревакцинация живой коревой вакциной. Установлено, что только 52 и 54 % детей исследуемых групп начинают иммунопрофилактику против кори в возрасте одного года. В обеих

группах 95%-ный охват первичной иммунизацией против кори достигается к 1,5–2,0 г., а ревакцинацией – к 7,5–8,0 г. Вместе с тем несоблюдение графиков вакцинации и ревакцинации на территории промышленного центра встречается в 1,3–1,6 раза чаще, чем на территории сравнения.

На обеих территориях во всех возрастных группах среднегрупповой показатель коллективного иммунитета против кори соответствует протективному, однако у учащихся начальной школы группы наблюдения его уровень достоверно в 2 раза выше, чем аналогичный в группе сравнения. В то же время в группе наблюдения показатель поствакцинального иммунитета в старшей и основной школе в 3,0–3,3 раза ниже, чем в начальной школе и в 1,5–1,9 раза выше показателей соответствующих возрастных групп на территории сравнения. Несмотря на то, что отклонение от сроков графика вакцинации и ревакцинации не снижает уровень коллективного иммунитета, на обеих территориях 21–29 % учащихся средней и старшей школы не имеют защитного уровня антител к вирусу кори. Наиболее незащищенной от коревой инфекции группой являются дети в возрасте до 1,5–2,0 г.

Ключевые слова: вакцинальный анамнез, корь, коллективный поствакцинальный иммунитет, учащиеся, своевременность, большие и малые города.

Иммунопрофилактике отводится ведущее место в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия в борьбе с корью. Основным условием для выполнения Программы ВОЗ по ликвидации кори является высокий охват населения двумя профилактическими прививками (не менее 90–95 %), который ведет к созданию прочного коллективного иммунитета. Однако в условиях низкой заболеваемости корью сохраняются периодические подъемы с активным вовлечением в эпидемический процесс подростков и взрослых, что обусловлено, прежде всего, недостаточным уровнем коллективного иммунитета, усилившимися миграционными процессами, которые, в свою очередь, существенно повышают риск заражения корью непривитых лиц, а также утративших поствакцинальный иммунитет. По данным серологического исследования, проведенного в 2017–2019 гг., было установлено, что 22–40 % населения в возрасте 16–17 и 20–29 лет серонегативны к вирусу кори. В настоящее время сведений о напряженности и длительности сохранения протективного уровня гуморального иммунитета к кори у двукратно привитых школьников недостаточно, что требует проведения дополнительных исследований с целью выявления серонегативных лиц как группы повышенного риска по заболеваемости для проведения дополнительной вакцинации и создания прочного коллективного иммунитета. Изменение иммунологической реактивности и снижение иммунного ответа у населения может быть обусловлено совокупностью действия различных факторов. Недостаточный уровень популяционного иммунитета к кори связывают с нарушением сроков вакцинации, необоснованными медицинскими отводами, ростом числа отказов родителей от вакцинации детей, качеством вакцинных препаратов. Ведется поиск новых факторов, негативно влияющих на эпидемиологическую и иммунологическую эффективность вакцинопрофилактики. Отсутствие сведений вакцинального статуса в крупных промышленных центрах диктует обоснованность данного исследования [1–6].

Цель исследования – изучение вакцинального анамнеза, состояния поствакцинального гуморального иммунитета к вирусу кори у учащихся средних образовательных организаций, проживающих на территории крупного промышленного центра и города культурно-рекреационного типа.

Материалы и методы. Для углубленного исследования состояния вакцинального анамнеза у учащихся средних образовательных организаций был проведен сопоставительный анализ данных медицинской документации (медицинская карта развития ребенка ф. 026/у; сертификат о профилактических прививках ф. 156/у-93) у 387 школьников. Группу наблюдения составили 208 учащихся средних общеобразовательных учреждений крупного промышленного центра, группу сравнения – 179 учащихся школ города культурно-рекреационного типа. Изучение индивидуальных графиков вакцинации проводилось в возрастных группах: 7–8 лет, 10–11 лет – дети начальной школы, 13–14 лет – дети основной школы и 16–17 лет – дети старших классов. Для оценки качества выполнения графика вакцинаций и ревакцинаций анализировались полноценность и своевременность выполнения графика вакцинации детей и подростков в возрасте 7–17 лет против кори (вакцинация в 12 мес. и ревакцинация 6 лет вакциной «ЖКВ»).

Для исследования уровня антител к возбудителю кори (IgG) были отобраны 92 ученика в группе наблюдения и 91 ученик в группе сравнения, которым была выполнена полноценная и своевременная вакцинация (отклонения от графика не более 3 месяцев) и ревакцинация вакциной «ЖКВ». Оценка состояния поствакцинального иммунитета к возбудителю кори проведена через 1, 4, 7 и 10 лет после ревакцинации на основании исследования содержания циркулирующих специфических поствакцинальных антител. Оценка содержания поствакцинальных антител осуществлялась методом иммуноферментного анализа с использованием тест-систем Anti-Measles Viruses ELISA (IgG), предназначенных для количественного определения *in vitro* антител класса IgG к вирусу кори в сыворотке крови.

Для оценки коллективного иммунитета к кори выполнен сравнительный анализ среднегрупповых показателей поствакцинального иммунитета (IgG) относительно протективного уровня (для данных тест-систем: 0,18–5,0 МЕ/мл.) и частоты нарушений формирования специфического иммунитета (содержание поствакцинальных антител ниже протективного уровня) у учащихся разных возрастных групп.

Статистическую обработку полученного материала проводили с помощью стандартных методов параметрической статистики и специальных программных продуктов с приложениями MS-Office.

Результаты. При изучении вакцинального анамнеза против кори было установлено, что только у 52,4 и 54,7 % учащихся обеих групп вакцинация была проведена в возрасте одного года ($p = 0,65$), а среди всех обследованных детей завершенную к 1,5 г. вакцинацию имели только 91,8 % детей группы наблюдения против 96,6 % – в группе сравнения ($p = 0,04$). Наиболее существенные различия были выявлены среди учащихся начальной школы: если в группе наблюдения завершенную к 1,5 г. вакцинацию имели только 85,6 % детей, то в группе сравнения их число было существенно выше – 97 % ($p = 0,01$) (табл. 1). В то же время учащихся начальной школы группы наблюдения, которым вакцинация начата старше 2 лет, было в 3 раза больше, чем в группе сравнения (8,3 и 2,7 %, $p = 0,13$).

Сравнительный анализ графиков вакцинации в группе наблюдения показал, что показатель своевременности его выполнения у детей начальной школы был в 1,4 раза ниже, чем в старших классах (44 % против 63,1 %, $p = 0,05$) и в 1,2 раза – чем в основной школе (44 % против 55,8 %, $p = 0,44$). Аналогичная ситуация прослеживалась и в группе сравнения, где этот показатель в 1,5 раза ($p = 0,00$) и в 1,8 раза ($p = 0,004$) был ниже, чем в основной и старшей школах.

Широкий уровень охвата детского населения (95 %) первичной иммунизацией против кори достигается к 1,5–2,0 г., а ревакцинацией – к 7–8-летнему возрасту. В группе наблюдения к 1 г. 6 мес. вакцинацией охвачено только 85,6 % детей начальной школы, что достоверно ниже, чем в основной школе ($p = 0,03$) и в старших классах ($p = 0,005$). Сравнительный анализ графиков вакцинации в группе сравнения показал, что к 1 г. 6 мес. вакцинацией охвачено 92,8 % детей основной школы, что достоверно ниже, чем в начальной школе ($p = 0,000$) и старших классах ($p = 0,000$).

Результаты исследования показали, что ревакцинация против кори в 6-летнем возрасте с высоким уровнем охвата прививками (95 %) в сроки, рекомендуемые «Национальным календарем профилактических прививок», в обеих исследуемых группах достигнута у учащихся начальной школы. Вместе с тем и в этой возрастной категории выявлены отказы от ревакцинации, при этом в группе наблюдения данный показатель был в 2,7 раза выше, чем в сравниваемой группе (3,5 против 1,3 %, $p = 0,37$) (см. табл. 1).

В ходе анализа вакцинального анамнеза было установлено, что отсроченность ревакцинации на 1 год у детей основной школы группы наблюдения встречалась в 1,9 раз чаще, чем в группе сравнения (8,7 против 4,6 %, $p = 0,03$), а в старших классах – в 1,5 раза (8,0 против 5,2 %, $p = 0,04$).

Таблица 1

Сравнительная таблица графиков вакцинации и ревакцинации против кори учащихся группы наблюдения и сравнения, %

Группы	Вакцинация			Ревакцинация	
	своевременность (в один год)	завершенность к 1,5 г.	отклонение более года (старше 2 лет)	своевременность (в 6 лет)	не проведена
Начальная школа					
Группа наблюдения	44	**85,6**	8.3	95,2	3,5
Группа сравнения	41,6	97	2,7	98,6	1,3
Основная школа					
Группа наблюдения	55,8	95,3	3,5	91,8	1,1
Группа сравнения	50,8	**92,8**	3,5	89,4	–
Старшая школа					
Группа наблюдения	63,1	97,2	–	94,7	–
Группа сравнения	78	100	–	92	–
Всего					
Группа наблюдения	52,4	91,8	4,8	93,7	1,9
Группа сравнения	54,7	96,6	2,2	93,8	0,00
Достоверность различий					
p^1	0,76	**0,01**	0,13	0,23	0,37
p^2	0,55	0,52	1,0	0,62	0,42
p^3	0,12	**0,00**	–	0,61	–
p^4	0,65	0,04	0,17	0,96	0,06

Примечание:

p^1 – достоверность различий группы наблюдения и группы сравнения учащихся начальной школы;

p^2 – достоверность различий группы наблюдения и группы сравнения учащихся основной школы;

p^3 – достоверность различий группы наблюдения и группы сравнения учащихся старших классов;

p^4 – достоверность различий всех учащихся в группе наблюдения и группе сравнения.

Лабораторный анализ состояния поствакцинального иммунитета показал, что среднегрупповые показатели уровня антител к возбудителю кори у всех обследованных детей сравниваемых групп не имели существенных отличий от протективного уровня (0,18–5,0 МЕ/мл, $p = 0{,}001–0{,}01$), однако уровень антител у учащихся группы наблюдения был достоверно выше показателя учащихся сравниваемой группы ($p = 0{,}03$). Наиболее значительные различия этого показателя установлены в возрастной группе 10–11 лет, где данный показатель был в 2,7 раза выше, чем в группе сравнения ($p = 0{,}03$) (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ среднегрупповых показателей поствакцинального иммунитета учащихся разных возрастных групп, МЕ/мл

Возраст, лет	Группа		Достоверность различий
	наблюдения	сравнения	
Начальная школа, 7–8	1,39 ± 0,57	0,95 ± 0,36	0,18
Начальная школа, 10–11	1,42 ± 0,83	0,51 ± 0,25	**0,03**
Основная школа, 13–14	0,44 ± 0,20	0,48 ± 0,22	0,74
Старшая школа, 16–17	0,45 ± 0,18	0,38 ± 0,11	0,48
Всего	0,83 ± 0,22	0,56 ± 0,12	**0,03**

Анализ среднегрупповых показателей содержания поствакцинальных антител у учащихся в различные возрастные периоды показал, что уровень защитных антител с возрастом снижается в обеих исследуемых группах. Наиболее низкий уровень защитных антител имеют учащиеся старше 13–14 лет в группе наблюдения и старше 10–11 лет – в группе сравнения.

В то же время анализ индивидуальных показателей поствакцинального иммунитета у детей различных возрастных групп позволил установить, что защитный уровень антител к кори имеют только 76–82 % учащихся сравниваемых групп, при этом в группе сравнения детей, не имеющих протективного уровня антител, выявлено в 1,3 раза больше, чем в группе сравнения (23 % против 17,3 %, $p = 0{,}33$). Уже через год после ревакцинации в группе сравнения количество детей с отсутствием защитного титра антител к кори достигало 10 %, через 4 года – 33,3 %, что в 2,5 раза больше, чем в группе наблюдения. Обращает на себя внимание, что в обеих исследованных группах среди учащихся старше 13–14 лет, получивших 2-кратную иммунизацию, не имеют защитного уровня антител 21–30 % детей, что позволяет отнести их к группе высокого риска заболевания корью (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительный анализ показателей частоты нарушений поствакцинального иммунитета учащихся разных возрастных групп (ниже протективного уровня, <0,18 МЕ/мл), %

Возраст, лет	Группа		Достоверность различий
	наблюдения	сравнения	
Начальная школа, 7–8	0	10	0,22
Начальная школа, 10–11	13,3	33,3	0,14
Основная школа, 13–14	29,6	24	0,22
Старшая школа, 16–17	21,4	25	0,24
Всего	17,3	23	0,33

Выводы. Таким образом, плановая профилактическая вакцинация против кори проводится с отклонением от рекомендованного «Национальным календарем профилактических прививок» графика в 45–48 % случаев, при этом количество детей младшей школы, у которых своевременно проведена плановая вакцинация против кори, в 1,3 раза меньше, чем среди школьников старших классов.

Несоблюдение графиков вакцинации у детей, проживающих в крупных промышленных центрах, регистрируется в 1,3–1,6 раза чаще, чем у учащихся школ, расположенных в городах культурно-рекреационного типа.

Среднегрупповой показатель коллективного иммунитета против кори у учащихся крупных промышленных центров в 1,5 раза выше, чем у детей, проживающих в городах культурно-рекреационного типа, что связано со сдвигом периода вакцинации и ревакцинации у первых на более поздние сроки.

Анализ результатов серологического исследования на наличие антител к вирусу кори показал, что в условиях низкого уровня заболеваемости напряженность поствакцинального иммунитета снижается: у каждого третьего учащегося, проживающего в крупном промышленном центре и получившего 2-кратную иммунизацию, в возрасте старше 13–14 лет уровень антител не соответствует протективному. На территории городов культурно-рекреационного типа утрата поствакцинального иммунитета происходит в более ранние сроки: уже в возрасте 7–8 лет 10 % детей не имеют протективного уровня антител, а к 10–11 годам этот показатель достигает 33,3 %.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что оценка эффективности мероприятий иммунопрофилактики на территориях крупных и малых городов только по показателям документированной привитости и эпидемиологической эффективности не дает полного представления о защищенности детского населения против кори и требует более широкого внедрения дополнительных мероприятий, направленных на повышение эффективности иммунопрофилактики против кори у детей.

Список литературы

1. Анализ заболеваемости корью в России и проблемы профилактики кори на этапе элиминации / Т.Н. Юнасова, Д.В. Горенков, А.В. Рукавишников [и др.] // БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2019. – № 19 (3). – С. 154–160.

2. Артемова И.В., Куличенко Т.В. Эпидемия кори. Реальна ли угроза? // Вопросы современной педиатрии. – 2017. – № 16 (5). – С. 358–361.

3. Вакцинопрофилактика кори и пути ее оптимизации на завершающем этапе элиминации инфекции / А.А. Голубкова, Т.А. Платонова, А.Н. Харитонов [и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2018. – № 4. – С. 91–94.

4. Влияние особенностей популяционного иммунитета на структуру заболеваемости корью и краснухой / А.П. Топтыгина, М.А. Смердова, М.А. Наумова [и др.] // Инфекция и иммунитет. – 2018. – № 8 (3). – С. 341–348.

5. Иммунологическая восприимчивость населения мегаполиса к кори на этапе ее элиминации / А.В. Ноздрачева, Т.А. Семененко, М.Н. Асатрян [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2019. – № 18 (1). – С. 18–26.

6. Макарова В.Г., Устинова О.Ю., Долгих О.В. Длительность и напряженность гуморального иммунитета к вирусу кори у населения // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 701–704.

Первичные опухоли центральной нервной системы у взрослых пациентов и факторы внешней среды: обзор последних публикаций

Шала Хадери Бернтсон

Больница университета Уппсалы,
г. Уппсала, Швеция

Глиомы составляют 70 % всех первичных опухолей мозга у взрослых пациентов. Согласно классификации опухолей ЦНС, составленной экспертами ВОЗ в 2016 г., диффузные глиомы включают в себя астроцитомы второй и третьей категории, олигодендроглиомы второй и третьей категории и глиобластомы четвертой категории [28]. Злокачественность опухоли определяется категориями от первой до четвертой, и глиобластома, принадлежащая к четвертой категории, является наиболее злокачественной из всех глиом. Несмотря на все успехи, достигнутые в области хирургии, радиотерапии и химиотерапии, прогноз для пациента с глиобластомой остается весьма мрачным, так как медианный срок жизни с подобным диагнозом составляет 9–15 мес. Анапластические глиомы третьей категории отличаются медианным сроком жизни в 1,6 г., и, наконец, глиомы второй категории, которые отличаются более вялотекущим развитием, характеризуются медианным сроком жизни в 5–10 лет [2].

Менингиомы составляют примерно 20 % от всех первичных опухолей мозга и являются вторыми по распространенности опухолями мозга с заболеваемостью 3–4 случая в год на 100 тыс. мужчин и 9–13 случаями в год на 100 тыс. женщин [19]. Большинство менингиом растут медленно, развиваются бессимптомно, и их обнаруживают случайно. Согласно классификации ВОЗ от 2016 г., они относятся к первой категории опухолей, так как являются доброкачественными [28]. Среди гистологических особенностей, которые позволяют отнести менингиому к атипичным и включить ее во вторую категорию по классификации ВОЗ, относятся наличие мозговой инвазии, некроз, высокая насыщенность клетками и выступающие ядра [28].

Менингиомы с размером, превышающим 2,5–3,0 см, обычно уже имеют симптомы. Непредсказуемое и различное клиническое поведение менингиом вызывает трудности в оценке заболеваемости и смертности, вызванной данным видом опухолей. Доля больных, которые действительно проживают 5 лет после постановки диагноза, варьируется от 73 до 94 % [29].

Годовой уровень заболеваемости глиомами оставался относительно стабильным с 1983 г., несмотря на широкое распространение мобильных телефонов [18]. Однако в некоторых европейских странах был обнаружен растущий тренд в данной заболеваемости. Годовой уровень заболеваемости глиобластомой увеличился в Англии более чем в два раза за период 1995–2015 гг. [7]. Эпидемиологические исследования очень важны для идентификации рисков, которые вносят свой вклад в развитие опухолей ЦНС.

Помимо хорошо известных рисков, связанных с высокой дозой ионизирующего излучения, которое принадлежит к канцерогенам первой категории, генетической предрасположенностью в 5 % семей и редких генетических синдромов, есть

несколько внешнесредовых факторов, вызывающих развитие глиом [23]. Наиболее убедительным доказательством взаимосвязи между ионизирующим облучением и опухолями мозга является исследование, проведенное в Израиле на 10 834 пациентах со стригущим лишаем, которые в детском возрасте были подвергнуты облучению в области черепа и затылка в дозе 1–6 Гр, что привело к повышению относительного риска развития опухоли в 6,9 раза, и глиомы – в 2,6 раза, с периодом задержки более 30 лет [30]. Риск развития менингиомы был в 6,5 раза выше среди жителей Хиросимы, подвергшихся воздействию радиации вследствие атомной бомбардировки, чем среди неэкспонированного населения [27].

Еще больше доказательств того, что ионизирующее излучение является канцерогеном, получено в результате исследований пациентов, которые получали курсы лучевой терапии против рака в детском возрасте; отношение шансов (ОШ) для глиомы, менингиомы и всех опухолей ЦНС вместе оценивалось в 6,78 и 7,07 [21]. Что касается диагностирующей компьютерной томографии (КТ) в детском возрасте, недавние исследования, проведенные с участием детей и подростков, выявили повышенный относительный риск опухолей головного мозга, который составлял 23 на 1 Гр [24]. Однако в настоящее время не было выявлено никаких взаимосвязей между КТ головного мозга и риском развития рака среди взрослого населения.

Предметом изучения многих исследований являлось неионизирующее излучение, а именно экспозиция головного мозга радиочастотными электромагнитными волнами мобильных телефонов, и его влияние на риск развития опухолей ЦНС. К концу 2018 г. 67 % всего населения Земли пользовалось услугами мобильной связи. Исследование INTERPHONE, которое координировало Международное агентство по изучению рака, стало крупнейшим международным исследованием, посвященным изучению возможных взаимосвязей между риском развития рака головного мозга и радиочастотными полями, генерируемыми мобильными телефонами [9]. Это многофокусное исследование по типу «случай – контроль» включало 2708 случаев глиомы и 2409 случаев менингиомы, а также соответствующие случаям контроли в 13 странах. Результаты исследования не выявили повышенного риска развития глиомы или менингиомы среди всей выборки пользователей мобильных телефонов [13].

В настоящее время опубликованы результаты девяти метаанализов в данной сфере, по большей части основанных на изучении данных исследования группы INTERPHONE. Основными опухолями, изученными в рамках данного исследования, были глиома, менингиома и акустическая невринома.

Два недавних метаанализа, проведенных в 2017 г., выявили, что продолжительная экспозиция (свыше 10 лет) всеми типами мобильных телефонов была связана с повышенным риском ипсилатерального расположения опухолей ЦНС, а продолжительное использование мобильных телефонов, как оказалось, являлось риск-фактором развития глиомы низкой категории [6, 32]. Как известно, глиомы, принадлежащие к низкой категории, растут медленно и имеют длительный латентный период, оказывая наибольшее воздействие, в основном, на пациентов из младших возрастных групп. Действительно, с учетом того, что известно о развитии глиом низкой категории, важно напомнить, что эти два типа опухолей могут быть связаны с разными механизмами канцерогенеза и различными факторами риска.

В случае изучения разной продолжительности использования мобильного телефона и на разных сторонах головы результаты исследования выборок были

более противоречивыми. Изучение, сфокусированное на будущем периоде, выявило, что длительное использование мобильных телефонов (10 лет против отсутствия использования как такового) вызывало повышенный риск акустической невриномы (10 лет и более: ОР = 2,46, 95 % ДИ = 1,07–5,64, p = 0,03), но не вызывало рисков глиомы или менингиомы [5].

Вследствие отсутствия убедительных доказательств каузальная связь между экспозицией радиочастотным излучением и опухолями ЦНС не была подтверждена. Доказательства были получены исключительно для взаимосвязи между длительным использованием мобильного телефона и акустической невриномой. Обширные перспективные исследования подобных заболеваний с низким уровнем заболеваемости требуют большого количества участников и длительного периода последующего наблюдения. Еще одной проблемой является количественная оценка уровня экспозиции, так как она зависит от типа и модели телефона, а также привычек, связанных с использованием мобильного телефона конкретным индивидуумом, и их изменением с течением времени. Эти факторы частично объясняют ограниченное качество исследований, включенных в метаанализ. Из-за противоречивости научных доказательств Международное агентство по изучению рака отнесло радиочастотные электромагнитные волны к группе 2B, что означает, что они являются потенциальными канцерогенами.

N-нитрозамины (NOCs), как известно, обнаружили потенциальную канцерогенность в экспериментах на животных. Нитрозамины эндогенно появляются в организме из продуктов питания и присутствуют в сушеном мясе, табачных продуктах, косметике, деталях автомобильного интерьера и таких лекарственных препаратах, как диуретики, антигистаминные препараты, антибиотики, транквилизаторы и наркотики. Эксперименты на животных позволили предположить, что NOCs являются фактором риска развития опухоли головного мозга. Самые последние исследования были проведены десять лет назад; три перспективных исследования оценивали употребление красного переработанного и сушеного мяса и не выявили повышенного риска развития глиомы [2, 12, 25]. Исследование методом «случай – контроль», посвященное изучению взаимосвязи между экспозицией плода этилнитрозурией через плаценту вследствие употребления матерью во время беременности определенных продуктов питания и опухолями мозга в детском возрасте, выявило ОШ, равное 1,8 в отношении астроцитом [3]. Подобные исследования не позволяют прийти к подтвержденным заключениям вследствие неточностей и отклонений в выборках.

Что касается металлов, то кадмий как канцероген первого типа связан с целым набором опухолей. Однако доказательства его взаимосвязи с опухолями мозга являются довольно слабыми и получены только в одном исследовании [8]. Исследования методом «случай – контроль», посвященные экспозиции высокими концентрациями свинца, выявили, что она приводила к незначительному увеличению риска опухоли мозга [11].

В нескольких исследованиях методом «случай – контроль» изучалась возможность существования взаимосвязи между экспозицией пестицидами и повышенным риском опухолей ЦНС среди фермеров; результаты были довольно противоречивы [14]. Когортное исследование с участием почти 200 тыс. фермеров во Франции выявило более высокий риск опухолей ЦНС среди фермеров, которые применяли пестициды; повышенный риск менингиом был выявлен среди фермеров,

занимающихся свиноводством и выращиванием подсолнечника, свеклы и картофеля, а повышенный риск развития глиом – среди фермеров, выращивающих травы для сенокоса [10].

В 2013 г. МАИР отнесло загрязнение воздуха к факторам канцерогенеза. Оно также является фактором повышенного риска ишемического инфаркта, болезни Паркинсона; выявлена сильная каузальная взаимосвязь между загрязнением воздуха и раком легких. Мелкие частицы, известные как PM, и озон являются общепризнанными наиболее важными факторами риска здоровью населения [31].

Однако имеющиеся данные о развитии опухолей мозга не дают доказательств существования взаимосвязи между загрязнением воздуха и данными заболеваниями вследствие ограниченного числа исследований и противоречивых результатов. Что интересно, в одном исследовании была обнаружена отрицательная взаимосвязь между данным видом экспозиции и смертностью от рака ЦНС [4]. Предположительно, защитный эффект возник благодаря иммунной гиперактивности, которая является характерной для аллергии и астмы. Обратная взаимосвязь между аллергиями, заявленными пациентами, и глиомами также была подтверждена в более ранних исследованиях [1, 15].

Что касается взаимосвязи между вирусами и глиомами, в глиомах человека были идентифицированы полиомавирусы, включая вирус JC, вирус BK и симиан-вирус 40, но взаимосвязь подтверждена не была [26]. Цитомегаловирус человека (HCMV), носителями которого является большинство населения Земли, является основным инфекционным фактором развития нарушений здоровья в ЦНС [20].

Присутствие геномной экспрессии цитомегаловируса и белкового материала в глиомах было подтверждено [16, 17]. Опыты с применением противовирусной терапии не смогли улучшить выживаемость пациентов этим диагнозом. Однако иммунотерапию применяли для выявления антигенов к цитомегаловирусу у пациентов, страдающих от глиобластомы, и первоначальные результаты были многообещающими.

В заключение хочется отметить, что определение потенциальных факторов риска развития опухолей мозга чрезвычайно важно вследствие разрушительной силы подобных заболеваний. Низкая заболеваемость опухолями мозга, их медленное развитие, трудности, связанные с количественным определением экспозиции средовыми факторами и неточностями выборок, остаются основными вызовами в постановке структуры перспективных исследований.

Список литературы

1. Allergy-related polymorphisms influence glioma status and serum IgE levels / J.L. Wiemels, J.K. Wiencke, K.T. Kelsey [et al.] // Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. – 2007. – Vol. 16. – P. 1229–1235. DOI: 16/6/1229

2. An international case-control study of adult diet and brain tumor risk: a histology-specific analysis by food group / M.B. Terry, G. Howe, J.M. Pogoda [et al.] // Ann Epidemiol. – 2009. – Vol. 19. – P. 161–171. DOI: 10.1016/j.annepidem.2008.12.010

3. An international case-control study of maternal diet during pregnancy and childhood brain tumor risk: a histology-specific analysis by food group / J.M. Pogoda,

S. Preston-Martin, G. Howe [et al.] // Ann Epidemiol. – 2009. – Vol. 19. – P. 148–160. DOI: 10.1016/j.annepidem.2008.12.011

4. Associations between polymorphisms in DNA repair genes and glioblastoma / R. McKean-Cowdin, J. Barnholtz-Sloan, P.D. Inskip [et al.] // Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. – 2009. – Vol. 18. – P. 1118–1126. DOI: 1055-9965.EPI-08-1078

5. Benson V.S., Pirie K., Schuz J. Mobile phone use and risk of brain neoplasms and other cancers: prospective study // Int J Epidemiol. – 2013. – Vol. 42. – P. 792–802. DOI: 10.1093/ije/dyt072

6. Bortkiewicz A., Gadzicka E., Szymczak W. Mobile phone use and risk for intracranial tumors and salivary gland tumors – A meta-analysis // Int J Occup Med Environ Health. – 2017. – Vol. 30. – P. 27–43. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.00802

7. Brain Tumours: Rise in Glioblastoma Multiforme Incidence in England 1995–2015 Suggests an Adverse Environmental or Lifestyle Factor / A. Philips, D.L. Henshaw, G. Lamburn [et al] // J. Environ. Public. Health. – 2018. – P. 910754. DOI: 10.1155/2018/7910754

8. Cancer of the brain and nervous system and occupational exposures in Finnish women / C. Wesseling, E. Pukkala, K. Neuvonen [et al.] // J. Occup. Environ. Med. – 2002. – Vol. 44. – P. 663–668.

9. Cardis E., Richardson L., Deltour I. The INTERPHONE study: design, epidemiological methods, and description of the study population // Eur J Epidemiol. – Vol. 22. – P. 647–664. DOI: 10.1007/s10654-007-9152-z

10. Central nervous system tumors and agricultural exposures in the prospective cohort AGRICAN / C. Piel, C. Pouchieu, S. Tual [et al.] // Int. J. Cancer. – 2017. – Vol. 141. – P. 1771–1782. DOI: 10.1002/ijc.30879

11. Cocco P., Dosemeci M., Heineman E.F. Brain cancer and occupational exposure to lead // J. Occup. Environ. Med. – 1998. – Vol. 40. – P. 937–942. DOI: 10.1097/00043764-199811000-00001

12. Dubrow R., Darefsky A.S., Park Y. Dietary components related to N-nitroso compound formation: a prospective study of adult glioma // Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. – 2010. – Vol. 19. – P. 1709–1722. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-10-0225

13. Group I.S. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study // Int J Epidemiol. – 2007. – Vol. 39. – P. 675–694. DOI: 10.1093/ije/dyq079

14. High risk of brain tumors in military personnel: a case control study / P. Fallahi, G. Elia, R. Foddis [et al.] // Clin Ter. – 2017. – Vol. 168. – P. e376-e379. DOI: 10.7417/T.2017.2037

15. History of allergies and autoimmune diseases and risk of brain tumors in adults / A.V. Brenner, M.S. Linet, H.A. Fine [et al.] // Int. J. Cancer. – 2002. – Vol. 99. – P. 252–259. DOI: 10.1002/ijc.10320

16. Human Cytomegalovirus DNA Quantification and Gene Expression in Gliomas of Different Grades / L.M. Stangherlin, F.L. Castro, R.S. Medeiros [et al.] // PLoS One. – 2016. – Vol. 11. – P. e0159604 DOI: 10.1371/journal.pone.0159604

17. Human Cytomegalovirus infection and expression in human malignant glioma / C.S. Cobbs, L. Harkins, M. Samanta [et al.] // Cancer Res. – 2002. – Vol. 62. – P. 3347–3350.

18. Incidence trends of adult primary intracerebral tumors in four Nordic countries / S. Lonn, L. Klaeboe, P. Hall [et al.] // Int. J. Cancer. – 2004. – Vol. 108. – P. 450–455. DOI: 10.1002/ijc.11578

19. Is the incidence of meningiomas underestimated? A regional survey / S. Larjaaara, H. Haapasalo, R. Sankila [et al.] // Br J Cancer. – 2008. – Vol. 99. – P. 182–184. DOI: 10.1038/sj.bjc.6604438

20. Is the presence of HCMV components in CNS tumors a glioma-specific phenomenon? / D. Ding, A. Zhao, Z. Sun, L. Zuo, A. Wu, J. Sun // Virol J. – 2019. – Vol. 16. – P. 96. DOI: 10.1186/s12985-019-1198-5

21. New primary neoplasms of the central nervous system in survivors of childhood cancer: a report from the Childhood Cancer Survivor Study / J.P. Neglia, L.L. Robison, M. Stovall [et al.] // J Natl Cancer Inst. – 2006. – Vol. 98. – P. 1528–1537. DOI: 10.1093/jnci/djj411

22. Ohgaki H., Kleihues P. Epidemiology and etiology of gliomas. Acta Neuropathol. – 2005. – Vol. 109. – P. 93–108. DOI: 10.1007/s00401-005-0991-y

23. Ohgaki H., Kleihues P. Population-based studies on incidence, survival rates, and genetic alterations in astrocytic and oligodendroglial gliomas // J Neuropathol Exp Neurol. – 2005. – Vol. 64. – P. 479–489.

24. Pearce M.S., Salotti J.A., Little M.P. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study // Lancet. – 2012. – Vol. 380. – P. 499–505. DOI: 10.1016/S0140-6736 (12) 60815-0

25. Prospective study of meat intake and dietary nitrates, nitrites, and nitrosamines and risk of adult glioma / D.S. Michaud, C.N. Holick, T.T. Batchelor [et al.] // Am J Clin Nutr. – 2009. – Vol. 90. – P. 570–577. DOI: 10.3945/ajcn.2008.27199

26. Serum antibodies to JC virus, BK virus, simian virus 40, and the risk of incident adult astrocytic brain tumors / D.E. Rollison, K.J. Helzlsouer, A.J. Alberg [et al.] // Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. – 2003. – Vol. 12. – P. 460–463.

27. Shintani T., Hayakawa N., Kamada N. High incidence of meningioma in survivors of Hiroshima // Lancet. – 1997. – Vol. 349. – P. 1369. DOI: 10.1016/S0140-6736 (05) 63205-9

28. The 2016 World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary / D.N. Louis, A. Perry, G. Reifenberger [et al.] // Acta Neuropathol. – 2016. – Vol. 131. – P. 803–820. DOI: 10.1007/s00401-016-1545-1

29. Treatment decision making based on the published natural history and growth rate of small meningiomas / M.E. Sughrue, M.J. Rutkowski, D. Aranda [et al.] // J. Neurosurg. – 2010. – Vol. 113. – P. 1036–1042. DOI: 10.3171/2010.3.JNS091966

30. Tumors of the brain and nervous system after radiotherapy in childhood / E. Ron, B. Modan, J.D. Boice [et al.] // N Engl J Med. – 1988. – Vol. 319. – P. 1033–1039. DOI: 10.1056/NEJM198810203191601

31. Vienne-Jumeau A., Tafani C., Ricard D. Environmental risk factors of primary brain tumors: A review // Rev Neurol (Paris. – 2019. – Vol. 175. – P. 664–678. DOI: 10.1016/j.neurol.2019.08.004

32. Yang M., Guo W., Yang C. Mobile phone use and glioma risk: A systematic review and meta-analysis // PLoS One. – 2017. – Vol. 12. – P. e0175136. DOI: 10.1371/journal.pone.0175136

Заболеваемость новообразованиями среди населения г. Москвы и оценка канцерогенного риска

А.В. Мизгайлов, Е.В. Судакова, Е.М. Осипова, Е.В. Бестужева

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

Приводятся данные многолетней динамики заболеваемости злокачественными новообразованиями населения г. Москвы, ее структура. Проведена оценка канцерогенного риска от воздействия канцерогенно опасных соединений, определяемых в атмосферном воздухе города, которая показала, что канцерогенный риск находится на настораживающем уровне. Уровень первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями в среднем по г. Москве остается ниже аналогичного показателя по Российской Федерации. В структуре заболевших онкологической патологией в городе в 2018 г. ведущими локализациями являются злокачественные новообразования молочной железы, кожи, включая меланому, предстательной железы, ободочной кишки, трахеи, бронхов, легких, желудка. В динамике наблюдается снижение смертности населения города от злокачественных новообразований.

Ключевые слова: заболеваемость населения, злокачественные новообразования, динамика, структура, канцерогенный риск.

Проблема заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований остается одной из наиболее актуальных в современной медицине. Она затрагивает интересы всего человечества. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), рак является второй из основных причин смерти в мире; так, в 2018 г. от этого заболевания умерли 9,6 млн человек [2]. Рак становится причиной практически каждой шестой смерти в мире. По прогнозам ВОЗ, за 20 лет показатели смертности и заболеваемости от рака увеличатся в 2 раза: число новых случаев заболевания вырастет с 10 до 20 млн, а летальность с 6 до 12 млн.

Основной причиной низкой продолжительности жизни населения в Российской Федерации является высокая смертность граждан трудоспособного возраста, которая связана с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, воздействием внешних причин, а также онкологическими заболеваниями. Злокачественные новообразования являются проблемой высокой социальной значимости, о чем может свидетельствовать занимаемый ими второй ранг в структуре причин смертности населения в России и г. Москве после сердечно-сосудистой патологии. Около 200 тыс. человек ежегодно признаются инвалидами по онкологическому заболеванию, т.е. почти каждый третий из числа впервые признанных инвалидами [3]. Онкологическим заболеваниям подвержены все возрастные группы населения, однако частота возникновения многих видов опухолей повышается с возрастом.

Социально-экономическая значимость данной проблемы определяется и тем, что рак сокращает продолжительность жизни мужской популяции населения России на 3,6, а женской – на 2,5 г., продолжительность жизни онкологического больного уменьшается на 17–18 лет, до 40 % – в трудоспособном возрасте.

Изучение эпидемиологии злокачественных новообразований представляет значительный практический интерес, поскольку может служить обоснованием для планирования организации онкологической помощи населению, разработки общегосударственных и региональных противораковых программ, определения необходимого объема лечебной и паллиативной помощи, организации медико-социальной реабилитации инвалидов.

Статистические и эпидемиологические данные о заболеваемости различных групп населения злокачественными новообразованиями и смертности от них являются основой для разработки общегосударственной и региональных противораковых программ.

Цель исследования – оценить уровень и динамику заболеваемости злокачественными новообразованиями населения г. Москвы. Провести оценку канцерогенного риска здоровью населения.

Материалы и методы. Анализ заболеваемости населения злокачественными новообразованиями проведен на основании форм государственного статистического наблюдения № 35 «Сведения о больных злокачественными новообразованиями за год» и № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях» за 2001–2018 гг. [5, 6]. При расчете относительных показателей заболеваемости использовались данные Мосгорстата о численности населения г. Москвы (среднегодовые). Оценка опасности канцерогенных эффектов здоровью населения проведена с учетом факторов канцерогенного потенциала (*SfI*), представленных в руководстве Р 2.1.10.1920-04 [4].

Результаты. Заболеваемость злокачественными новообразованиями на территории г. Москвы с 2001 до 2018 г. увеличилась на 26,7 %, максимального значения показатель достигал в 2009 г. (365,46 ‰). Необходимо отметить, что с 2010 г. заболеваемость имела умеренную тенденцию к снижению, за период 2010–2014 гг. она снизилась на 6,1 %, однако затем наметился ее рост, и за последние пять лет (2014–2018 гг.) она увеличилась на 9,7 % (рис. 1). Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения г. Москвы за весь период наблюдения ниже показателя по Российской Федерации.

Индекс накопления контингента больных со злокачественными новообразованиями (соотношение состоящих на учете на конец отчетного года к числу взятых на учет в отчетном году) в 2018 г. составил 7,5 (2009 г. – 5,2). Увеличение контингента обусловлено, очевидно, и ростом заболеваемости, ее выявляемости и увеличением выживаемости онкологических больных.

В структуре заболевших онкологической патологией на протяжении последних лет ведущими локализациями являются злокачественные новообразования молочной железы (14,1 %), кожи, включая меланому (12,5 %), предстательной железы (10,5 %), ободочной кишки (7,7 %), трахеи, бронхов, легких (6,0 %), желудка (5,2 %), а также прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса (4,6 %), тела матки (4,5 %).

В динамике (2014–2018 гг.) среди населения г. Москвы наблюдается устойчивая тенденция к росту злокачественных новообразований, таких как новообразования кожи, в том числе меланомы, щитовидной железы, молочной железы, прямой кишки, ректосигмоидального соединения, ануса, предстательной железы, мочевого пузыря, лимфомы и лейкемии. В то же время уменьшается заболеваемость злокачественными новообразованиями трахеи, легких, бронхов, пищевода, гортани, ободочной кишки, тела матки и шейки матки.

Рис. 1. Многолетняя динамика количества заболевших и показателей первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями населения г. Москвы в 2001–2018 гг. (по данным форм № 35, 7)

При анализе заболеваемости по полу в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями у мужчин ведущими локализациями на протяжении ряда лет являются злокачественные новообразования предстательной железы кожи, трахеи, бронхов, легкого, ободочной кишки, желудка и лимфатической и кроветворной ткани.

В структуре заболеваемости женщин преобладают злокачественные новообразования молочной железы, кожи, в том числе меланомы, ободочной кишки, тела матки, лимфатической и кроветворной ткани. Необходимо отметить увеличение удельного веса в структуре заболеваний злокачественных новообразований кожи, ободочной кишки и прямой кишки в последние годы (2016–2018 гг.) как у мужчин, так и у женщин.

Среди мужчин и женщин выявляются существенные различия в заболеваемости по отдельным локализациям, что во многом связано с определенными различиями в образе жизни (вредные привычки: курение, злоупотребление алкоголем, наркомания, несбалансированное питание) и другими факторами. Так, в 2018 г. у мужчин чаще, чем у женщин, регистрировались новообразования гортани (в 9,4 раза), гортаноглотки (в 8,2 раза), ротоглотки (в 3,8 раза), носоглотки (в 1,7 раза), пищевода и трахеи, бронхов, легкого (в 2 раза), мочевого пузыря (в 2,6 раза), губы, почек и печени (в 1,3 раза).

Среди женщин в 4,8 раза чаще, чем среди мужчин, регистрировались злокачественные новообразования щитовидной железы, в 1,7 раза – желчного пузыря, в 1,7 – другие новообразования кожи, в 1,4 – меланома кожи, в 1,3 – злокачественные новообразования ободочной кишки и 1,2 – поджелудочной железы. Весомый вклад в формирование более высокого уровня общей заболеваемости злокачественными новообразованиями среди женского населения во все года наблюдения вносят возрастные группы от 30 до 54 лет.

Проведенный анализ возрастной структуры распределения заболеваний злокачественными новообразованиями показал, что большая часть заболеваний регистрируется у лиц старших возрастных групп как среди мужчин (75,4 %), так и среди женщин (68,4 %).

Наиболее высокие показатели заболеваемости женщин, превышающие заболеваемость мужчин более чем в 2 раза, наблюдаются в возрастных группах: 35–39 лет (жен. – 125,6 ‰; муж. – 48,2 ‰), 40–44 лет (жен. – 196,4 ‰; муж. – 84,3 ‰), 45–49 лет (жен. – 311,1 ‰; муж. – 150,6 ‰), а также в возрасте 25–29 лет (жен. – 34,3 ‰, муж. – 17,2 ‰). Среди мужского населения высокие показатели отмечаются в возрастных группах: 60–64 лет, 65–69 лет, 70 лет и старше, 0–4 лет. Минимальные показатели заболеваемости отмечаются у детей в возрасте 5–9 лет (у жен. – 9,5 ‰, муж. – 9,7 ‰).

Злокачественные новообразования также являются одной из основных причин смертности и инвалидизации населения. Смертность от рака среди всех причин смертности населения занимает второе место, уступая заболеваниям сердечно-сосудистой системы и опережая травмы и несчастные случаи.

В динамике (2005–2018 гг.) показатель смертности от злокачественных новообразований среди жителей г. Москвы уменьшился (16,5 %) (рис. 2). Ведущими причинами смерти жителей города от злокачественных новообразований (по данным формы № 7) являются злокачественные новообразования следующих локализаций: молочной железы – 12,3 %, трахеи, бронхов и легкого – 9,5 %, ободочной кишки – 8,9 %, предстательной железы – 8,3 %, желудка – 8,0 %, прямой кишки (ректосигмоидного соединения и ануса) – 5,2 %, поджелудочной железы – 5,0 %, тела матки – 3,2 %, почки – 3,1 %.

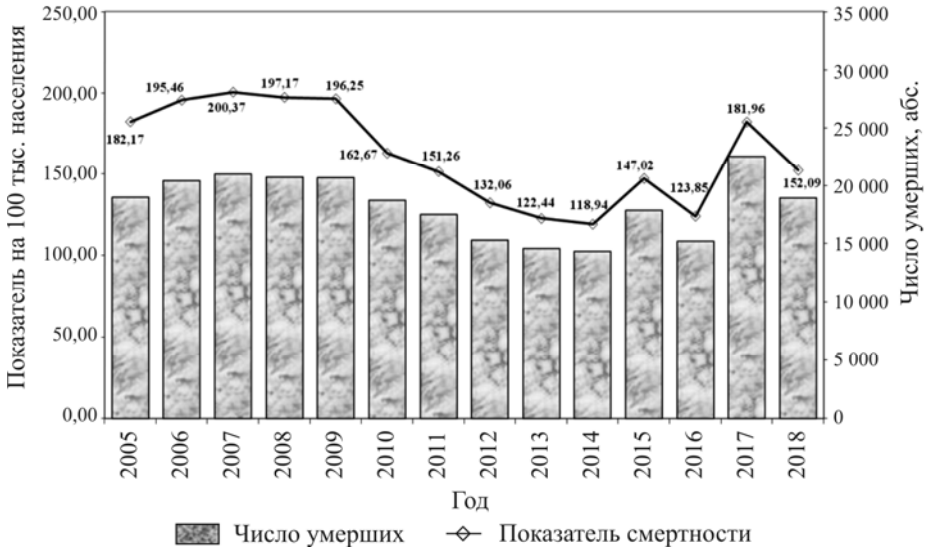


Рис. 2. Многолетняя динамика смертности от злокачественных новообразований населения г. Москвы (по данным форм № 35, 7)

Загрязнение атмосферного воздуха является одним из ведущих факторов, влияющих на здоровье населения, проживающего в столице. Основной вклад (более 90 %) в загрязнение атмосферного воздуха вносит автомобильный транспорт, количество которого увеличивается из года в год, что обусловливает перегруженность трасс, приближенных к жилым застройкам. Второе место принадлежит выбросам от стационарных источников (промышленных предприятий), а также теплоэнергетическим комплексам и железнодорожному транспорту. Самыми крупными источниками выбросов вредных веществ являются ТЭЦ, ГЭС-1, КТС, РТС, АО «Газпромнефть – Московский НПЗ», АО «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева», АО «НПЦ газотурбостроения “Салют”» и другие, имеющие валовые выбросы более 100 т/г. [1]. Предприятия расположены по всей территории города, образуя промышленные зоны вблизи жилых кварталов.

По данным наблюдений на маршрутных постах филиалов ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве», в административных округах в динамике (2014–2018 гг.) отмечается снижение значений среднегодовых концентраций взвешенных веществ, диоксида азота, ксилола, оксида углерода, фенола, формальдегида, толуола, бензина и увеличение значений среднегодовых концентраций аммиака, диоксида серы, сероводорода, стирола и бензола.

Оценка канцерогенного риска от воздействия канцерогенно опасных соединений, определяемых в атмосферном воздухе города (формальдегид, бензол, бенз(а)пирен), показала, что канцерогенный риск находится на настораживающем уровне ($2{,}59 \cdot 10^{-4}$), что является характерным для всех крупных городов мира с большой загруженностью автотранспортом. Основной вклад в формирование канцерогенного риска приходится на долю загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом, высокие концентрации которого формируются в основном за счет автотранспорта.

Суммарный популяционный канцерогенный риск составляет более 35 дополнительных случаев к фоновому уровню злокачественных новообразований в год при продолжительности воздействия оцениваемых концентраций канцерогенов в течение 70 лет.

Таким образом, в последние годы в г. Москве наметилась тенденция увеличения заболеваемости злокачественными новообразованиями и снижение смертности от этих заболеваний. Канцерогенный риск от воздействия канцерогенно опасных соединений, определяемых в атмосферном воздухе города, находится на настораживающем уровне.

Список литературы

1. Бюллетень загрязнения окружающей среды Московского региона. – ФГБУ «Центральное УГМС», 2019. – 41 с.

2. Рак [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cancer (дата обращения: 18.02.2020).

3. Российский статистический ежегодник. 2018. – М.: Росстат, 2018 – 695 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. Сведения о больных злокачественными новообразованиями за год [Электронный ресурс] / Утв. приказом Росстата № 85 от 16.04.2008 г. // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/845700444 (дата обращения: 18.02.2020).

6. Сведения о злокачественных новообразованиях (форма № 7) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52009/8d2d2dadf872109fd0635bc131a0adba174708d0/ (дата обращения: 18.02.2020).

Оценка риска канцерогенных эффектов для детского населения г. Казани при многосредовом воздействии химических веществ окружающей среды

С.Ф. Фомина, Н.В. Степанова

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия

Осуществлена оценка риска канцерогенных эффектов для здоровья детского населения, проживающего в 4 зонах г. Казани при многосредовом воздействии: ингаляционным, пероральным и накожным путями экспозиции химических веществ окружающей среды с учетом возрастной чувствительности к канцерогенам. Канцерогенный риск (*CR*) рассчитывался на уровне 95-го перцентиля (95th perc – максимально разумная экспозиция) концентраций химических веществ с использованием поправочных коэффициентов фактора канцерогенного потенциала для веществ, обладающих генотоксическим механизмом действия (*ADAF*). Расчет риска канцерогенных эффектов для здоровья проводился в соответствии с общими принципами методологии оценки риска и данных Агентства по охране окружающей среды (U.S. EPA, 2005). Установлено, что суммарный индивидуальный канцерогенный риск (*TCR*), обусловленный ингаляционным путем поступления химических веществ (атмосферный воздух, почва, вода), находится на уровне $3{,}6 \cdot 10^{-2}$ (4-я зона) – $4{,}72 \cdot 10^{-2}$ (1-я зона). Наибольший вклад вносит ингаляционное поступление хлороформа с водой (до 99,0 %). Ведущее место в формировании *CR* при воздействии атмосферного воздуха занимают сажа и формальдегид в 1-й и 3-й зоне ($8{,}42 \cdot 10^{-6}$; $7{,}82 \cdot 10^{-6}$). Пероральный путь является основным путем воздействия, обусловленного на 93,3 % поступлением химических веществ (ХВ) с продуктами питания в основном за счет контаминированности ГХЦГ ($1{,}01 \cdot 10^{-3}$) и соответствует высокому уровню во всех зонах. *TCR* при накожном пути поступления соответствует допустимому уровню. Суммарный канцерогенный риск при воздействии канцерогенов всех сред, рассчитанный с использованием возрастных поправочных коэффициентов, показал, что наибольшему пожизненному индивидуальному риску подвергается детское население, проживающее в 1-й (30,3 %) и 3-й (24,5 %) зонах города с высоким уровнем автотранспортной нагрузки.

Ключевые слова: оценка риска, канцерогенные эффекты, генотоксические канцерогены, детское население, атмосферный воздух.

Результаты эпидемиологических исследований, проведенных в разных странах мира, подтвердили высокий риск онкологических заболеваний барьерных систем на пути следования канцерогенных веществ из атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и пищевых продуктов [2, 4, 5, 22, 28]. Оценка комбинированного поступления ХВ позволяет определить риск здоровью населения и определить комплекс мероприятий, направленных на предупреждение и снижение негативного влияния факторов окружающей среды на здоровье населения [1, 12].

Оценка риска для здоровья имеет решающее значение для принятия решений при создании политики или правил по охране здоровья населения. Многочисленные исследования показывают, что воздействие одних и тех же химических веществ может вызывать различные эффекты для здоровья взрослых и детей [11, 14, 19, 23]. Особое внимание в нем уделяется тому факту, что для здоровья детей имеет значение не только интенсивность воздействия химических веществ, но и стадия развития детей во время такого воздействия [29].

Агентство США по охране окружающей среды (US EPA) разработало стандартный набор возрастных групп на основе поведенческих и физиологических этапов детства с целью выбора возрастных факторов детской экспозиции и оценки риска при воздействии, моделировании и мониторинге загрязнителей окружающей среды [27]. Основным фактором, определяющим выбор методики оценки риска, является генотоксичность (не генотоксичность). Генотоксический химический агент обладает способностью вызывать мутации и, следовательно, привести к увеличенной заболеваемости раком, хотя увеличение риска может быть бесконечно малым [6, 21]. U.S. EPA были обоснованы пересчетные коэффициенты для количественной оценки канцерогенного потенциала с учетом возраста (поправочные возрастные коэффициенты, age-dependent adjustment factor – *ADAF*) для химических веществ с мутагенным механизмом действия. Канцерогенные риски выше для экспозиций на ранних стадиях жизни по сравнению с аналогичными экспозициями в более старшем возрасте [22, 27, 28]. Использование возрастных поправочных коэффициентов для факторов канцерогенного потенциала повышает значения канцерогенного риска от 2,1 до 2,8 раза в зависимости от воздействующей среды и путей поступления [10].

Цель исследования – оценка риска канцерогенных эффектов для здоровья детского населения, проживающего в отдельных зонах г. Казани, при многосредовом воздействии: ингаляционным, пероральным и накожным путями экспозиции химических веществ (ХВ) окружающей среды с учетом возрастной чувствительности к канцерогенам.

Материалы и методы. Исследование проводилось для детей в возрасте 3–6 лет, проживающих в 4 районах (зонах) г. Казани: Вахитовский район (1-я зона), Кировский район (2-я зона), Советский (3-я зона) и Приволжский районы (4-я зона). Выделение зон исследования проводилось на основании расположения постоянных постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха и обслуживающих эти районы детских поликлиник. Советский и Кировский районы всегда характеризовались высоким уровнем развития промышленности и производства. Центральная часть города – Вахитовский и Советский районы – характеризуется высоким уровнем автотранспортной нагрузки в условиях старой застройки. Были также учтены источники водоснабжения выделенных зон: Кировский и Вахитовский районы – водозабор «Волжский», Советский и Приволжский районы – смешанный характер питьевой воды («Волжский» водозабор и подземные водоисточ-

ники). Выбранные зоны имеют достоверные различия по сложившейся эколого-гигиенической ситуации по тяжелым металлам в почве и снеговом покрове [20].

Оценка канцерогенного риска осуществлялась по результатам исследований, выполненных на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» (атмосферный воздух, вода, почва, продукты питания), анкетно-опросным методом родителей детей (вода, продукты питания), хронометражно-весовым методом (фактическое питание в коллективе), согласно руководству по оценке риска для здоровья населения и Агентства по охране окружающей среды USEPA [9, 17].

Для комплексной оценки риска детского населения были взяты три пути экспозиции: ингаляционный, пероральный и накожный при многосредовом поступлении канцерогенов из атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и пищевых продуктов. Риск рассчитывался на уровне 95th perc – региональных факторов экспозиции химических канцерогенов за 2011–2014 гг. в г. Казань. Для оценки канцерогенного риска использовали среднесуточные пожизненные дозы (*LADD*), факторы канцерогенного потенциала (SFo, SFi, SFd) (табл. 1). Для количественной оценки канцерогенного потенциала ХВ, обладающего генотоксическим действием (хром шестивалентный, формальдегид, бензол, бенз(а)пирен, свинец (Pb), кадмий (Cd), никель (Ni) и мышьяк (As)), использовался поправочный коэффициент (age-dependent adjustment factor – *ADAF*) [3, 13] (табл. 2). Хлороформ, содержащийся в питьевой воде, и сажа, загрязняющая атмосферный воздух, не обладают прямым генотоксическим действием, поэтому канцерогенный риск для этих веществ рассчитывался без применения возрастных коэффициентов [19, 26].

Таблица 1

Показатели канцерогенной опасности исследуемых химических веществ

CAS	Вещество	Канцерогенное воздействие				Источники данных
		SFo, мг/(кг·сут)$^{-1}$	SFi, мг/(кг·сут)$^{-1}$	SFd, мг/(кг·сут)$^{-1}$	классификация МАИР	
7439-92-1	Pb	0,0085	0,042	0,0085	2A	P.2.1.10.1920-04* CALEPA
7440-43-9	Cd	0,38	6,3	15,2	B_1	IRIS P.2.1.10.1920-04
7440-38-2	As	1,5	15	–	A	IRIS
50-29-3	ДДТ	0,34	0,34	–	2B	P.2.1.10.1920-04
608-73-1	ГХЦГ	1,8	1,78	–	2B	P.2.1.10.1920-04
94-75-7	2,4-Д-кислота	0,019	0,019	–	3	P.2.1.10.1920-04
1333-86-4	Углерод (сажа)	–	0,017	–	2B	P.2.1.10.1920-04
50-00-0	Формальдегид	–	0,046	0,017	2A	P.2.1.10.1920-04

Таблица 2

Коэффициенты для количественной оценки канцерогенного потенциала с учетом возраста (поправочные возрастные коэффициенты, age-dependent adjustment factor – *ADAF*) для химических веществ с мутагенным механизмом действия

Возрастной период, лет	*ADAF*	Длительность воздействия, лет
От рождения до 2	10	2,25/70
От 2 до 16	3	14/70
От 16 до 70	1	54/70

Для канцерогенных эффектов допустимым уровнем риска являлось значение TCR (суммарный канцерогенный риск), равное $1{,}0\cdot10^{-4} – 1{,}0\cdot10^{-6}$ [7].

Результаты. Сравнительная оценка индивидуального канцерогенного риска детского населения на отдельных участках города позволила выявить вклад отдельных зон в суммарную величину риска для всей анализируемой территории г. Казани. Установлено, что наибольший вклад в суммарный канцерогенный индивидуальный риск (*TCR*) на изученной территории города вносит 1-я зона (30,3 %) и 3-я зона (24,5 %), доля остальных зон составляет 22,3–23,2 %. Анализ результатов расчета канцерогенного риска на уровне 95th perc канцерогенных веществ для всех изучаемых зон города показал, что общий канцерогенный риск в сумме для всех путей и всех канцерогенов может достигать высокого уровня ($THCR = 3{,}74\cdot10^{-2} – 4{,}76\cdot10^{-2}$) (табл. 3).

Таблица 3

Оценка суммарного многосредового канцерогенного риска в изучаемых зонах г. Казани

Оценка риска канцерогенных эффектов				
Путь и среда поступления	Зоны			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Ингаляционный путь				
Атмосферный воздух	$2{,}1\cdot10^{-4}$	$2{,}7\cdot10^{-4}$	$2{,}6\cdot10^{-4}$	$1{,}6\cdot10^{-4}$
Вода	0,047	0,034	0,038	0,036
Почва	$1{,}96\cdot10^{-9}$	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$1{,}84\cdot10^{-9}$	$8{,}9\cdot10^{-10}$
Пероральный путь				
Продукты	$3{,}8\cdot10^{-4}$	$3{,}8\cdot10^{-4}$	$3{,}8\cdot10^{-4}$	$3{,}8\cdot10^{-4}$
Вода	$3{,}0\cdot10^{-5}$	$3{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}3\cdot10^{-4}$
Почва	1,21E-08	8,31E-09	1,21E-08	5,01E-09
Накожный				
Вода	$2{,}0\cdot10^{-6}$	$1{,}9\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-6}$	$1{,}5\cdot10^{-6}$
Почва	1,94E-08	1,33E-08	1,94E-08	8,01E-09
HCRi	$4{,}71\cdot10^{-2}$	$3{,}4\cdot10^{-2}$	$3{,}81\cdot10^{-2}$	$3{,}6\cdot10^{-2}$
HCRo	$4{,}1\cdot10^{-4}$	$4{,}1\cdot10^{-4}$	$4{,}01\cdot10^{-4}$	$3{,}91\cdot10^{-4}$
HCRd	$2{,}02\cdot10^{-6}$	$1{,}91\cdot10^{-6}$	$1{,}82\cdot10^{-6}$	$1{,}51\cdot10^{-6}$
THCR	0,0476078	0,0346687	0,0386575	0,0365551

Высокий уровень суммарного канцерогенного риска (*THCR*) главным образом формируется за счет ингаляционного пути поступления ХВ. Установлено, что суммарный канцерогенный риск, обусловленный ингаляционным путем поступления ХВ (*HCRi*) (атмосферный воздух, почва, вода), во всех зонах находится на уровне $3{,}4\cdot10^{-2} – 4{,}71\cdot10^{-2}$. Основной вклад в формирование *HCRi* принадлежит ингаляционной экспозиции хлороформа (до 99,0 %). Ведущее место в формировании *HCR* у детей от воздействия атмосферного воздуха занимают смеси канцерогенов, в основном углерода (сажа) и формальдегида в 1-й и 3-й зоне ($8{,}42\cdot10^{-6}$; $7{,}82\cdot10^{-6}$). Доля вклада ингаляционного поступления ХВ почвы занимает третье место и является незначительной.

Суммарный канцерогенный риск с учетом перорального воздействия (*HCRo*) (вода питьевая, почва и продукты питания) колеблется от 3,9E-04 (4-я зона) до 4,1E-04 (1, 2-я зоны) – настораживающий уровень канцерогенного риска. С продук-

тами питания детям поступали следующие канцерогены – Cd, Pb, As, ДДТ, ГХЦГ, 2,4 Д кислоты (до 96 %). Основной вклад в формирование канцерогенного риска в основном обусловлен за счет контаминированности ГХЦГ ($1{,}01 \cdot 10^{-3}$). Суммарный канцерогенный риск при воздействии канцерогенов питьевой воды варьируется от допустимого ($2{,}0 \cdot 10^{-5}$ в 3-й зоне) до настораживающего ($1{,}3 \cdot 10^{-4}$ в 4-й зоне). Основной вклад в канцерогенный риск среди канцерогенных веществ, загрязняющих питьевую воду во всех зонах, принадлежит хлороформу (от 52–78 %) и свинцу (от 15–26 %).

Суммарный канцерогенный риск с учетом накожного воздействия (вода и почва) во всех случаях соответствует допустимому уровню. Его значения были ниже рисков, поступающих ингаляционным и пероральным путем, и наибольшие отмечались в 1-й и 2-й зонах, соответственно 2,02E-06; 1,91E-06 и минимальное в 4-й зоне – 1,51E-06, и почти на 99 % он обусловлен поступлением канцерогенов с водой (в основном за счет хлороформа).

Выводы. В контексте нашего исследования важной задачей в оценке риска здоровью при воздействии химических канцерогенов необходимо учитывать возрастную чувствительность в разные периоды жизни. Экспозиция во время критического периода может привести к немедленному эффекту развивающейся системы или вызвать наблюдаемый эффект значительно позже [27].

Наше исследование показало, что канцерогенный риск, рассчитанный для детей с учетом поправочных возрастных коэффициентов – *ADAF* (age-dependent adjustment factor), в 1,42–1,96 раза превышает уровни риска, полученные без учета восприимчивости к канцерогенам различных возрастных групп [23]. Использование стандартных значений без поправочных коэффициентов приводит к недооценке фактического канцерогенного риска для здоровья детского населения г. Казани.

Наиболее высокий уровень канцерогенного риска с учетом региональных факторов экспозиции регистрируется в 1-й и 3-й зонах. Анализ суммарного канцерогенного индивидуального риска, обусловленный одновременным поступлением ТМ из всех воздействующих сред всеми основными путями, показал, что наибольшему пожизненному индивидуальному риску подвергается детское население, проживающее в 1-й (30,3 %) и 3-й (24,5 %) зонах города, с высоким уровнем автотранспортной нагрузки, а минимальный риск – на территории 2-й зоны (22,3 %). Суммарный канцерогенный риск, обусловленный ингаляционным путем поступления ХВ (атмосферный воздух, почва, вода), во всех зонах находится на высоком уровне ($3{,}4 \cdot 10^{-2} – 4{,}71 \cdot 10^{-2}$) и требует экстренных мероприятий по его снижению. Приоритетным фактором, обусловливающим наибольший суммарный риск при пероральном пути поступления, являются продукты питания, определяя от 92,7 % до 97,4 % вклада в изученных зонах. На сегодняшний день во многих исследованиях основным канцерогенным веществом, обусловливающим риск для здоровья, является мышьяк, поступающий с продуктами питания [1, 10]. Результаты наших оценок показали, что существенный вклад в формирование канцерогенного риска в основном обусловлен за счет поступления ГХЦГ ($1{,}01 \cdot 10^{-3}$) с продуктами детского рациона (зерновые и хлебобулочные изделия, плодоовощная продукция, мясопродукты), отражая аграрную специфику Республики Татарстан.

Превышение допустимых значений уровня суммарного канцерогенного риска на уровне 95th perc подлежит непрерывному контролю и требует разработки комплекса экстренных мероприятий по снижению.

Необходимо усилить контроль за содержанием изученных контаминантов в объектах окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, почва и пищевые продукты). Было выявлено, что хлороформ в питьевой воде занимает первое место среди изученных канцерогенов по вкладу в суммарный канцерогенный риск. В организм человека хлороформ поступает в течение жизни разными путями, такими как питьевая вода, регулярное и непрерывное вдыхание и ингаляция, а также через кожу с помощью душа, ванны и приготовления пищи. Хроническое воздействие хлороформа является фактором риска для здоровья человека. Его воздействие создает более высокий риск развития рака, чем другие продукты, образующиеся в процессе обеззараживания воды [7, 21, 28].

На сегодняшний день существует объективная потребность в углубленных оценках комбинированного воздействия токсикантов, которым подвергаются дети на местном, национальном и региональном уровнях. Полученные результаты предполагают обоснование управленческих решений по минимизации риска неблагоприятных последствий для здоровья детского населения Вахитовского района (1-я зона) и Советского района города (3-я зона). Высокий приоритет детского здоровья обусловлен несовершенством их токсико-кинетических механизмов и токсико-динамической реакцией на химические вещества, которая часто отличаются от остальной части населения [7, 17, 22].

Список литературы

1. Алиментарно-зависимые заболевания населения и гигиеническая характеристика факторов риска их развития на территории Республики Татарстан / О.А. Фролова, Е.А. Тафеева, Д.Н. Фролов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 5. – С. 470–473.

2. Анализ канцерогенного риска при воздействии факторов окружающей среды на здоровье населения крупного промышленного города и заболеваемость злокачественными новообразованиями / В.М. Боев, Л.В. Зеленина, Д.А. Кряжев [и др.]. // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 6 (276). – С. 4–7.

3. Дурнев А.Д., Середенин С.Б. Мутагены (скрининг и фармакологическая профилактика воздействий). – М.: Медицина, 1998. – 328 с.

4. Концептуальная математическая модель накопления нарушений функций организма, ассоциированных с факторами среды обитания / Н.В. Зайцева, П.В. Трусов, Д.А. Кирьянов [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 12. – С. 40–45.

5. Методы оценки комбинированного действия веществ / З.И. Жолдакова, Н.В. Харчевникова, Р.А. Мамонов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 2. – С. 86–90.

6. Минина В.И. Комплексный анализ мутагенных и канцерогенных эффектов загрязнения окружающей среды в популяциях человека // Экология человека. – 2011. – № 3. – С. 21–29.

7. Оценка риска здоровья детского населения при потреблении питьевой воды / Н.В. Степанова, Э.Р. Валеева, С.Ф. Фомина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 11. – С. 1079–1083.

8. Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска. – М., 2017. – 68 с.

9. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

10. Унгуряну Т.Н., Новиков С.М., Бузинов Р.В. Оценка канцерогенных эффектов при многосредовом воздействии генотоксических канцерогенов // IV съезд токсикологов России: сб. тр. – М.: Изд-во «Capital Press», 2013. – С. 488–490.

11. 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.

12. Фомина С.Ф. Степанова Н.В. Неканцерогенный риск для здоровья детского населения г. Казани, обусловленный контаминацией пищевых продуктов и сырья // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 42–48. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.04

13. Худолей В.В. Канцерогены: характеристики, закономерности, механизмы действия. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 1999. – 419 с.

14. Assessing Exposure and Health Consequences of Chemicals in Drinking Water: Current State of Knowledge and Research Needs / C.M. Villanueva, M. Kogevinas, S. Cordier [et al.] // Environmental Health Perspectives. – 2014. – Vol. 122, № 3. – P. 213–221. DOI: 10.1289/ehp.1206229

15. Cohen Hubal E.A., Du Toit L., Michael P. Identifying important life stages for monitoring and assessing risks from exposures to environmental contaminants: Results of a World Health Organization review // Regul Toxicol Pharmacol. – 2014. – Vol. 69, № 1. – P. 113–124.

16. Fomina S.F., Stepanova N.V., Galimullina I.I. Risk Assessment of Chemical Contaminants Ingestion with Nutrition of Children Aged 3–6 Years Old from the City of Kazan. – The 1st International Electronic Conference on Environmental Health Sciences, 2018. DOI: 10.3390/IECEHS-1-05707

17. Guidance on Selecting Age Groups for Monitoring and Assessing Childhood Exposures to Environmental Contaminants // U.S. EPA. – 2005. – 50 p.

18. Hasan A., Thacker N.P., Bassin J. Trihalomethane formation potential in treated water supplies in urban metro city // Environ Monit Assess. – 2010. – № 168 (1–4). – P. 489–497.

19. Health effects of black carbon [Электронный ресурс] // World health organization. – URL: https://www.epa.gov/air-research/black-carbon-research (дата обращения: 11.03.2020).

20. Heavy metals as criteria of health and ecological well-being of the urban environment / N.V. Stepanova, S.F. Fomina, E.R. Valeeva [et al.] // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2018. – Vol. 50. – P. 646–651. DOI: 10.1016/j.jtemb.2018.05.015

21. In utero and early life susceptibility to carcinogens: the derivation of age-at-exposure sensitivity measures. – Appendix J: OEHHA's reproductive and cancer hazard assessment branch. – 2009.

22. Milošković A., Milošević A., Radojković N. Potentially toxic elements in freshwater (Alburnus spp.) and marine (Sardina pilchardus) sardines from the Western Balkan Peninsula: An assessment of human health risk and management // Science of the Total Environment. – 2018. – Vol. 644, № 10. – P. 899–906. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.041

23. Stepanova N.V., Fomina S.F., Valeeva E.R. Assessment and Zoning of the Urban Area According to The Level of Heavy Metal Pollution // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7, № 6. – P. 1148–1157.

24. Stepanova N.V., Valeeva E.R., Ziyatdinova A.I. Peculiarities of chidren's risk assessment on ingestion of chemicals with drinking water // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7, № 3. – P. 1677–1681.

25. Supplemental guidance for assessing susceptibility from early-Life exposure to carcinogens. – EPA/630/R-03/003F, 2005. – 125 p.

26. Toxicological review of chloroform. In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). – U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC, 2001. – 171 p.

27. U.S. EPA. Child-Specific Exposure Factors Handbook (Final Report) 2008. – U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-06/096F, 2008. – 679 p.

28. Vejarano R., Siche R. Evaluation of biological contaminants in foods by hyperspectral imaging: A review // International Journal of Food Properties. – 2017. – Vol. 20. – P. 1264–1297.

29. WHO. Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals // World Health Organization, 2006. – 329 p.

Загрязнение воздуха как фактор случаев заболевания и рецидивов рассеянного склероза

К.К. Жуковская[1], М.-А. Байнд[2], А.-М. Ландтблом[3]

[1]Университет Уппсалы, г. Уппсала, Швеция,
[2]Гарвардский университет, г. Кембридж, США,
[3]Больница университета Уппсалы, г. Уппсала, Швеция

Изучение влияния воздействия загрязнения воздуха на частоту и случаи рецидивов рассеянного склероза (РС) во всем мире не дает однозначного ответа, но накоплены данные по рассчитанным корреляциям. Различия между нулевыми и положительными взаимосвязями могут частично объясняться различием в дизайне исследования и индивидуальными ограничениями.

Следует отметить, что исследования на крысах и собаках в 2010 и 2013 гг. соответственно показали, что экспрессия фермента НО-1 и воспалительные факторы усиливались вследствие воздействия PM_{10} и DEE.

Из восьми изученных ненулевых эпидемиологических исследований дизайн большинства из них носил ретроспективный характер с использованием метеорологических и демографических данных. Это является как преимуществом благодаря количеству участников, так и недостатком, из-за возможной ошибки измерения загрязненности воздуха при оценке персональной экспозиции.

Исследования включали в себя анализ PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, NO_2, NO_x и / или O_3, приведенные к PM_{10} в качестве общего знаменателя. Исследования, проведенные в 2003, 2014–2019 гг. в Финляндии, Франции, Иране, Италии и Сербии, свидетельствуют о связи между PM_{10} и частотой или рецидивом появления рассеянного склероза. Аналогичным образом одно из исследований 2018 г. описывает связи между воздействием NO_2, O_3 и PM_{10} и рецидивами РС с использованием схемы пересеченных случаев, модель с несколькими загрязняющими веществами устанавливает взаимосвязь только для O_3.

В нулевых эпидемиологических исследованиях, включенных в анализ, не было обнаружено никаких связей между воздействием PM_{10} и рецидивом или заболеваемостью РС.

Хотя загрязнение воздуха не служит убедительным доказательством того, что оно является значительной причиной рассеянного склероза, данные многочисленных исследований связывают заболеваемость и рецидивы с воздействием загрязняющих веществ, особенно PM_{10}.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, рассеянный склероз, рецидив, твердые частицы, воздействие, загрязняющие вещества.

Во всем мире было проведено огромное количество исследований, посвященных воздействию загрязнения воздуха на пациентов с рассеянным склерозом; и хотя никакого консенсуса между исследователями достигнуто не было, об обнаруженных механизмах воздействия сказать можно очень многое. Прежде всего, важно отметить источник загрязнения. Avakian et al. [19] в 2002 г. отметили, что процессы сжигания мусора являются основным источником выбросов NO_x, SO_x и побочных продуктов, которые включают в себя взвешенные вещества (PM) и металлы. Проведенное Donaldson et al. [4] в 2005 г. исследование также выявило, что характерные для городской среды выбросы дизельных двигателей внутреннего сгорания являются основными источниками наночастиц и взвешенных веществ в атмосфере, образующихся в результате процесса сгорания.

Изучая исследования, проведенные как на животных, так и на людях, можно действительно понять суть механизма. В 2003 г. Calderon-Garciduenas et al. [7] обнаружили в мозге собак, экспонированных PM, определенное количество металлов, таких как никель и ванадий; экспрессия iNOS и COX-2 указывала на системное воспаление. Van Berlo et al. [5], так же, как Calderon-Garciduenas et al., отметили существование взаимосвязи между воздействием PM и экспрессией таких ферментов, как iNOS и COX-2. Что касается исследований, проведенных с участием людей, в 2004 г. Rose et al. [10] выявили частую экспрессию COX-2 в связи с iNOS у пациентов с рассеянным склерозом, предположив, таким образом, что участие данных ферментов в воспалении потенциально могло вносить свой вклад в развитие патологии. Определенным ограничением данного исследования является небольшое количество пациентов, охваченных им. Van Berlo et al. [5] и Farina et al. [12] в своих исследованиях, проведенных соответственно на крысах и мышах, показали, что экспрессия фермента гем-оксигеназы 1 и воспалительные факторы повышались вследствие экспозиции PM_{10} и выбросов двигателей внутреннего сгорания. В связи с этим следует отметить, что в 2001 г. Mehindate et al. [17] показали, что при рассеянном склерозе астроглии в спинном мозге отличались повышенной экспрессией гем-оксидазы 1, что могло вызывать отложение железа в митохондриях в местах атеросклеротического повреждения тканей.

Большинство распространенных и общепризнанных внешнесредовых факторов, связанных с рецидивами рассеянного склероза, вызваны воздействием PM_{10}. Исследования, проведенные в Иране в 2014 г. [16], выявили значительно ($p < 0{,}001$) повышенные уровни PM_{10}, SO_2, NO_2 и NO_x (но не NO) по сравнению с контролем. В данном исследовании приняли участие 2188 пациентов; они были разделены на группы в соответствии с местом проживания, после чего был проведен кластерный анализ с использованием среднего значения индекса ближайшего окружения. Ограничением данного исследования можно считать, что в анализ не были привнесены дополнительные факторы влияния. Подобным образом во Франции было проведено перекрестное исследование методом «случай – контроль»: его авторы, Jeanjean et al. [15],

обследовали 424 пациента с рассеянным склерозом и выявили, что рецидивы заболевания в масштабе единичных значительных воздействий средовых факторов были вызваны экспозицией NO_2, O_3 и PM_{10}. В модели, учитывающей воздействие многих загрязняющих веществ, только O_3 оставался в значительной степени связанным с возникновением рецидивов рассеянного склероза. Сильной стороной данного исследования является то, что в нем были применены логистические регрессионные модели как с участием одного загрязняющего вещества, так и многих; модели были стратифицированы по сезонам («теплый» против «холодного») и скорректированы с учетом метеорологических параметров и других факторов [15]. Angelici et al. [8] в 2016 г. изучили 8287 случаев госпитализации по причине рассеянного склероза в Ломбардии за период 2001–2009 гг. и показали, что поступление в больницы пациентов с рассеянным склерозом увеличивалось на 42 % в те дни, которым предшествовали уровни PM_{10}, находящиеся в наивысшем квартиле. Ограничениями данного исследования можно считать отсутствие данных по длительности и эффективности применения иммуномодулирующей терапии и измерений индивидуального воздействия загрязнения атмосферного воздуха. Тем не менее данные, полученные в этом исследовании, не противоречат сведениям, полученным Oikonen et al. (406 пациентов) и Roux et al. [1] (536 пациентов); в обоих исследованиях была обнаружена корреляция между уровнями PM_{10} и рецидивами рассеянного склероза. Первое из этих двух исследований было ретроспективным и базировалось на изучении данных, собранных в 1985–1999 гг.; второе же исследование было посвящено изучению данных, собранных в 2000–2009 гг. В 2015 г. в Сербии также было проведено ретроспективное исследование; его авторы, Vojinovic et al. [6], получили результаты, которые подтвердили влияние, оказываемое сезонными изменениями климата и загрязнением атмосферного воздуха на рецидивы рассеянного склероза. Ограничением данного исследования является отсутствие образцов крови, взятых у пациентов с рассеянным склерозом. Bergamaschi et al. [2], используя данные о концентрации PM_{10} за 5, 10, 15, 20 и 25 дней до МРТ головного мозга, также выявили сильную взаимосвязь между повышенными уровнями PM_{10} и риском воспалительного повреждения; данная взаимосвязь не зависела от наличия иммунотерапии, статуса курильщика и времени года.

Еще одно недавнее исследование, проведенное в 2019 г. Tateo et al. [8] с участием 1435 пациентов в Падуе, одной из наиболее загрязненных провинций Италии, выявило, что рассеянный склероз был гораздо более ($p < 0{,}0001$) распространен в городах, чем в сельской местности, и его распространение в значительной степени коррелировало со среднегодовыми концентрациями $PM_{2.5}$. В данном исследовании было показано, что за период 1998–2015 гг. годовые уровни $PM_{2.5}$ были связаны с количеством случаев рассеянного склероза на городских территориях, и там, где качество воздуха было наихудшим, распространение заболевания было наивысшим. В 2017 г. Mousavi et al. [14] провели обзор литературы и подобным же образом пришли к выводу, что взаимосвязь между загрязнением воздуха и нейродегенеративными заболеваниями, такими как рассеянный склероз, все же существует. Этот вывод был основан на схожести нарушений в организме, вызываемых рассеянным склерозом и воздействием PM.

Однако в нескольких исследованиях в данной сфере были сделаны противоречивые выводы. В исследовании, проведенном Palacios et al. [9] в 2017 г., не было выявлено значительной взаимосвязи между загрязнением воздуха и риском возник-

новения рассеянного склероза; исследование было осуществлено на двух больших когортах медсестер в США, в рамках NHS и NHSII (исследование здоровья медсестер). Во второй когорте был обнаружен повышенный риск рассеянного склероза, связанный с воздействием PM_{10}, но он не был подтвержден перекрестной проверкой тренда через квантили. Также следует отметить, что в исследовании NHS II участники были моложе, и поэтому заболеваемость рассеянным склерозом среди них была выше. Ни в одной из когорт не было выявлено каких-либо значительных взаимосвязей между рассеянным склерозом и воздействием $PM_{2.5}$. В 2018 г. Bai et al. [11] предприняли попытку изучить взаимосвязь между заболеваемостью рассеянным склерозом и экспозицией $PM_{2.5}$, NO и O_3. За период 2001–2013 гг. было обнаружено 6203 случая заболевания; проведя различный анализ чувствительности, а также проанализировав среднегодовые температуры, исследователи не обнаружили никаких значительных взаимосвязей между заболеваемостью и экспозицией. Определенными ограничениями данного исследования является то, что данные об экспозиции $PM_{2.5}$, NO_2, и O_3 были получены для определенных периодов времени и, возможно, должным образом не отражали долгосрочные изменения в концентрациях загрязняющих веществ. Наконец, в 2008 г. Tremlett et al. [13] провели исследование на 199 пациентах с подтвержденным рассеянным склерозом и не смогли обнаружить взаимосвязь между такими средовыми факторами, как PM_{10} и O_3, и рецидивами рассеянного склероза среди населения Тасмании.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что хотя и не было получено прямых доказательств того, что загрязнение воздуха оказывает значительное воздействие на возникновение и развитие рассеянного склероза, во многих исследованиях все же были обнаружены определенные взаимосвязи между данным заболеванием и загрязнением воздуха, в особенности PM_{10}.

Благодарности. *Данное исследование было осуществлено при поддержке, оказанной в рамках программы John Harvard Distinguished Science Fellow Program, осуществляемой Факультетом науки и искусства Гарвардского Университета, и руководителем Национальных Институтов Здравоохранения в рамках гранта № DP5OD021412. Авторы несут полную ответственность за содержание данного исследования, которое может не совпадать с официальным мнением Национальных Институтов Здравоохранения.*

Список литературы

1. Air pollution by particulate matter PM10 may trigger multiple sclerosis relapses / J. Roux, D. Bard, E. Le Pabic [et al.] // Environ Res. – 2017. – № 156. – P. 404–410. DOI: 10.1016/j.envres.2017.03.049

2. Air pollution is associated to the multiple sclerosis inflammatory activity as measured by brain MRI / R. Bergamaschi, A. Cortese, A. Pichiecchio [et al.] // Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England). – 2018. – № 24. – P. 1578–1584. DOI: 10.1177/1352458517726866

3. Ambient air quality and occurrence of multiple sclerosis relapse / M. Oikonen, M. Laaksonen, P. Laippala [et al.] // Neuroepidemiology. – 2003. – № 22. – P. 95–9. DOI: 10.1159/000067108

4. Combustion-derived nanoparticles: a review of their toxicology following inhalation exposure / K. Donaldson, L. Tran, L.A. Jimenez [et al.] // Part. Fibre. Toxicol. – 2005. – № 2. – P. 10. DOI: 10.1186/1743-8977-2-10

5. Comparative evaluation of the effects of short-term inhalation exposure to diesel engine exhaust on rat lung and brain / D. Van Berlo, C. Albrecht, A.M. Knaapen [et al.] // Arch Toxicol. – 2010. – № 84. – P. 553–562. DOI: 10.1007/s00204-010-0551-7

6. Disease relapses in multiple sclerosis can be influenced by air pollution and climate seasonal conditions / S. Vojinovic, D. Savic, S. Lukic [et al.] // Vojnosanit Pregl. – 2015. – № 72. – P. 44–49. DOI: 10.2298/vsp140121030v

7. DNA damage in nasal and brain tissues of canines exposed to air pollutants is associated with evidence of chronic brain inflammation and neurodegeneration / L. Calderon-Garciduenas, R.R. Maronpot, R. Torres-Jardon [et al.] // Toxicol. Pathol. – 2003. – № 31. – P. 524–538. DOI: 10.1080/01926230390226645

8. Effects of particulate matter exposure on multiple sclerosis hospital admission in Lombardy region, Italy / L. Angelici, M. Piola, T. Cavalleri [et al.] // Environ Res. – 2016. – № 145. – P. 68–73. DOI: 10.1016/j.envres.2015.11.017

9. Exposure to particulate matter air pollution and risk of multiple sclerosis in two large cohorts of US nurses / N. Palacios, K.L. Munger, K.C. Fitzgerald [et al.] // Environ Int. – 2017. – № 109. – P. 64–72. DOI: 10.1016/j.envint.2017.07.013

10. Inflammatory cell expression of cyclooxygenase-2 in the multiple sclerosis lesion / J.W. Rose, K.E. Hill, H.E. Watt [et al.] // Journal of neuroimmunology. – 2004. – № 149. – P. 40–49. DOI: 10.1016/j.jneuroim.2003.12.021

11. Long-term exposure to air pollution and the incidence of multiple sclerosis: A population-based cohort study / L. Bai, R.T. Burnett, J.C. Kwong [et al.] // Environ. Res. – 2018. – № 166. – P. 437–443. DOI: 10.1016/j.envres.2018.06.003

12. Milano summer particulate matter (PM10) triggers lung inflammation and extra pulmonary adverse events in mice / F. Farina, G. Sancini, C. Battaglia [et al.] // PLoS One. – 2013. – № 8. – P. e56636. DOI: 10.1371/journal.pone.0056636

13. Monthly ambient sunlight, infections and relapse rates in multiple sclerosis / H. Tremlett, I.A. Van der Mei, F. Pittas [et al.] // Neuroepidemiology. – 2008. – № 31. – P. 271–279. DOI: 10.1159/000166602

14. Multiple sclerosis and air pollution exposure: Mechanisms toward brain autoimmunity / S. Esmaeil Mousavi, P. Heydarpour, J. Reis [et al.] // Med. Hypotheses. – 2017. – № 100. – P. 23–30. DOI: 10.1016/j.mehy.2017.01.003

15. Ozone, NO_2 and PM_{10} are associated with the occurrence of multiple sclerosis relapses. Evidence from seasonal multi-pollutant analyses / M. Jeanjean, M.A. Bind, J. Roux [et al.] // Environ. Res. – 2018. – № 163. – P. 43–52. DOI: 10.1016/j.envres.2018.01.040

16. Potential impact of air pollution on multiple sclerosis in Tehran, Iran / P. Heydarpour, H. Amini, S. Khoshkish [et al.] // Neuroepidemiology. – 2014. – № 43. – P. 233–238. DOI: 10.1159/000368553

17. Proinflammatory cytokines promote glial heme oxygenase-1 expression and mitochondrial iron deposition: Implications for multiple sclerosis / K. Mehindate, D.J. Sahlas, D. Frankel [et al.] // Journal of Neurochemistry. – 2001. – № 77. – P. 1386–1395. DOI: 10.1046/j.1471-4159.2001.00354.x

18. $PM_{2.5}$ levels strongly associate with multiple sclerosis prevalence in the Province of Padua, Veneto Region, North-East Italy / F. Tateo, F. Grassivaro, M. Ermani [et al.] // Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England). – 2019. – № 25. – P. 1719–1727. DOI: 10.1177/1352458518803273

19. The origin, fate, and health effects of combustion by-products: a research framework / M.D. Avakian, B. Dellinger, H. Fiedler [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2002. – № 110. – P. 1155–1162. DOI: 10.1289/ehp.021101155

Риск развития неинфекционных заболеваний у жителей Приаралья

О.В. Гребенева, Л.Ш. Сексенова, А.Ж. Шадетова, О.Ю. Дедова, Б.С. Кошкарбаева, Б.К. Касымбекова

НАО «Медицинский университет Караганды»,
г. Караганда, Республика Казахстан

Высокие уровни минерализации, жесткости и отдельные компоненты солевого состава воды, а также ее загрязнение канцерогенами, различными токсическими веществами и минеральными удобрениями в регионе Приаралья оказывают прямое отрицательное воздействие на состояние здоровья населения, рост заболеваемости, что вызывает новые социально-экономические и экологические ситуации, требующие законодательного решения и правового регулирования мер для населения, проживающего в экологически неблагоприятных районах. Используемая нами оценка относительного риска развития заболеваний может быть рассчитана для любого населенного пункта в сравнении с контрольным регионом, средними районными, областными и республиканскими значениями, что позволит определить, насколько реальные условия проживания опытного (изучаемого) региона хуже или лучше, чем в регионе сравнения (контрольный, средний районный, областной, республиканский) и насколько они оптимальны для развития и роста того или иного заболевания.

Ключевые слова: относительный риск, неинфекционные заболевания, население, Приаралье, состав воды.

В последние годы процесс высыхания Арала заметно изменил климатические условия и засоление окружающей среды Приаралья, определяя прирост рисков здоровью населения. Уменьшение поверхности моря привело к усилению континентальности климата, сокращению атмосферных осадков с высокой повторяемостью и значительной продолжительностью пыльных солевых бурь и поземков [4, 15]. Сложная экологическая обстановка в этом районе, связанная с агрохимическими загрязнениями, которые значительно ухудшили физико-химические свойства воды реки Сырдарьи, привели к изменению климатогеографических условий целого региона, что оказало самое неблагоприятное воздействие на здоровье населения [9].

Закон Республики Казахстан «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие экологического бедствия в Приаралье» [8] определяет на территориях экологического неблагополучия законодательную базу для социальной защиты граждан, пострадавших в результате Аральской экологической катастрофы, нуждающихся в мерах социальной реабилитации, закрепляет принципиальные подходы к формированию системы охраны жизни и здоровья населения. С учетом степени тяжести сложившейся экологически неблагополучной обстановки, влияния опустынивания и загрязнения окружающей природной среды на здоровье человека, а также на основании концепции Академии наук Республики Казахстан территории экологического бедствия в Приаралье подразделяются на следующие зоны: экологической катастрофы, экологического кризиса, экологического предкризисного состояния.

Цель работы – изучить риски состояния здоровья населения зон экологического неблагополучия Приаралья.

Материалы и методы. Проанализированы экологические условия проживания населения п. Айтеке-би Казалинского района (зона экологической катастрофы), п. Жосалы Кармакшинского района (зона экологического кризиса) Кызылординской области и контрольного Жанааркинского района (п. Атасу) Карагандинской области, состояние их здоровья по результатам медицинского осмотра, включающего функциональные и клинико-лабораторные исследования.

Определен химический состав питьевой воды и воды поверхностных водоемов на спектрофотометре PD-303S, фотометре-эксперте-003 «Эконикс», атомно-абсорбционном спектрофотометре МГА-915, газовом и жидкостном хроматографе, газовом хромато-масс-спектрометре; рассчитаны интегральные показатели загрязнения воды тяжелыми металлами ($ИЗВ_{тм}$) в теплый и холодный периоды года в соответствии с требованиями нормативных документов.

Обследование взрослого населения каждого населенного пункта проводилась однократно на базе поликлиник поселков, их объем определяли по формуле: $n = t^2 \cdot p \cdot (1000 - p)/\Delta^2$. Проведена комплексная клинико-функциональная оценка состояния здоровья мужчин и женщин в возрасте 18–69 лет с углубленным исследованием дыхательной, сердечно-сосудистой систем, пищеварительной, детоксикационной и выделительной функций организма, оценено состояние здоровья по заключению узких специалистов, выявлена структура заболеваемости обследованного населения по наиболее часто встречаемым нозологическим формам болезней по классам МКБ-10.

Медицинский осмотр включал консультации специалистов: терапевта, хирурга, дерматолога, офтальмолога, отоларинголога и стоматолога; при необходимости и уточнении диагноза дополнительные функциональные исследования: ЭКГ, ФВД и УЗИ ГДЗ и почек, измерения артериального давления, частоты сердечных сокращений и дыхания. Использовали электрокардиограф BTL-08, спирометр BTL-08 Spiro (Великобритания), систему ультразвуковой диагностики SONOACE R3 (Корея), комплекс «Варикард» фирмы «Рамена». Рассчитывали фактический биологический возраст (ФБВ) по Войтенко [12], функциональные возможности системы кровообращения по индексу функциональных изменений (ИФИ), резервные и адаптационные возможности жителей, нарушения настроения по анкете Бека [7] агрессивность по опроснику Басса – Дарки [6].

Критерием включения человека в обследование являлась длительность проживания в зоне экологического неблагополучия – не менее 5 лет, отсутствие контакта на рабочем месте с производственными факторами выше 2-го класса вредности и опасности, возраст 18–69 лет. На проведение исследований было получено разрешение локальной этической комиссии (протокол № 3 от 27 марта 2014 г.), от всех обследуемых лиц было получено индивидуальное письменное согласие на участие в исследовании. Для объективного исследования и анализа данных персонал и обследованное население не имели предварительных данных об уровне загрязнения того или иного региона. Для статистической обработки качественных (коды диагнозов, дихотомические данные) и количественных переменных (интенсивность признака, степень выраженности, частота встречаемости) использовали расчет медианного уровня с 25–75 % квартилей и расчет среднего арифметического с ошибкой и 95%-ного доверительного интервала. Количественные переменные проверялись на нормальность распределения.

Результаты. Питьевая вода в п. Айтеке-би за 10-летний период характеризовалась как чистая (ИЗВ = 0,5), хотя в некоторых пробах отмечали высокое содержание кадмия и ртути (до 10 ПДК) в 2007–2008 гг. Вода р. Сырдарья в районе г. Айтеке-би в период 2004–2013 гг. была умеренно загрязненной (ИЗВ = 1,3): концентрация хлоридов находилась на уровне 0,4 ПДК, но в 2006 г. в ряде точек достигала 2 ПДК, содержание сульфатов превышало санитарные нормы в среднем в 1,3 раза, но в 2006 г. в 2,7 раза. Питьевая вода в п. Жосалы характеризовалась как чистая (ИЗВ = 0,4), но в некоторых пробах санитарные нормы не соблюдались по показателям запаха и вкуса до 1,5 раза, мутности до 9,9 раза, уровню сухого остатка до 1,3 ПДК, концентрации хлоридов и сульфатов до 1,4 ПДК и 1,6 ПДК соответственно. Воду в р. Сырдарья в п. Жосалы оценивали 5-м классом качества как грязную (ИЗВ = 5,9). Концентрация хлоридов в 2009 г. достигала 2,6 ПДК, сульфатов до 1,8 ПДК, железа до 27,7 ПДК в 2011 г. Качество питьевой воды в контрольном поселке п. Атасу, согласно данным санитарных служб, за 2004–2013 гг. было высоким, (ИЗВ = 0,2), а вода открытых водоемов умеренно загрязненной (ИЗВ = 0,8) с превышением санитарных норм по показателям растворенного кислорода (1,4 ПДК).

По результатам собственных исследований во всех пробах питьевой воды, отобранных в теплый период года в п. Айтеке-би, было отмечено лишь превышение ПДК по показателю сухого остатка в 45,5 % проб и содержание кадмия на уровне 1,2 ПДК. В воде озера Камбаш в п. Айтеке-би летом отмечали двойное превышение растворенного кислорода, концентрации хрома до 2 ПДК. В 60 % проб в питьевой воде п. Жосалы наблюдали повышенное содержание хлоридов (до 1,97 ПДК), в 75 % проб повышенное содержание сульфатов (до 1,19 ПДК) и сухого остатка (1,15 ПДК), хотя ее относили ко 2-му классу качества – вода чистая. Во всех анализах проб поверхностных вод (р. Сырдарья) на территории п. Жосалы отмечали превышение содержания сульфатов до 1,8 ПДК, показателя растворенного кислорода до 2 ПДК, $ИЗВ_{тм}$ до 1,1, что характеризовало ее как умеренно загрязненную. Питьевая вода п. Атасу оценена 2-м классом (чистая), хотя в ряде проб отмечали повышенный уровень жесткости (1,13 ПДК), следы ртути (1,04 ПДК). Общий индекс загрязнения воды реки Сарысу в п. Атасу составил 0,57 – 2-й класс качества за счет повышенного содержания цинка (3,5 ПДК).

Аммиачное загрязнение было зарегистрировано в воде хозяйственно-бытового назначения во всех поселках, наибольший уровень выявлен в п. Айтеке-би (1,6 ПДК) и в п. Жосалы (1,25 ПДК), хлорорганические пестициды (гексахлорциклогексан или линдан) и полихлорированные бифенилы были обнаружены также во всех поселках (наибольшее в п. Айтеке-би), но не превышали нормативных уровней, а фенолы в п. Жосалы выявляли на уровне нормативных значений.

То есть к числу наиболее распространенных загрязняющих веществ в питьевой воде можно отнести тяжелые металлы, а в воде поверхностных водоемов – фенолы, синтетические поверхностные активные вещества, хлорорганические пестициды, тяжелые металлы. Высокие уровни минерализации, жесткости и отдельные компоненты солевого состава воды, а также ее загрязнение канцерогенами, различными токсическими веществами и минеральными удобрениями в регионе Приаралья могут оказывать прямое отрицательное воздействие на состояние здоровья [2, 13].

Таким образом, экологическая ситуация в регионе Приаралья по-прежнему остается крайне тревожной. Тем не менее при разработке политики планов экономического развития регионов по-прежнему недостаточное внимание уделяется

вопросам изучения влияния окружающей среды на здоровье людей, проживающих в регионе.

При анализе уровней общей среднемноголетней заболеваемости среди взрослого населения были определены ранговые места классов болезней в исследуемых районах. Среди классов болезней, согласно ранжированию, лидируют болезни органов дыхания, мочеполовой системы, органов пищеварения, крови, кроветворных органов и иммунной системы, системы кровообращения.

По нашему мнению, лидирующие заболевания могут быть свидетельством прямого и косвенного влияния неблагоприятных факторов региона (особенно водного) загрязнения стойкими токсическими веществами на заболеваемость взрослого населения. При постоянном проживании в этих регионах длительная экспозиция указанных экологических факторов неблагоприятно влияет на состояние здоровья всего населения [3, 15], обусловливает устойчивый рост специфики заболеваемости населения и смертности, которые имеют причинную связь с экологическим состоянием территорий и определяют вынужденную миграцию жителей по экологическим причинам.

В настоящее время актуальна оценка потерянных лет жизни при расчете интегрального показателя индекса DALY по возрастным и половым различиям в результате преждевременной смерти и инвалидности по лидирующим классам болезней в структуре смертности по причинам. В результате работы проведен расчет индекса DALY с абсолютными и относительными потерями по рекомендациям ВОЗ среди мужчин и женщин разновозрастных групп за период 2009–2013 гг. по Кызылординской области.

В структуре смертности на первом месте по причинам смерти находился класс болезней системы кровообращения, который и был проанализирован в разрезе индекса DALY. Была отмечена положительная динамика их снижения с 2009 по 2013 г. на 47,6 %, причем у мужчин это снижение составило лишь 41,6 %, а у женщин – 55,8 %. Показатели индекса DALY у мужчин оставались более высокими по отношению к женщинам, в среднем на величину сдвига 49,6 %. Общее количество потерянных лет из-за преждевременной смерти и инвалидности в классе заболеваний сердечно-сосудистой системы по Кызылординской области составило 5024,4, из них 1,0 % приходился на детей, 45,6 % на лиц трудоспособного возраста и 53,5 % на пенсионный возраст.

Анализ результатов медицинского осмотра жителей п. Айтеке-би выявил, что 5,3 % исследованных лиц были здоровы и 94,7 % – больны. Женщины болели чаще (97,6 %), чем мужчины (90,1 %). Выявленные заболевания по ранговым местам были представлены болезнями мочеполовой системы (80,5 %) – 1-е место; болезнями органов пищеварения (76,4 %) – 2-е место; болезнями крови и кроветворных органов (38,2 %) – 3-е место; болезнями системы кровообращения (35,1 %) – 4-е место; болезнями костно-мышечной системы (4,1 %), – 5-е место. У женщин чаще, чем у мужчин, встречались болезни крови и кроветворных органов (44,9 %), в частности анемия, а у мужчин чаще – болезни системы кровообращения (37 %), в частности, ИБС в сочетании с артериальной гипертензией (14,4 %). Выявленные болезни системы кровообращения были представлены в основном артериальной гипертензией (69,3 %), ишемической болезнью сердца (8,4 %), сочетанием ишемической болезни сердца и артериальной гипертензии (9 %), вегетососудистой дистонией (8,7 %), ревматизмом (3 %), врожденным пороком сердца (1 %), кардиомиопатией и арит-

мией (0,3 %). У мужчин чаще выявляли артериальную гипертензию (74,4 %), сочетание артериальной гипертензии и ИБС (14,5 %), у женщин – вегетососудистую дистонию (13,5 %).

В п. Жосалы (зона кризиса) среди осмотренных здоровые составили 5,4 %, больные – 94,6 %, при этом мужчины (96,4 %) болели чаще женщин (92,9 %), а среди выявленных заболеваний 1-е место заняли болезни органов пищеварения (71 %), 2-е место – болезни мочеполовой системы (70,8 %), 3-е место – болезни системы кровообращения (24,4 %), 4-е место – болезни крови и кроветворных органов (22,4 %), 5-е место – болезни органов дыхания и болезни костно-мышечной системы (1,6 %). В структуре выявленных болезней системы кровообращения наиболее распространенной нозологией явилась артериальная гипертензия (54,5 %), менее распространена была артериальная гипертензия в сочетании с ишемической болезнью сердца и ишемическая болезнь сердца в равной степени (16,3 %), нейроциркуляторная дистония (8,1 %) и ревматическая болезнь сердца (4,9 %). Артериальной гипертензией (61,6 %) страдали в большинстве случаев женщины, а ИБС (20,0 %) и сочетанием ИБС и артериальной гипертензии (24,0 %) чаще страдали мужчины.

Среди жителей п. Атасу здоровых было больше – 15,8 % (19,4 % мужчин и 12,7 % женщин), 84,1 % – лица с выявленными заболеваниями (80,5 % мужчин и 87,3 % женщин). По встречаемости классов 1-е место заняли болезни органов пищеварения – 73,9 %, 2-е место – болезни мочеполовой системы – 71,0 %, 3-е место – болезни системы кровообращения – 20,6 %. Из болезней системы кровообращения артериальной гипертензией страдали в большинстве случаев 71,6 % женщины, а ИБС с артериальной гипертензией чаще (16,39 %) страдали мужчины.

Высокая доля заболеваний сердечно-сосудистой системы у населения Приаралья может определяться не только прямым прессингом антропогенного неблагополучия, но опосредованным его влиянием на систему кровообращения. Известно, что звеном, согласующим все оперативно-компенсаторные (адаптивные) реакции на уровне органов, является именно эта система. Обладая совершенным аппаратом управления и саморегуляции, эта система чутко реагирует на малейшие изменения потребностей «загруженных» органов, согласуя регионарные запросы с деятельностью целостного организма. Все это дает основания рассматривать систему кровоснабжения в качестве универсального индикатора адаптационно-приспособительной деятельности целостного организма. Адекватным показателем функционального состояния человека может служить и биологический возраст (БВ) как интегрированное выражение возрастной патологии, скрытой или проявляющейся в виде недиагностируемых болезней, так и основных гемодинамических показателей [5, 14].

Установлено, что у большей части мужского населения выбранных поселков был отмечен высокий уровень темпа старения: у 66 % мужчин в п. Айтеке-би (зона экологической катастрофы) и в п. Жосалы (зона экологического кризиса) против 44 % в контрольной зоне (п. Атасу). Резко ускоренный темп старения наблюдали у 77,8 % женщин в п. Жосалы, что достигало 14–16 лет, тогда как в зоне экологической катастрофы такой темп выявляли у меньшего числа (у 25 %) женщин, а в контроле – только у 7,9 % женщин. Меньшая скорость (темп) старения у женщин по сравнению с мужчинами, полученная на основе расчетных оценок биологического возраста по параметрам физиологических показателей, согласуется с данными ВОЗ

о том, что женщины живут в среднем на 5–7 лет дольше, чем мужчины, а также определяет большую устойчивость их системы кровообращения к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Решение конкретных задач в условиях многофакторного влияния среды обитания на население показывает, что для выявления причинно-следственных связей рассматривают потерю здоровья только от уровня антропогенной нагрузки на урбанизированных территориях [2, 10]. На основные факторы риска ускорения темпа старения у женщин, проживающих в зоне экологического неблагополучия, указывали высокие значения корреляционных связей от содержания в питьевой воде кобальта ($r = 0,7$); а у мужчин от содержания в питьевой воде селена ($r = 0,8$).

Статистически значимый ($p = 0,05$) относительный риск возникновения заболеваний сердечно-сосудистой системы у жителей зоны катастрофы (п. Айтеке-би), а именно ИБС и болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением, был высоким ($OR = 6,8$). Проживание на этих территориях увеличивало риск возникновения артериальной гипертензии ($OR = 2,7$). Риск возникновения кардиомиопатии выявлен только для жителей п. Айтеке-би ($OR = 3,2$).

У населения зоны кризиса (п. Жосалы) наибольший риск был выявлен для ишемической болезни с атеросклерозом сосудов ($OR = 6,6$), артериальной гипертензии с атеросклерозом сосудов ($OR = 2,9$). Необходимо отметить, что только у жителей в п. Жосалы был выявлен статистически значимый риск возникновения атеросклероза сосудов ($OR = 5,4$). У жителей п. Жосалы наиболее высоким был риск возникновения ИБС, связанный с атеросклерозом сосудов и ассоциированными нарушениями проводимости сердца ($OR = 9,8$).

Хроническое неспецифическое действие загрязнения окружающей среды на здоровье людей является наиболее частым типом их неблагоприятного влияния [11]. Все это в конечном итоге оказывает отрицательное влияние на здоровье населения, рост заболеваемости, вызывает новые социально-экономические и экологические ситуации, требующие законодательного решения и правового регулирования мер для населения, проживающего в экологически неблагоприятных районах.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие **выводы**:

1. Наиболее распространенными загрязняющими веществами в питьевой воде были тяжелые металлы, а в воде поверхностных водоемов – фенолы, синтетические поверхностные активные вещества, хлорорганические пестициды, тяжелые металлы.

2. Общее количество потерянных лет из-за преждевременной смерти и инвалидности в классе заболеваний сердечно-сосудистой системы по Кызылординской области составило 5024,4, из них 45,6 % приходился на лиц трудоспособного возраста.

3. Среди соматических заболеваний у населения в районах экологического неблагополучия наиболее часто выявляли: болезни органов пищеварения и болезни мочеполовой системы, болезни системы кровообращения и болезни крови и кроветворных органов.

4. Ускоренный темп старения у населения из зон экологического неблагополучия п. Айтеке-би и п. Жосалы с опережением на 5–16 лет по сравнению с контрольным п. Атасу свидетельствует о влиянии факторов риска на организм населения Приаралья.

5. Среди заболеваний сердечно-сосудистой системы наиболее высокий риск имела ИБС, протекающая на фоне атеросклероза сосудов, относительный риск которой составлял в п. Айтеке-би – 10,5, а в п. Жосалы – 12,6.

Список литературы

1. Альназарова А.Ш. Медико-экологические аспекты здоровья населения в регионе экологического неблагополучия: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Алматы, 2010. – 50 с.

2. Альназарова А.Ш. Особенности формирования онкологической патологии у населения в зоне Аральского моря // Медицина. – 2010. – № 3. – С. 13–18.

3. Барулин А.И., Барулина И.В. Территориальный мониторинг окружающей среды // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы – биофиты в окружающей среде: сб. материалов III Междунар. научно-практ. конф. – Семипалатинск, 2004. – Т. 2. – С. 351–357.

4. Галаева О.С., Идрисова В.П. Климатические особенности пыльных бурь Приаралья // Гидрометеорология и экология. – 2007. – № 2. – С. 27–40.

5. Елина Р.В., Юрьева Т.Н., Галузо Н.А. Влияние патологий различных функциональных систем на степень увеличения темпов старения // Успехи геронтологии. – 2014. – Т. 27, № 1. – С. 124–128.

6. Ениколопов С.Н., Садовская А.В. Враждебность и проблема здоровья человека // Журн. неврол. и психиатр. им. Корсакова. – 2000. – № 7. – С. 12–18.

7. Ильин Е.П. Эмоции и чувства. – СПб., 2001. – С. 505–507.

8. О социальной защите граждан, пострадавших вследствие экологического бедствия в Приаралье: Закон Республики Казахстан № 1468-XII от 30 июня 1992 года [Электронный ресурс] // ИПС «Әділет». – URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z920002600 (дата обращения: 07.03.2020).

9. Послание Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана. – Астана, 2008. – С. 55–57.

10. Программа по комплексному решению проблем Приаралья на 2007–2009 гг. [Электронный ресурс] / Утв. постановлением Правительства РК № 915 от 26 сентября 2006 г. // CAWATERinfo. – URL: http://www.cawater-info.net/library/aral2.htm (дата обращения: 07.03.2020).

11. Рахманин Ю.А. Актуализация проблем экологии человека и гигиены окружающей среды и пути их решения // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 5. – С. 4–8.

12. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии / под ред. С.М. Будилиной, В.М. Смирнова. – М., 2005. – 336 с.

13. Современное состояние окружающей среды Приаралья / Г.Р. Хантурина, Л.К. Ибраева, Ж.Х. Сембаев [и др.] // Гигиена труда и медицинская экология. – 2014. – № 1 (42). – С. 27–32.

14. Старение физиологическое и преждевременное. Место статинов в предупреждении преждевременного старения / М.С. Пристром, В.Э. Сушинский, И.И. Семененков [и др.] // Медицинские новости. – 2009. – № 6. – С. 25–30.

15. Терешкевич Д.П. Медико-социальные и эпидемиологические аспекты здоровья населения в зоне экологического бедствия Приаралья. – Астана, 2011. – 32 с.

16. Хахулина Е.Б. Геоэкологическая ситуация на территории нефтепромыслов Западного Казахстана // Вестник ВКГТУ. – 2005. – № 1. – С. 101–106.

Функциональные изменения при патологии периферической нервной системы у работников, занятых добычей полезных ископаемых

С.А. Галлямова[1], Э.Р. Шайхлисламова[1,2]

[1]ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
[2]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Уфа, Россия

Выявлены функциональные изменения при патологии периферической нервной системы у работников, занятых добычей полезных ископаемых, с оценкой электронейромиографических и реографических показателей периферических сосудов и нервов и сопоставление их с клиническими данными.

Неврологическое обследование, состояние периферического кровообращения и нейрофизиологическая оценка периферических нервов проведены 72 работникам, занятым добычей медной руды, и 100 работникам, занятым добычей сырой нефти. Результаты исследования позволили установить у работников зависимость между последовательным развитием клинических, электронейромиографических и реовазографических нарушений и длительностью воздействия неблагоприятных производственных факторов. Наибольшему риску развития нервно-мышечных нарушений при добыче нефти подвержены бурильщики и операторы капитального и подземного ремонта скважин, при добыче рудных ископаемых – проходчики.

Ключевые слова: добыча полезных ископаемых, заболевания периферической нервной системы, стимуляционная электронейромиография, моторный М-ответ, периферическое кровообращение.

Важнейшими подотраслями добычи полезных ископаемых в Республике Башкортостан являются добыча сырой нефти и медной руды. Работники, занятые выполнением работ по добыче полезных ископаемых, подвергаются сочетанному и комплексному воздействию неблагоприятных производственных факторов, что, в ряде случаев, является причиной формирования профессиональной патологии [1, 5, 3].

К настоящему времени распространенными профессиональными заболеваниями от воздействия физического перенапряжения и вибрации как в Российской Федерации, так и в Республике Башкортостан, и наносящими значительный социальный и экономический урон являются заболевания периферической нервной системы [3, 2].

Вопросы разработки и научного обоснования критериев доклинической диагностики нарушений периферической нервной системы, связанных с воздействием вредных производственных факторов, приобретают все большее значение, так как позволяют установить ранние изменения в организме работников и своевременно проводить необходимые лечебно-профилактические мероприятия [1].

Цель работы – выявление функциональных изменений при патологии периферической нервной системы у работников, занятых добычей полезных ископае-

мых на территории Республики Башкортостан с оценкой электронейромиографических и реовазографических показателей периферических сосудов и нервов и сопоставление их с клиническими данными.

Материалы и методы. Неврологическое обследование проведено 72 работникам, занятым добычей медной руды, в возрасте от 25 до 58 лет (средний возраст 44,5 ± 0,8 г.) со стажем работы от года до 33 лет (средний стаж 17,2 ± 0,8 г.), в профессиях проходчика, машиниста погрузочно-доставочных машин (ПДМ), крепильщика, бульдозериста и 100 работникам в возрасте от 30 до 50 лет (40,5 ± 1,2) со стажем работы от года до 30 лет (16,7 ± 1,2), занятым добычей сырой нефти в профессиях бурильщика, помощника бурильщиков, оператора капитального и подземного ремонта скважин (КРС, ПРС), оператора по добыче нефти и газа (ДНГ), машиниста, слесаря.

Методом стимуляционной электронейромиографии (СЭНМГ) на аппаратно-программных комплексах «МБН-Нейромиограф-1», «Нейро-МВП-Нейрософт» (Россия) дана нейрофизиологическая оценка количественных показателей, а именно амплитуды моторных М-ответов, показателей латентности (РЛ) и скоростей распространения возбуждения (СРВ) по двигательным волокнам малоберцовых, большеберцовых, срединных, локтевых нервов, определение формы М-ответа [4]. Изучено состояние периферического кровообращения верхних и нижних конечностей методом реовазографии на аппаратно-программном комплексе «Кредо» с анализом количественных показателей – реографических, диастолических и дикротических индексов, а также формы реографической волны.

Статистическая обработка результатов по изучаемым показателям проводилась с помощью прикладных пакетов статистических программ Statistica с расчетом средней математической и стандартной ошибки ($M \pm m$). Достоверность результатов оценивали по критерию Стьюдента (t) и уровню значимости (p).

Результаты. Результаты исследования позволили распределить обследованных работников, занятых добычей полезных ископаемых, на три клинические группы, каждой из которых соответствовали определенные, свойственные им электронейромиографические показатели, типы моторных М-ответов, отражающие динамику развития нарушений периферической нервной системы.

В 1-ю группу вошли 41,6 % шахтеров (в основном машинисты ПДМ и проходчики) и 27,1 % нефтяников (операторы ДНГ, машинисты и слесари) с небольшим стажем работы и наличием жалоб на кратковременные боли в позвоночнике без иррадиации в конечности и нарушений чувствительности. Неврологические изменения проявлялись в синдромах подостропротекающих люмбалгий и цервикалгий, как правило, не ограничивающих трудовую активность рабочих. Объем движений в позвоночнике, суставах конечностей имел средненормальные значения, радикулярные поражения и нейродистрофические синдромы не выявлялись.

Электронейромиографические показатели в данной группе работников характеризовались высокой амплитудой вызванных потенциалов, двухфазностью при стимуляции срединного и малоберцового нервов и снижением амплитуды М-ответа при стимуляции моторного локтевого нерва, составляя у горнорабочих – 3,93 ± 0,55 мВ, у нефтяников – 8,1 ± 0,3 мВ.

Следующую группу составили 40,6 % работников, занятых добычей медных руд, и 38,5 % работников, занятых добычей сырой нефти, со стажем работы более

10 лет с четко очерченной патологией локального и регионального уровней поражения периферической нервной системы. Профессиональный состав состоял из 29,3 % проходчиков и машинистов ПДМ, 26,8 % бульдозеристов и 14,6 % крепильщиков, 65,0 % бурильщиков, помощников бурильщиков, операторов ПРС, КРС, 35,0 % операторов ДНГ, слесарей и машинистов.

В этой группе преобладали жалобы на периодические (до 2–3 раз в год) боли в позвоночнике с непостоянной иррадиацией их в верхние и / или нижние конечности и сопровождающиеся у большинства работников ощущением онемения и похолодания конечностей. При осмотре выявлялись изменения статики и динамики позвоночника в виде ограничения объема движений в пораженном отделе до 25–50 % и выявляемые при функциональных пробах изменения физиологических изгибов позвоночного столба слабой и умеренно выраженной степени.

В неврологической картине преобладали рефлекторные синдромы (цервикобрахиалгии и люмбоишиалгии) с мышечно-тоническими и нейродистрофическими проявлениями; у части больных – нейрососудистые нарушения, охватывающие до двух-трех анатомических областей.

Стимуляционная электронейромиография периферических нервов при нарастании клинической выраженности нервно-мышечных нарушений обнаружила у нефтяников достоверное снижение амплитуды М-ответа (аксонопатия) при стимуляции нервов верхних конечностей ($p < 0,05$), а также при стимуляции нервов нижних конечностей ($p < 0,01$), у горнорабочих – аналогичное снижение при исследовании нервов верхних и нижних конечностей ($p < 0,05$). Уменьшение скорости распространения возбуждения (СРВ) по двигательным волокнам свидетельствовало о сочетании аксональной дегенерации с миелинопатией. В сравнении с первой клинической группой как у нефтяников, так и у горнорабочих отмечалось достоверное снижение СРВ при тестировании локтевого и срединного нервов в проксимальном ($p < 0,05$), дистальном отделах ($p < 0,01$) и в кубитальном канале ($p < 0,01$), а также при тестировании малоберцового нерва в проксимальном ($p < 0,05$) и дистальном отделах ($p < 0,01$). У работников обеих профессиональных групп при исследовании нервов верхних и нижних конечностей выявлено повышение резидуальной латенции (РЛ), указывающее на изменение состояния концевых немиелинизированных волокон.

В структуре М-ответа у работников данной клинической группы были также обнаружены изменения в виде появления дополнительных «турнов» и изгибов на позитивной, а затем и на негативной фазе М-ответа.

Кроме того, выявлены случаи компрессионных невропатий срединного нерва на уровне карпального канала у 25,9 % горнорабочих и 28,6 % нефтяников; невропатий малоберцового нерва на уровне фибуллярного канала у 7,4 % горнорабочих и 7,7 % нефтяников.

3-ю группу образовали работники со стажем работы, как правило, более 15 лет, имевшие умеренную либо выраженную вертеброневрологическую симптоматику. У них преобладали жалобы на постоянные боли в позвоночнике и / или суставах конечностей. При этом часто рабочие отмечали распространение болей на руки и / или ноги с парестезиями (онемение, зябкость, ломота и др.), а также побеление пальцев рук. Данные жалобы предъявляли 17,8 % горнорабочих, из них 55,6 % – проходчики, 27,8 % – бульдозеристы, 11,1 % – крепильщики, 5,5 % – ма-

шинисты ПДМ и 34,4 % нефтяников, из них 42,8 % – бурильщики, помощники бурильщиков, 36,8 % – операторы ПРС, КРС и 20,4 % – машинисты.

При объективном осмотре выявлялись неврологические изменения в зоне одного, двух или трех корешков, характеризующиеся расстройствами чувствительности, рефлекторной сферы, снижением до 75 % от средненормальных значений подвижности позвоночно-двигательного сегмента и укладывающиеся в клиническую картину радикулопатии пояснично-крестцового и (реже) шейного уровней. Нейродистрофические синдромы, являясь признаком поражения мышечно-скелетной системы, определялись в двух-трех анатомических областях. Поражение периферического отдела нервной системы в виде вегетативно-сенсорной полинейропатии обнаружено у рабочих, отнесенных только к 3-й группе.

При электронейромиографическом проведении исследования работников данной клинической группы выявлено значительное снижение скоростных показателей периферических нервов на фоне сформировавшейся аксонопатии. У работников добычи нефти отмечалось достоверное снижение СРВ при стимуляции срединного и малоберцового нервов в проксимальном ($p < 0,05$) и в дистальном ($p < 0,001$) отделах, при стимуляции локтевого нерва – во всех сегментах ($p < 0,001$). У работников добычи медных руд также обнаружено статистически значимое снижение СРВ срединного нерва в проксимальном ($p < 0,05$), дистальном отделах и через область локтевого сустава ($p < 0,001$); локтевого нерва – в дистальном отделе ($p < 0,05$) и через область локтевого сустава ($p < 0,001$); малоберцового нерва – в проксимальном ($p < 0,01$) и дистальном отделах ($p < 0,001$).

С утяжелением клинических нарушений и нарастанием неврологического дефицита для всех тестируемых нервов было характерно дальнейшее повышение РЛ: у нефтяников при стимуляции малоберцового нерва она составила 4,5 ± 0,5 мс, у горнорабочих – 3,41 ± 0,23 мс (против 3,5 ± 0,3 и 3,32 ± 0,30 мс соответственно во 2-й группе).

У работников определялось разрушение основной структуры моторного М-ответа, при котором невозможно было выделить негативную и позитивную фазы, тип ответа определялся как «рассыпчатый».

Частота компрессионных невропатий срединного нерва в карпальном канале возрастала почти в 3 раза, составляя 75,0 % у горнорабочих и 83,3 % у нефтяников; малоберцового нерва в фибуллярном канале и локтевого нерва в кубитальном канале и канале Гийона – по 37,5 % у горнорабочих и около 40,0 % у нефтяников.

При исследовании периферического кровообращения у обследованных работников выявлено понижение уровня пульсового кровенаполнения сосудов верхних и нижних конечностей. При исследовании сосудов верхних конечностей определялась неустойчивость тонуса сосудов с преобладанием явлений гипертонуса в 44 % случаев; при исследовании сосудов нижних конечностей в 40 % случаев обнаружены явления сосудистой дистонии по гипотоническому типу. Признаки нарушения венозного оттока регистрировались у 42 % работников на верхних конечностях и у 46 % – на нижних конечностях.

С увеличением производственного стажа отмечалось увеличение доли лиц с отклонениями пульсового кровенаполнения и признаками неустойчивости сосу-

дистого тонуса. Одновременно увеличивалось количество реовазограмм с нарушениями венозного оттока и в клинических группах с умеренными и выраженными вертеброневрологическими симптомами (2-я и 3-я клинические группы) возрастало число реовазограмм с признаками затруднения артериального притока.

Выводы:

1. Проведенное обследование работников, занятых добычей полезных ископаемых, позволило установить зависимость между развитием последовательных клинических и электронейромиографических нарушений периферических нервов и длительностью воздействия производственных факторов.

2. Каждой из трех выделенных нами клинических групп соответствовали определенные, свойственные им электронейромиографические показатели, типы М-ответов, отражающие динамику развития нарушений периферической нервной системы. При исследовании периферической гемодинамики верхних и нижних конечностей прослеживалась зависимость выявленных нарушений от длительности воздействия вредных производственных факторов.

3. Установлено, что наибольшему риску развития нервно-мышечных нарушений при добыче нефти подвержены бурильщики, помощники бурильщика, операторы КРС, ПРС, при добыче рудных полезных ископаемых – проходчики.

4. Дальнейшее изучение динамики количественных электронейромиографических показателей, развития клинических нарушений периферической нервной системы позволит научно обосновать принципы ранней диагностики и профилактики профессиональной и производственно обусловленной патологии локомоторной системы у работников, занятых добычей полезных ископаемых.

Список литературы

1. Клинико-электронейромиографические особенности формирования нарушений костно-мышечной и периферической нервной систем у работников, занятых добычей полезных ископаемых / Э.Р. Шайхлисламова, С.А. Галлямова, Г.Г. Гимранова [и др.] // Уральский медицинский журнал. – 2017. – № 3 (147). – С. 149–153.

2. Николаев С.Г. Электромиография: клинический практикум. – Иваново: ПреСто, 2013. – 394 с.

3. Попова А.Ю. Состояние условий труда и профессиональная заболеваемость в Российской Федерации // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 3. – С. 7–13.

4. Структура и динамика профессиональной заболеваемости в Республике Башкортостан / А.Б. Бакиров, Э.Р. Шайхлисламова, Э.Т. Валеева [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 4. – С. 40–44.

5. Факторы рабочей среды и трудового процесса на предприятиях цветной металлургии республики Башкортостан и профессиональное здоровье работников / А.Б. Бакиров, Р.М. Такаев, Н.С. Кондрова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 7. – С. 4–10.

Аллергическая патология органов дыхания от воздействия промышленных аэрозолей и мероприятия по их минимизации

А.Д. Волгарева[1], Э.Р. Шайхлисламова[1,2], Е.Р. Абдрахманова[1,2], Г.Г. Гимранова[1], Л.К. Каримова[1], А.И. Борисова[1], Г.М. Чудновец[1]

[1]ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
[2]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Уфа, Россия

Оценено влияние воздействия промышленных аэрозолей на распространенность и течение профессиональной аллергической патологии органов дыхания у трудоспособного населения Республики Башкортостан и разработать программу профилактических мероприятий по их минимизации.

Ретроспективный анализ распространенности профессиональных заболеваний органов дыхания от воздействия промышленных аэрозолей проведен по данным журналов регистрации впервые установленных профессиональных заболеваний в клинике за период с 2008 по 2017 г.

Показано, что развитие профессиональных аллергических заболеваний органов дыхания в 54 % случаев связано с воздействием аэрозолей сложного химического состава, превышающих предельно допустимые концентрации. Усугубляющими факторами являются неблагоприятные микроклиматические условия на рабочем месте в сочетании с химическим фактором. Наибольшее число случаев профессиональных заболеваний зарегистрировано на предприятиях по добыче полезных ископаемых, обрабатывающих отраслей экономики и в строительстве.

Ключевые слова: промышленные аэрозоли, аллергическая профессиональная патология органов дыхания, профилактика, ретроспективный анализ, превышение ПДК химического состава промышленных аэрозолей.

Высокая распространенность, прогрессирующее необратимое течение профессиональных заболеваний органов дыхания аллергической этиологии у работников промышленных предприятий представляют серьезную медицинскую и социальную проблему. Одной из главных причин развития заболеваний, часто приводящих к ранней утрате трудоспособности квалифицированных работников, являются промышленные аэрозоли. Факторами, повышающими риск развития профессиональных аллергических заболеваний, являются пыли сложного состава, вредные химические вещества токсического и раздражающего действия, неблагоприятные микроклиматические условия.

Наиболее высокие уровни профессиональной аллергической заболеваемости в России сохраняются на предприятиях металлургической и горнодобывающей отраслях экономики [3, 4, 6–8]. Отмечено увеличение числа профессиональных легочных заболеваний от воздействия сварочного аэрозоля [1, 2, 5].

Цель исследования – оценить влияние воздействия промышленных аэрозолей на распространенность и течение профессиональной аллергической патологии органов дыхания у трудоспособного населения Республики Башкортостан и разработать программу профилактических мероприятий по их минимизации.

Материалы и методы. Ретроспективный анализ распространенности профессиональных заболеваний органов дыхания от воздействия промышленных аэрозолей проведен по данным журналов регистрации впервые установленных профессиональных заболеваний в клинике за период с 2008 по 2017 г.

Результаты. Анализ условий труда работников промышленных предприятий, в которых диагностировано наибольшее количество случаев профессиональных заболеваний органов дыхания, показал, что факторы рабочей среды и интенсивность их воздействия на организм работающих имели свои особенности для различных производств. Это определялось составом и свойствами добываемого или обрабатываемого сырья, технологией ведения работ, используемым типом оборудования.

Добыча рудных полезных ископаемых сопряжена с повышенным риском возникновения профессиональных заболеваний органов дыхания среди горнорабочих от сочетанного воздействия промышленного аэрозоля, вредных химических веществ и неблагоприятных параметров микроклимата (повышенная влажность, низкая температура). При подземном способе добычи руды в воздухе рабочих мест определяются химические вещества и аэрозоли дезинтеграции. Основными источниками выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны являются взрывные работы, а также дизельные двигатели работающего транспорта. Взрывные работы сопровождаются поступлением в воздушную среду забоя оксидов азота и оксида углерода.

Машиностроение включает целый комплекс различных отраслей промышленности. Запыленность в литейных цехах возникает при производстве отливок литьем в песчаные формы.

В плавильных отделениях процессы подготовки печей к работе, плавки и выпуска расплавленных литейных сплавов из печей и их металлургическая обработка сопровождаются более низким выделением аэрозоля конденсации. При ремонтных работах в литейном цехе имеется контакт с высокофиброгенной пылью, но с меньшим превышением среднесменной концентрации. Кроме того, на рабочих местах литейных цехов не соблюдаются параметры микроклимата. Превышения предельно допустимой температуры воздушной среды рабочих зон возникают в смесеприготовительных отделениях, оборудованных печами для сушки песка и глины, а также в стержневых отделениях, где в местах извлечения стержней из сушильных печей температура воздуха достигает более 50 °С.

Нефтеперерабатывающая, нефтехимическая и химическая отрасли экономики включают производства синтетических материалов и изделий на основе продуктов переработки нефти и природного газа. Промышленные катализаторы, используемые в процессе переработки нефти, представляют собой высокодисперсные аэрозоли оксидов металлов. Интенсивность воздействия вредных веществ различна и непостоянна в процессе труда для большинства профессий.

Для производств органического синтеза характерен интермиттирующий режим воздействия веществ. В производствах синтетического каучука и катализаторов диапазон между минимальными и максимальными концентрациями существенно меньше, а режим воздействия вредных веществ ближе к постоянному, что

связано с наличием открытых технологических процессов. При клееприготовлении и клееразведении диапазон концентраций шире.

Как известно, в различных отраслях экономики широко используются электросварочные работы. Существует много видов сварки, отличающихся по условиям труда и составу сварочного аэрозоля. Высокие концентрации сварочного аэрозоля на рабочем месте регистрируются в момент осуществления сварочных работ, которые составляют от 40 до 80 % сменного времени. Концентрация сварочного аэрозоля и его отдельных компонентов зависит от вида сварки. Наибольшая степень запыленности воздуха рабочей зоны определяется при ручной и полуавтоматической сварке, наименьшая – при автоматической сварке.

Учитывая фиброгенное воздействие сварочного аэрозоля в сочетании с раздражающим, сенсибилизирующим и общетоксическим действиями, при анализе санитарно-гигиенических характеристик условий труда установлено, что в состав сварочного аэрозоля входили вещества умеренного класса опасности, высокоопасные и чрезвычайно опасные вещества, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях. Наиболее вредным газами, выделяющимся при сварке, являются, как правило, оксид азота, углерода, гидрофторид, обладающие раздражающим действием, даже в небольших количествах.

В механосборочных цехах в составе сварочного аэрозоля присутствовали медь, цинк, ванадий, алюминий, вольфрам и другие вещества.

За десятилетний период было установлено 248 случаев профессиональной патологии органов дыхания у работников различных производств, что составило 18,9 % от общего числа установленных за этот период профессиональных заболеваний. Доля больных с профессиональными аллергическими заболеваниями дыхательных путей от воздействия промышленных аэрозолей составила 54 %. Аллергены вызывали развитие бронхиальной астмы в 11,2 % случаев. Хронические заболевания верхних дыхательных путей, преимущественно воспалительно-дистрофического характера, выявлены в 29,8 % случаев, у 8,2 % больных изменения носили аллергический характер.

Наиболее высокие уровни профессиональных заболеваний от воздействия аэрозолей сложного химического состава установлены среди работников обрабатывающих отраслей экономики – 65,6 %, из них в машиностроении зарегистрирован 41 случай (30,6 %), у работников нефтяной отрасли – 13 случаев профессиональных заболеваний (9,7 %). Далее следовали предприятия добычи полезных ископаемых – 40 случаев (29,8 %), в строительстве зарегистрировано 6 случаев (4,5 %).

Установлено, что в последние годы на промышленных предприятиях стройиндустрии, добычи полезных ископаемых и обрабатывающей промышленности увеличилось число профессиональных легочных заболеваний от воздействия сварочного аэрозоля, где в воздухе рабочей зоны присутствуют токсические вредные вещества раздражающего и сенсибилизирующего действия и кварцсодержащая пыль. Среди больных токсико-пылевым бронхитом электрогазосварщики составляли 47,0 %, в том числе занятые монтажом магистральных трубопроводов – 4,5 %, добычи полезных ископаемых – 6,7 %, машиностроения – 35,8 %.

Развитие заболеваний дыхательных путей у работников самых разных профессий было связано с длительным контактом с промышленными аэрозолями (средний стаж работы составил $22,65 \pm 0,54$ г.), содержащими пыль токсических

соединений и аллергенов в концентрациях, превышающих ПДК, в сочетании с неблагоприятным микроклиматом.

Установлено, что развитие аллергической патологии дыхательных путей в результате воздействия токсичных промышленных аэрозолей и раздражающих газов происходило в более короткие сроки при меньшем стаже. Предшествующий стаж работы до развития профессионального заболевания в 15,7 % случаев составил 0–9 лет, 24,6 % – 10–14 лет. Наиболее часто профессиональные заболевания выявлялись у лиц со стажем работы более 15 лет, который способствовал развитию заболеваний у 59,7 % обследованных.

Динамика выявленных профессиональных заболеваний дыхательных путей от воздействия промышленных аэрозолей по годам представлена на рисунке.

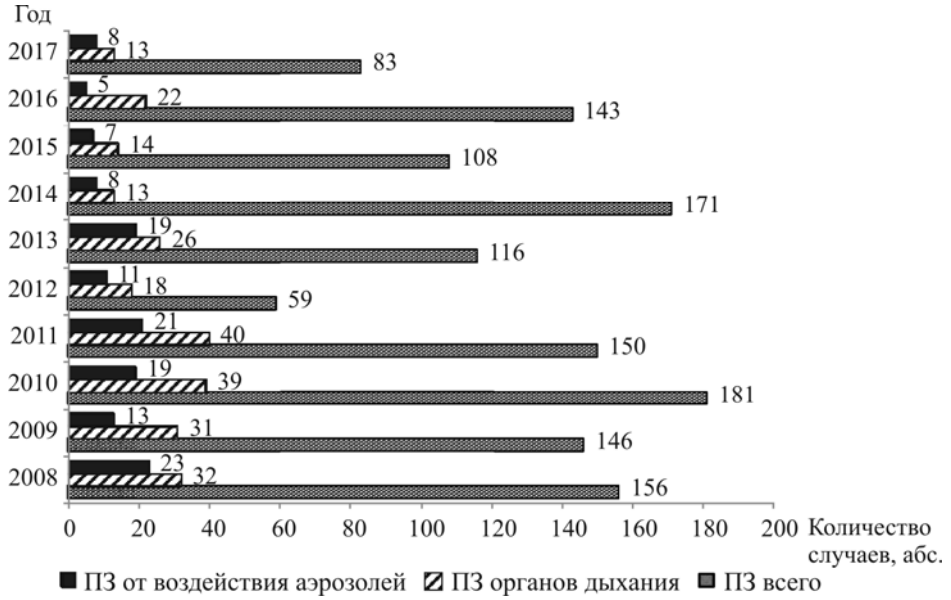


Рис. Динамика профессиональной заболеваемости от воздействия промышленных аэрозолей в Республике Башкортостан за 2008–2017 гг., количество случаев

Проведенный нами анализ аллергической заболеваемости органов дыхания свидетельствует об актуальности проблемы снижения риска развития профессиональных заболеваний, вызванных воздействием промышленных аэрозолей сложного химического состава, превышающих предельно допустимые концентрации. Профилактика профессиональных заболеваний органов дыхания по-прежнему имеет важное социально-медицинское значение, так как контингент работников, подвергающихся воздействию промышленных аэрозолей, весьма значителен.

Программа по обеспечению безопасных условий труда и профилактика профессиональных аллергических заболеваний должна представлять многоуровневую систему, разработанную с учетом анализа профессиональной заболеваемости, условий труда конкретного производства и состоящую из комплекса технологических, санитарно-технических, санитарно-гигиенических и медицинских мероприятий.

Основной путь снижения риска воздействия на работников промышленных аэрозолей может быть достигнут гигиеническим нормированием аллергенов в воздухе

рабочей зоны с учетом их специфического сенсибилизирующего действия. Технологические мероприятия направлены на контроль содержания их в воздухе рабочей зоны и исключение или снижение уровней их воздействия на работников. Лабораторные исследования и измерения в целях производственного контроля соблюдения санитарных правил и выполнения санитарно-противоэпидемических мероприятий должны быть проведены с периодичностью, определенной нормативными правовыми документами.

Меры защиты от промышленных аэрозолей предусматривают применение средств индивидуальной защиты органов дыхания. Работники должны быть обеспечены сертифицированными средствами индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами.

Не менее важной составляющей профилактики профессиональных заболеваний органов дыхания являются медицинские осмотры с осуществлением лечебно-профилактических мероприятий, направленных на снижение темпов прогрессирования заболевания, уменьшение частоты и продолжительности обострений, сохранение трудоспособности и повышения качества жизни. Большое значение при поступлении на работу в контакте с сенсибилизирующими аэрозолями придается проведению предварительного медицинского осмотра, целью которого является выявление лиц, имеющих медицинские противопоказания к допуску к работам с вредными и (или) опасными условиями труда.

Разработка комплекса информативных критериев ранней диагностики занимает особое место в системе профилактики профессиональных заболеваний органов дыхания с последующим лечением и формированием групп риска. Медицинское наблюдение и ранняя диагностика случаев заболеваний у работников при проведении периодических медицинских осмотров является эффективным методом вторичной профилактики. По результатам периодических медицинских осмотров должно быть организовано диспансерное наблюдение в зависимости от наличия заболевания, степени его выраженности, объема необходимых лечебно-оздоровительных мероприятий, а также формирование группы лиц для углубленного обследования в профпатологических центрах и установления связи заболевания с профессией. Оздоровление стажированных работников, имеющих контакт с аэрозолями, должно проводиться в условиях санаториев-профилакториев, курортов с использованием методов респираторной физиотерапии, применением ингаляций, лечебной физкультуры.

Выводы. Основной причиной развития профессиональных аллергических заболеваний органов дыхания является воздействие промышленных аэрозолей, превышающих предельно допустимые концентрации.

Профессиональные заболевания от воздействия аэрозолей наиболее часто регистрировались среди работников обрабатывающих отраслей экономики (65,6 % случаев) и предприятий добычи полезных ископаемых (29,8 % случаев), в строительстве (4,5 %).

Разработана программа медицинского наблюдения и меры по минимизации риска развития заболеваний органов дыхания у работников промышленных предприятий, занятых в условиях воздействия промышленных аэрозолей, превышающих предельно допустимые концентрации.

Список литературы

1. Бабанов С.А., Будаш Д.С. Клинико-лабораторные особенности и прогнозирование течения хронического пылевого бронхита, силикоза и пневмокониоза от воздействия сварочных аэрозолей // Санитарный врач. – 2016. – № 4. – С. 37–48.

2. Влияние длительного воздействия промышленных аэрозолей на функциональное состояние бронхолегочной системы у работников алюминиевого производства / Е.А. Бейгель, Е.В. Катаманова, С.Ф. Шаяхметов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 12. – С. 1160–1163.

3. Методические подходы к оценке риска формирования патологии верхних дыхательных путей у работников пылеопасных производств / В.Б. Панкова, И.Н. Федина, П.В. Серебрякова [и др.] // Вестник оториноларингологии. – 2015. – № 6. – С. 28–31.

4. Омарова Д.К. Функциональное состояние органов дыхания работающих на танталовом производстве // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 4. – С. 55–58.

5. Структура и динамика профессиональной легочной патологии у рабочих в Московской области при длительном (полувековом) наблюдении / П.Н. Любченко, А.А. Атаманчук, Е.А. Полякова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 2. – С. 5–9.

6. Федина И.Н., Гришин О.Н. Клинико-морфологические особенности формирования «пылевой» патологии // Сб. тр. XXIV Нац. конгресса по болезням органов дыхания / под. ред. А.Г. Чучалина. – М.: ДизайнПресс, 2014. – 528 с.

7. Шляпников Д.М., Власова Е.М., Пономарева Т.А. Заболевания органов дыхания у работников металлургического производства // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 12. – С. 16–19.

8. Urban air pollution, climate and its impact on asthma morbidity / L.V. Veremchuk, V.I. Yankova, Vitkina [et al.] // Asian Pacific J. Trop. Biomed. – 2016. – Vol. 6, № 1. – P. 76–79.

Особенности иммунного статуса работников нефтедобычи с нарушениями вегетативной нервной системы (на примере Пермского края)

Н.А. Никоношина, О.В. Долгих

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

Проведен анализ особенностей иммунного статуса работников предприятия нефтедобывающей промышленности в Пермском крае с установленным диагнозом синдрома вегетативной дистонии (СВД). Патология вегетативной нервной системы в обследованной группе лиц, подвергающихся воздействию вредных производственных факторов, ассоциируется с угнетением клеточного звена иммунного ответа по критерию снижения ($p < 0,05$) количества активированных CD3+CD25+-лимфоцитов относительно группы сравнения и одновременного повышения ($p < 0,05$) уровня регуляторных Т-лимфоцитов (CD127-) по отношению к референтным значениям. При этом установленное статистически значимое ($p < 0,05$) повышение количества CD3+CD95+-лимфоцитов, а также уровня проапоптотического регуляторного белка Bax в группе наблюдения указывает на активацию процессов апоптоза. Гуморальный иммунный статус работников предприятия нефтедобычи, контактирующих с вред-

ными производственными факторами, характеризуется ($p < 0,05$) повышением уровня провоспалительного цитокина – IL-1β на фоне угнетения продукции антител класса IgA. Условия воздействия комплекса вредных производственных факторов формирует у работников предприятия нефтедобычи дисбаланс показателей иммунной и гуморальной регуляции, ассоциированный с развитием патологии вегетативной нервной системы.

Ключевые слова: вредные производственные факторы, предприятия нефтедобычи, синдром вегетативной дистонии, иммунный статус, апоптоз.

Нефтедобывающая промышленность является одной из наиболее развитых отраслей производства в России. Несмотря на непрерывную модернизацию и усовершенствование производственного процесса, работники данной отрасли промышленности подвергаются воздействию вредных производственных факторов, наиболее значимыми из которых являются химические поллютанты (углеводороды) [3, 4, 6].

Длительная и интенсивная экспозиция профессиональных групп вредными производственными факторами может повлечь снижение адаптационного потенциала, нарушения иммунной регуляции и, как следствие, развитие профессионально обусловленных патологий, в том числе заболеваний вегетативной нервной системы [1, 2, 5, 8].

Цель работы – проанализировать особенности иммунного статуса работников предприятия нефтедобычи в Пермском крае с установленной патологией вегетативной нервной системы

Материалы и методы. Проведено исследование особенностей иммунного статуса работников предприятия нефтедобывающей промышленности с установленной патологией нервной системы – синдром вегетативной дистонии (СВД). Всего было обследовано 92 человека. Группу наблюдения составили 69 мужчин с установленным диагнозом СВД, занятых на производстве по добыче нефти (операторы добычи нефти и газа), подвергающихся воздействию вредных химических, физических и психофизиологических производственных факторов (шум, тяжесть труда, ароматические углеводороды). Группу сравнения составили 23 мужчины с СВД, не контактирующие с данными производственными факторами (технологи, инженеры и др.). Группы сопоставимы по этническому и возрастному составу, а также по социальному статусу.

Изучение маркеров клеточной дифференцировки лимфоцитов (CD3+CD25+, CD3+CD95+), а также оценка содержания регуляторного белка Bax проводились методом проточной цитометрии на проточном цитометре FACSCalibur («Becton Dickinson», USA) с использованием универсальной программы «CellQuestPrO».

Определение уровня продукции провоспалительного цитокина – IL-1β проводилось методом иммуноферментного анализа.

Определение уровня сывороточного IgA проводилось методом радиальной иммунодиффузии по Манчини.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью пакета программ Microsoft Office, а также программы Statistica 6.0 и включала в себя описательную статистику и двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента. Различия между группами считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Результаты проведенного клинико-лабораторного исследования крови работников предприятия нефтедобычи с установленным диагнозом СВД позволили установить особенности иммунной регуляции обследованного

контингента, демонстрирующие признаки угнетения ее клеточных и гуморальных характеристик.

Группа работников нефтедобывающего предприятия с установленной патологией вегетативной нервной системы, подвергающихся негативному воздействию специфических производственных факторов, отличается достоверным ($p < 0,05$) снижением абсолютного и относительного содержания маркера ранней активации лимфоцитов (CD3+CD25+) относительно аналогичных значений данного показателя в группе сравнения в 1,5 раза (таблица).

Иммунный статус работников нефтедобычи с нарушениями вегетативной нервной системы

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения, $n = 69$	Группа сравнения, $n = 23$
Bax, %	5–9	18,808 ± 2,159*/**	12,198 ± 2,064**
CD3+CD25+-лимфоциты, абс., 10^9/л	0,19–0,56	0,327 ± 0,066*	0,561 ± 0,142
CD3+CD25+-лимфоциты, отн., %	13–24	14,571 ± 3,442*	23,75 ± 4,667
CD3+CD95+-лимфоциты, абс., 10^9/л	0,63–0,97	0,827 ± 0,193*	0,488 ± 0,083
CD3+CD95+-лимфоциты, отн., %	39–49	34,000 ± 5,494*	22,286 ± 3,584
CD127-лимфоциты, абс, 10^9/дм^3	0,015–0,4	0,177 ± 0,126**	0,157 ± 0,038**
CD127-лимфоциты, отн, %	0,8–1,2	7,423 ± 5,096**	6,550 ± 2,244**
IgA, г/дм^3	1,1–3	2,548 ± 0,095*	3,091 ± 0,155
IL-1β, пг/мл	0–11	1,762 ± 0,237*	1,173 ± 0,216

Примечание:
* – различия статистически значимы относительно группы сравнения ($p < 0,05$);
** – различия статистически значимы относительно референтного уровня ($p < 0,05$).

Также установлено, что 83,3 % работников предприятия нефтедобычи с установленным диагнозом СВД характеризуется статистически значимым ($p < 0,05$) повышением содержания клеток субпопуляции регуляторных Т-лимфоцитов (CD127-) относительно референтного интервала, независимо от конкретных условий труда на рабочем месте.

У 85,7 % работников предприятия нефтедобычи в группе наблюдения выявлено достоверное ($p < 0,05$) повышение абсолютного и относительного содержания CD3+CD95+-лимфоцитов по отношению к группе сравнения, что указывает на признаки активации процессов апоптоза. Кроме того, уровень проапоптотического регуляторного белка Bax в группе наблюдения достоверно ($p < 0,05$) превышает значение данного показателя в группе сравнения и референтный интервал в 1,54 и в 2,1 раза соответственно. По данным литературы, повышенная экспрессия Bax снижает резистентность нейронов к гибели, индуцируемой в результате эксайтотоксичности, метаболического и оксидативного стресса, что приводит к развитию различных патологий нервной системы [7, 9].

Иммунный статус группы операторов добычи нефти и газа характеризуется достоверным ($p < 0,05$) угнетением гуморального иммунного ответа по критерию снижения ($p < 0,05$) продукции сывороточного IgA. Также в данной группе установлено повышение продукции IL-1β, что указывает на признаки развития воспалительных реакций [10].

Выводы. Таким образом, группа работников предприятия нефтедобычи в Пермском крае с установленным диагнозом СВД характеризуется дисбалансом показателей иммунной регуляции, указывающим на признаки угнетения ($p < 0,05$) клеточного иммунного ответа (CD3+CD25+, CD127-), а также активации ($p < 0,05$) процессов апоптоза (CD3+CD95+, Bax). Гуморальный иммунный статус обследованного контингента отличается повышенной ($p < 0,05$) экспрессией провоспалительного цитокина IL-1β на фоне угнетения ($p < 0,05$) продукции антител класса IgA. Выявленные изменения показателей иммунной и гуморальной регуляции формируют комплекс особенностей иммунного статуса работников предприятия нефтедобычи, ассоциированных с развитием патологии вегетативной нервной системы, в условиях воздействия комплекса вредных производственных факторов.

Список литературы

1. Алиев Ф.Г., Мамедов Г.М., Гулиева А.А. Показатели неспецифической иммунологически обусловленной резистентности у лиц, работающих в нефтяной промышленности // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2009. – № 14. – С. 107–111.

2. Долгих О.В., Кривцов А.В., Бубнова О.А. Иммуногенетические показатели у работающих в условиях сочетанного воздействия пыли и производственного шума // Российский иммунологический журнал. – 2015. – № 9 (2). – С. 551–553.

3. Кузьмина Ю.М., Шубин М.В. Профессиональные риски нарушения здоровья работников нефтеперерабатывающей промышленности // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 19. – С. 287–290.

4. Оруджев Р.А., Джафарова Р.Э. Особенности токсического действия углеводородов нефти на организм человека // Вестник ВГМУ. – 2017. – № 4. – С. 8–15.

5. Уровень здоровья здоровых работников в нефтяной и химической отраслях промышленности / Л.М. Карамова, Г.Р. Башарова, Э.Т. Валеева [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 4. – С. 270–275.

6. Факторы и показатели профессионального риска при добыче нефти / Г.Г. Гимранова, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова [и др.] // Вестник РГМУ. – 2014. – № 1. – С. 72–75.

7. Bax activation and mitochondrial insertion during apoptosis / L. Lalier, P.F. Cartron, P. Juin [et al.] // Apoptosis. – 2007. – Vol. 12, № 5. – P. 887–896. DOI: 10.1007/s10495-007-0749-1

8. Duramad P., Holland N.T. Biomarkers of immunotoxicity for environmental and public health research // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2011. – № 8 (5). – P. 1388–1401. DOI: 10.3390/ijerph8051388

9. Hollville E., Romero S.E., Deshmukh M. Apoptotic cell death regulation in neurons // The FEBS Journal. – 2019. – Vol. 286, № 17. – P. 3276–3298. DOI: 10.1111/febs.14970

10. Wieczorek M. Various aspects of IL-1 biological activity. II. IL-1 beta in diseases and the Central Nervous System // Wiad Parazytol. – 2009. – Vol. 55, № 2. – P. 115–124.

Раздел III

Санитарно-гигиеническая ситуация: состояние, опасные факторы, общие проблемы, региональные особенности

Гигиеническая оценка динамики уровня загрязнения атмосферного воздуха в Российской Федерации

Н.В. Зайцева[1,2,3], С.В. Клейн[1,2], С.А. Вековшинина[1], А.М. Андришунас[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[3]ФГБОУ ФО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ,
г. Пермь, Россия

Объект исследования – показатели уровня загрязнения атмосферного воздуха населенных мест в Российской Федерации за 2000–2019 гг.

Осуществлен гигиенический анализ данных об уровнях загрязнения атмосферного воздуха населенных мест в целом по Российской Федерации и в субъектах РФ за последние двадцать лет и установлены факторы, влияющие на загрязнение воздуха.

Проведен анализ данных формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» за 2000–2019 гг., данных Росприроднадзора о выбросах загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками за 2000–2018 гг., материалов Государственных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Российской Федерации за 2012–2018 гг.

Установлено, что за период 2000–2018 гг. общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу увеличился на 0,026 млн т и составил в 2018 г. 32,327 млн т. За тот же период выбросы от стационарных источников снизились на 1,752 млн т, а от передвижных источников – выросли на 1,778 млн т.

За период 2000–2019 гг. доля проб атмосферного воздуха населенных мест РФ с превышениями предельно допустимых концентраций (ПДК) снизилась в 10,5 раза, в том числе на городских территориях – в 10,7 раза, на сельских – в 5,29 раза. Зафиксировано снижение доли проб атмосферного воздуха, превышающих ПДК, в отношении бенз(а)пирена (в 3,2 раза), взвешенных веществ (в 9,5 раза), углерода оксида (в 11,6 раза), гидроксибензола (в 8,8 раза) и других загрязняющих веществ.

Снижается общее количество ассоциированных с качеством атмосферного воздуха нарушений здоровья, однако ежегодно в стране формируется 800–1700 тыс. дополнительных случаев заболеваний и 12–27 тыс. случаев смерти в классах болезни органов дыхания, системы кровообращения, болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм, костно-мышечной системы и соединительной ткани, нервной системы.

Приоритетными факторами риска, вносящими основной вклад в формирование дополнительной заболеваемости, ассоциированной с качеством атмосферного воздуха, продолжают оставаться около 20 соединений (окислы азота, формальдегид, бенз(а)пирен, аммиак, дигидросульфид, хлор, гидроксибензол и его производные, ксилол, бензол, ароматические углеводороды, марганец, серная кислота, серы диоксид, сероуглерод, взвешенные вещества и их мелкодисперсные фракции, углерода оксид, фтор и его соединения).

Ключевые слова: атмосферный воздух, ПДК, уровень загрязнения, выбросы загрязняющих веществ, факторы воздействия. Федеральный проект.

В последние десятилетия среда обитания претерпевает колоссальные изменения. Постоянное поступление в окружающую среду загрязняющих веществ в результате производственной, сельскохозяйственной и другой антропогенной деятельности негативно сказывается на ее качестве, является фактором, повышающим уровень риска здоровью человека [1, 2, 4, 6]. Наибольшее отрицательное воздействие оказывает загрязнение воздушного бассейна. Загрязненный атмосферный воздух крупных промышленных городов и прилегающих к ним территорий, на которых проживает более 70 % населения Российской Федерации, оказывает постоянное многокомпонентное воздействие на здоровье человека, формирует существенный вклад в возникновение дополнительной ассоциированной заболеваемости и смертности населения [3, 10, 11].

Наиболее информативным и надежным источником данных для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха являются результаты систематических инструментальных измерений, проводимых в рамках экологического и социально-гигиенического мониторинга, а также производственного контроля [1]. Они позволяют выявить примеси, потенциально представляющие наибольшую угрозу для жизни и здоровья человека, как при кратковременном, так и при длительном воздействии, а также территории, на которых возможно формирование высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха, и приоритетные источники воздействия [7–9].

Пространственная и динамическая оценка изменения уровня загрязнения атмосферного воздуха является основой для разработки адекватных мероприятий по улучшению качества атмосферного воздуха с учетом региональных особенностей и минимизации риска и вреда здоровью экспонированного населения [6].

Цель данного исследования – выполнить гигиенический анализ данных об уровнях загрязнения атмосферного воздуха населенных мест в целом по Российской Федерации и в субъектах РФ за последние двадцать лет, и установить факторы, влияющие на загрязнение воздуха.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели были проанализированы данные Росприроднадзора о выбросах загрязняющих веществ за 2000–2018 гг., отражающие воздействие стационарных и передвижных источников на атмосферный воздух Российской Федерации.

Гигиенический анализ показателей загрязнения атмосферного воздуха выполнен по данным ведомственной статистической формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» Роспотребнадзора за 2000–2019 гг.

В качестве источников информации о количестве ассоциированных с качеством атмосферного воздуха нарушений здоровья и формирующих их факторах были использованы материалы Государственных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Российской Федерации за 2012–2018 гг.

Результаты. По данным Росприроднадзора общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2018 г. составил 32,327 млн т, что на 0,026 млн т выше показателя 2000 г. (рис. 1). Выбросы от стационарных источников составили в 2018 г. 17,068 млн т, что на 1,752 млн т меньше, чем в 2000 г. Выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников достигли 15,259 млн т, в том числе от автотранспорта – 15,108 млн т, от железнодорожного транспорта – 151 тыс. т. За период 2000–2018 гг. выбросы от передвижных источников увеличились на 1,778 млн т (рис. 1).

В целом за период 2000–2018 гг. наблюдалось снижение удельного веса выбросов от стационарных источников в общем объеме выбросов загрязняющих веществ с 58,3 до 52,8 %.

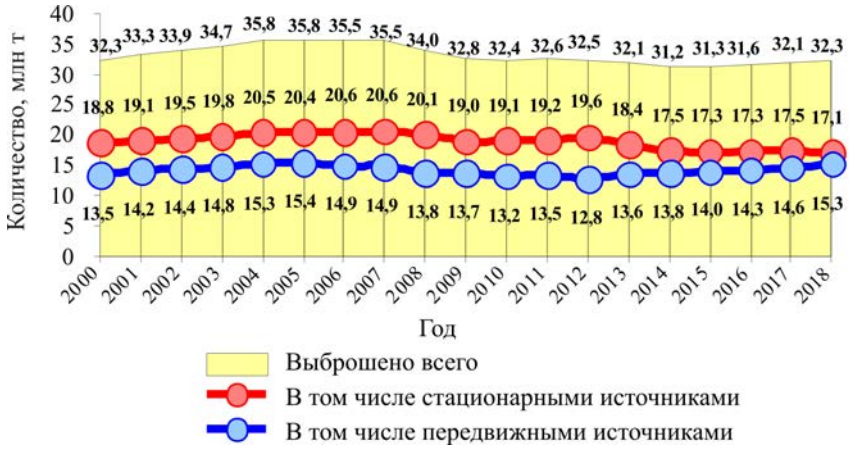


Рис. 1. Динамика объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников, 2000–2018 гг., млн т

В общем объеме выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Российской Федерации преобладали газообразные и жидкие вещества. На их долю приходится от 92,5 до 95,2 %.

Наибольший вклад в выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух вносил оксид углерода – от 47,5 до 51,5 %. В 2018 г., по сравнению с 2000 г., выбросы оксида углерода от стационарных и передвижных источников увеличились на 1,236 млн т и составили 16,596 млн т.

Валовые выбросы диоксида серы от всех источников снизились за период 2000–2018 гг. на 1,818 млн т и составили в 2018 г. 3,703 млн т. На это вещество приходилось свыше 21,0 % поступления в атмосферу выбросов от стационарных источников, но менее 1,0 % всех выбросов автотранспорта. Сокращения выбросов диоксида серы от автотранспортных средств удалось достичь за счет использования автомобильного топлива с низким содержанием серы.

Выбросы летучих органических соединений (ЛОС) в 2018 г. увеличились, по сравнению с 2000 г., на 580 тыс. т, и составили 2,891 млн т. В 2018 г. доля летучих органических соединений (ЛОС) составила по стационарным источникам 7,8 %, по автотранспорту – 10,2 %.

Выбросы оксидов азота за период 2000–2018 гг. увеличились на 297 тыс. т и составили в 2018 г. 3,518 млн т. Доли оксидов азота в выбросах от стационарных источников и автотранспорта за рассматриваемый период остались неизменными: 10,4 и 10,9 % соответственно.

В 2018 г. доля твердых веществ в выбросах от стационарных источников составила 8,8 % от общего объема выбросов от стационарных источников. Стационарными источниками было выброшено 1,509 млн т твердых веществ, что на 36,6 % ниже показателя 2010 г. В 2018 г. доля твердых веществ (прежде всего сажи) в выбросах автотранспортных средств составила 0,186 % от общего объема выбросов автотранспортных средств. Объем выбросов твердых веществ от автотранспорта составил 28,1 тыс. т, что на 47,7 % ниже показателя 2010 г. Валовый выброс сажи от автотранспорта за период 2012–2018 гг. уменьшился на 7,63 тыс. т.

Выбросы метана автотранспортом сократились в 2018 г., по сравнению с 2012 г., на 88,63 тыс. т и составили 33,44 тыс. т. Выбросы аммиака автотранспортом также уменьшились на 11,53 тыс. т и составили в 2018 г. 22,12 тыс. т.

Анализ данных Роспотребнадзора показал, что гигиенические показатели уровня загрязнения атмосферного воздуха населенных мест в Российской Федерации за последние двадцать лет (2000–2019 гг.) значительно улучшились. За этот период в 10,5 раза (с 6,07 до 0,58 %) снизилась доля проб атмосферного воздуха с превышениями предельно допустимых концентраций (ПДК), в том числе на городских территориях в 10,7 раза (с 6,28 до 0,59 %), на сельских – в 5,3 раза (с 2,81 до 0,53 %) (рис. 2).

Рис. 2. Доля проб атмосферного воздуха, отобранных на территории городских и сельских поселений, с содержанием загрязняющих веществ, превышающих ПДК, %

Детальный анализ данных за последние десять лет (2010–2019) показал, что среди федеральных округов наиболее высокая доля проб атмосферного воздуха с превышением ПДК наблюдалась на территории Сибирского, Дальневосточного и Уральского федерального округа. В 2019 г. этот показатель в Сибирском федеральном округе составил 1,68 %, Дальневосточном – 0,88 %, Уральском – 0,64 %, а в среднем для Российской Федерации – 0,58 %. Наиболее благоприятная ситуация по темпу снижения показателя доли проб с превышением ПДК наблюдалась в Северо-Кавказском (–93,46 %), Центральном (–84,03 %), Южном (–68,93 %) и Уральском федеральных округах (–63,42 %).

Оценка динамики уровня загрязнения атмосферного воздуха по приоритетным субъектам РФ за последнее десятилетие (2010–2019) свидетельствует о снижении доли проб атмосферного воздуха с превышением ПДК в Забайкальском крае (–84,8 %), Красноярском крае (–42,1 %), Кемеровской области (–15,2 %), Алтайском крае (–26,2 %), Курской области (–58,7 %), Саратовской (–37,9 %) и Томской (–18,5 %) областях. Значительный прирост доли проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов наблюдался в Республике Бурятия (+91,7 %), Иркутской области (+123,4 %), Сахалинской (+94 %) и Новосибирской (+107,4 %) областях.

В целом за последние двадцать лет (2000–2019 гг.) частота регистрации проб воздуха городских территорий, в которых содержание загрязняющих веществ пре-

вышало 5,0 ПДК, снизилась в 8,8 раза (с 0,25 до 0,03 %), в том числе при маршрутных и подфакельных исследованиях в зоне влияния промышленных предприятий – в 7,7 раза (с 0,17 до 0,02 %), на автомагистралях в зоне жилой застройки – в 15,5 раза (с 0,08 до 0,005 %).

Содержание в атмосферном воздухе вредных (загрязняющих) веществ также значительно снизилось. Зафиксировано значительное снижение доли проб атмосферного воздуха, превышающих ПДК: бенз(а)пирен – в 3,2 раза, взвешенные вещества – в 9,5 раза, углерода оксид – в 11,6 раза, гидроксибензол – в 8,8 раза (рис. 3).

Рис. 3. Вещества, приоритетные по доле проб, превышающих ПДК, %:
а – 2000 г., *б* – 2019 г.

По оценкам экспертов ВОЗ, к загрязняющим веществам, о негативном воздействии которых на здоровье человека получены наиболее убедительные доказательства, относятся: бенз(а)пирен, сажистый (черный) углерод, приземный озон, оксиды азота, взвешенные частицы (в том числе $PM_{2.5}$ и PM_{10}) и диоксид серы. В 2019 г. превышения ПДК в отношении этих приоритетных веществ были зарегистрированы в пробах атмосферного воздуха, отобранных на территории следующих субъектов Российской Федерации:

– бенз(а)пирен (от 0,64 до 75 % проб с превышением ПДК) – 14 субъектов РФ, в том числе Республика Бурятия (75,0 %), Кемеровская область (21,7 %), Забайкальский край (17,4 %), Красноярский край (9,03 %), Челябинская область (7,74 %) и др.;

– азота диоксид (от 0,19 до 3,11 % проб с превышением ПДК) – 27 субъектов РФ, в том числе Курская область (3,11 %), Республика Бурятия (3,1 %), Саратовская область (1,65 %), Иркутская область (1,5 %), Республика Татарстан (1,44 %) и пр.;

– азота оксид (от 0,12 до 8,0 % проб с превышением ПДК) – 11 субъектов РФ, в том числе Тюменская область (8,0 %), Амурская область (6,12 %), Белгородская область (2,18 %), Кировская область (1,39 %), Алтайский край (1,1 %) и пр.;

– серы диоксид (от 0,08 до 6,07 % проб с превышением ПДК) – 20 субъектов РФ, в том числе Красноярский край (6,07 %), Республика Башкортостан (1,77 %), Иркутская область (1,6 %), Республика Калмыкия (1,52 %), Мурманская область (1,51 %) и пр.;

– взвешенные вещества (от 0,22 до 22,9 % проб с превышением ПДК) – 42 субъекта РФ, в том числе Чукотский автономный округ (22,9 %), Забайкальский

край (22,5 %), Сахалинская область (7,05 %), Республика Бурятия (6,89 %), Новосибирская область (6,87 %) и пр.;

– $PM_{2.5}$ – 2 субъекта РФ: Омская область (3,27 % проб с превышением ПДК) и Республика Татарстан (0,92 %);

– PM_{10} – 3 субъекта РФ: Омская область (2,61 % проб с превышением ПДК), Республика Татарстан (1,07 %), Республика Мордовия (0,13 %);

– углерод (сажа) (от 0,06 до 13,33 % проб с превышением ПДК) – 9 субъектов РФ, в том числе Республика Хакассия (13,3%), Республика Татарстан (3,41 %), Кемеровская область (2,24 %), Забайкальский край (2,0 %), г. Санкт-Петербург (1,69 %), Амурская область (1,63 %) и пр.

Повышенные уровни содержания химических веществ в атмосферном воздухе могут формировать развитие неблагоприятных эффектов со стороны органов дыхания, иммунной, нервной, мочеполовой, костно-мышечной, репродуктивной систем, систем кровообращения, крови и кроветворных органов, слизистой глаз, оказывать влияние на процессы развития организма.

По данным Государственных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Российской Федерации установлено, что дополнительная заболеваемость всего населения РФ, вероятно обусловленная загрязнением атмосферного воздуха, в 2012–2019 гг. составляла от 878 до 1 771 тыс. случаев, смертность – от 12,9 до 27 тыс. случаев.

В 2019 г. приоритетные позиции по абсолютному количеству дополнительных случаев занимали болезни органов дыхания – 69,4 % (2 435 213 абс. случаев), пищеварения – 9,75 % (342 149 абс.), системы кровообращения – 9,07 % (318 439 абс. сл.), болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм – 4,34 % (152 499 абс.). Основную долю дополнительных случаев смерти у всего населения формировала смертность населения от болезней органов дыхания и злокачественных новообразований. В целом по Российской Федерации в 2019 г. 2,6 и 0,5 % смертности по данным причинам соответственно было обусловлено негативным воздействием загрязнений атмосферного воздуха.

Основными причинами, формирующими риск для здоровья и дополнительные случаи заболеваемости, могут быть как антропогенные, так и природные факторы воздействия на атмосферный воздух:

– производственные: стремительный рост предприятий теплоэнергетики, топливной промышленности (выделение в атмосферный воздух углеводородов, сероводорода, оксида азота, сажи, оксида углерода, сернистого ангидрида и прочих химических веществ); нерациональное или неправильное использование топлива, приводящее к большому объему выбросов;

– бытовые: переработка бытовых отходов, а также сжигание топлива для жилищного обеспечения;

– транспортные: увеличение автомобильного парка, сжигания огромного количества топлива, частое образование заторов на дорогах и продолжительная работа двигателей на холостом ходу; существенное сокращение экологически чистых общественных средств транспорта – трамваев и троллейбусов за счет увеличения парка маршрутных такси; низкое качество топливного сырья;

– природные: лесные или степные пожары, извержения вулканов, пыльца растений, пыль и взвешенная грязь и пр.

В 2016–2018 гг. в РФ был принят ряд нормативно-правовых документов, регламентирующих отношения в области воздействия на атмосферный воздух. На за-

седании президиума совета при президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам в 2016 г. был утвержден федеральный проект «Чистая страна», который предполагает реализацию до 2025 г. мероприятий по предотвращению возникновения значительных объемов вредных выбросов, в частности диоксинов и парниковых газов, а также мероприятий по строительству пяти объектов термической обработки твердых коммунальных отходов.

По Указу президента РФ № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года» был разработан федеральный проект «Чистый воздух» национального проекта «Экология», который направлен на улучшение экологической обстановки и снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферных воздух. Выполнение мероприятий комплексных планов федерального проекта позволит к 2024 г. снизить совокупный объем вредных выбросов в атмосферный воздух в крупных промышленных центрах на 20 % [1, 9]. Величина, несомненно, отражает потенциал улучшения экологической и санитарно-эпидемиологической ситуации. Вместе с тем реальное повышение качества атмосферного воздуха на территории зависит не только от снижаемой массы выброса, но и от пространственного расположения источников выбросов, селитебных, рекреационных и иных нормируемых зон, от параметров выбросов (высоты, температуры, линейной скорости и пр.). Крайне важным является и компонентный состав сокращаемых выбросов [8].

Реализация мероприятий федерального проекта по снижению выбросов проводится по 12 городам 10 субъектов РФ: Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец, Чита. Мониторинг атмосферного воздуха в рамках федерального проекта «Чистый воздух» в 2019 г. проводился на 66 маршрутных, стационарных, передвижных (подфакельных) постах наблюдения. В приоритетных городах в течение 2019 г. было проведено от 180 до 9700 исследований, из них от 0,1 до 7,6 % проб превышали гигиенические нормативы.

Выводы. Результаты гигиенической оценки динамики уровня загрязнения атмосферного воздуха свидетельствуют о том, что за последние 20 лет доля проб атмосферного воздуха с превышением ПДК снизилась более чем в 10 раз, в том числе на городских территориях – в 10,7 раза, на сельских – в 5,29 раза. Это снижение обусловлено уменьшением доли проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию бенз(а)пирена (в 3,2 раза), взвешенных веществ (в 9,5 раза), углерода оксида (в 11,6 раза), гидроксибензола (в 8,8 раза) и других загрязняющих веществ.

Активное внедрение и реализация комплекса природоохранных мероприятий и федеральных и региональных проектов, в том числе федеральных проектов «Чистый воздух», «Чистая страна», привели к снижению возникновения нарушений гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха.

Несмотря на благоприятную динамику улучшения качества приземных слоев атмосферы, атмосферный воздух населенных мест продолжает оставаться фактором риска, формируя дополнительные случаи заболеваемости и смертности. За исследуемый период загрязнением атмосферного воздуха было вероятно обусловлено формирование 12,9–27 тыс. дополнительных случаев смерти и 878–1771 тыс. случаев заболеваний в классах болезней органов дыхания, пищеварения, системы кровообращения, болезни крови, кроветворных органов и др.

Приоритетными факторами, вносящими основной вклад в формирование дополнительной заболеваемости, ассоциированной с качеством атмосферного воздуха, продолжают оставаться окислы азота, формальдегид, бенз(а)пирен, аммиак, дигидросульфид, хлор, гидроксибензол и его производные, ксилол, бензол, ароматические углеводороды, марганец, серная кислота, серы диоксид, сероуглерод, взвешенные вещества и их мелкодисперсные фракции, углерода оксид, фтор и его соединения.

Список литературы

1. Анализ связи загрязнения атмосферного воздуха и здоровья детского населения в системе социально-гигиенического мониторинга / М.К. Исхакова, К.А. Данилова, А.В. Попов [др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. – 2014. – Т. 16, № 5–2. – С. 874–877.

2. Загороднов С.Ю., Май И.В., Кокоулина А.А. Мелкодисперсные частицы ($PM_{2.5}$ и PM_{10}) в атмосферном воздухе крупного промышленного региона: проблемы мониторинга и нормирования в составе производственных выбросов // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 142–147.

3. Май И.В., Клейн С.В. Анализ риска здоровью населения от воздействия выбросов автотранспорта и пути его снижения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1–8. – С. 1895–1901.

4. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 4–17. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01

5. Нецветаев А.Г. правовая охрана атмосферного воздуха от загрязнения по законодательству Российской Федерации // Правовая безопасность личности, государства и общества: сборник статей XIX Международной научной конференции. – 2019. – С. 108–116.

6. Нормативно-правовые и методические аспекты интеграции социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной модели надзора / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 1. – С. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2018.1.01

7. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году: государственный доклад. – М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. – 844 с.

8. Овчинникова Е.Л., Фридман К.Б., Новикова Ю.А. Задачи социально-гигиенического мониторинга в новых правовых условиях // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2018. – Т. 13, № 2. – С. 939–949.

9. Практический опыт оценки и управления неинфекционными рисками для здоровья при подготовке массовых спортивных мероприятий (на примере всемирной летней универсиады – 2013 в Казани и Олимпийских зимних игр – 2014 в Сочи) / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 12 (273). – С. 4–7.

10. Сажина О.В. Анализ состояния атмосферного воздуха Российской Федерации как объекта, участвующего в процессе загрязнения воздушной среды // Наука и образование: новое время. – 2016. – № 4. – С. 42-45.

11. Health risk analysis in the strategy of state social and economical development / G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva, I.V. May [et al.] // Russian Academy of Sciences The Federal Service for Supervision in the Sphere of Consumer Rights and Individual Welfare Protection Federal Budget Science Institution Federal Research Center of Medical-Preventive Technologies of Public Health Risk Management: monography. – Moscow, Perm, 2014. – 686 p.

Экологическое сопровождение на территории Республики Алтай пусков ракет-носителей «Протон» с космодрома Байконур

А.Н. Зяблицкая[1], Л.В. Щучинов[2], В.Б. Алексеев[3], Т.В. Нурисламова[3]

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай» Роспотребнадзора,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Алтай, г. Горно-Алтайск, Россия,
[3]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Республика Алтай в соответствии с договором от 27 октября 2000 г. является одним из субъектов Российской Федерации, территория которого используется для эпизодического падения отделяющихся частей ракет-носителей типа «Протон», «Союз», запускаемых с космодрома Байконур.

Осуществлен экологический мониторинг окружающей среды для определения влияния ракетно-космической деятельности на состояние окружающей среды Республики Алтай.

За период наблюдения проведены исследования 2358 проб объектов окружающей среды на соответствие требованиям гигиенических нормативов, в 480 пробах проведено определение несимметричного диметилгидразина. Идентифицирован химический состав 23 проб атмосферного воздуха, 4 проб питьевой воды, 3 образцов мясных консервов, отобранных в населенных пунктах республики, 11 проб снегового покрова в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей; определение валового содержания химических элементов в 31 пробе почвы; количественное определение N–нитрозодиметиламина (N-НДМА), N–нитрозодиэтиламина (N- НДЭА) в 8 пробах воды поверхностных водоемов.

Во всех 4 исследованных пробах питьевой воды, 8 пробах снега, 6 пробах воды поверхностных водоемов обнаружены N-нитрозодиэтиламин, N-нитрозодиметиламин, 1,1-несимметричный диметилгидразин, 1,2-несимметричный диметилгидразин. Высокие концентрации N-нитрозодиметиламина выявлены в пробах воды р.Челушман (0,77 ПДК), воды оз.Телецкое (0,67 ПДК). В исследованных образцах мясных консервов обнаружены N-нитрозоамины: N-диметилнитрозоамин, N-метилэтилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин, N-дибутилнитрозоамин, N-пи-

перидиннитрозоамин, N-пирролидиннитрозоамин, N-дифенилнитрозоамин. Сумма N-НДМА и N-НДЭА в образцах мясных консервов с.Каспа превышает ПДК в 2,7 раза.

Таким образом, осуществляемая ракетно-космическая деятельность оказывает негативное влияние на состояние окружающей среды Республики Алтай.

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

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

Однако развитие этой отрасли сопряжено не только с научно-техническим прогрессом, обороноспособностью, новыми открытиями, но и с ее все возрастающим влиянием на ближний Космос, атмосферу, поверхность Земли. Загрязнение химическими веществами территорий, непосредственно прилегающих к местам расположения пусковых установок, территорий, выделенных под районы падения отделяющихся частей ракет-носителей (РН), – лишь часть экологических проблем, появившихся с развитием ракетно-космической деятельности (РКД) [4, 5].

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

Район падения № 309, площадью 45,1 км^2, охватывающий частично Усть-Канский район, используется для приземления вторых ступеней ракет-носителей «Союз» и ее модификаций (на углеводородных топливах). Районы № 326, 327, расположенные на территории пяти административных районов Республики Алтай – Чойского, Турочакского, Чемальского, Онгудайского и Улаганского, площадью 3056 и 2198 км^2, используются для приземления фрагментов вторых ступеней РН «Протон» (на гидразинном топливе). Населенных пунктов на территории района падения нет [6] (рис. 1).

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

Наиболее неблагоприятными последствиями ракетно-космической деятельности могут быть загрязнение территории районов падения отделяющимися частями ракет-носителей, компонентами ракетных топлив, в первую очередь, несимметричным диметилгидразином (НДМГ), используемым в качестве горючего в РН «Протон-М» [1, 3].

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

В соответствии с Законом Российской Федерации «О космической деятельности» ракетно-космическая деятельность должна осуществляться с учетом обеспечения уровня допустимых антропогенных нагрузок на окружающую среду. В Российской Федерации с 1991 г. проводятся работы по экологическому мониторингу состояния окружающей среды территорий районов падения, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности.

Материалы и методы. Управлением Роспотребнадзора по Республике Алтай с 2011 г. на территории пяти административных районов республики, входящих в районы падения, организован экологический мониторинг, который включает в себя контроль за содержанием в природных средах загрязняющих веществ и оценку состояния экологических систем в целом и их отдельных компонентов [6].

В результате осуществления экологического мониторинга решаются следующие задачи:

– выявление тенденций изменения состояния объектов окружающей среды;

– определение зоны загрязнения на территории РП в результате падения фрагментов ОЧ РН;

– создание базы данных;

– определение влияния запусков на состояние экологических систем в населенных пунктах, располагающихся на прилегающих к РП ОЧ РН территориях, и в местах обнаружения фрагментов отделяющихся частей ракет-носителей [2].

Результаты. В ходе проведения экологического мониторинга с 2011 г. ежегодно с мая по октябрь на территориях, входящих в районы падения отработанных ступеней РН, на базе аккредитованного испытательного лабораторного центра (ИЛЦ) исследуются пробы воды из подземных источников водоснабжения, поверхностных водоемов, пробы почвы, овощей, дикорастущих ягод, ореха, грибов, используемых населением в пищу, на содержание нитратов, тяжелых металлов и для оценки показатели радиационной безопасности. За весь период наблюдения проведены исследования 2294 проб объектов окружающей среды.

С 2014 г. начаты исследования объектов окружающей среды на содержание НДМГ методом хромато-масс-спектрометрии на базе ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай» с использованием аттестованной методики выполнения измерений. Каждый запуск ракеты-носителя «Протон-М» сопровождался отбором проб объектов окружающей среды на наличие НДМГ. За период 2014–2019 гг. исследовано 480 проб объектов окружающей среды, забранных в на-

селенных пунктах районов возможного падения ОЧ РН, а также непосредственно в пределах территории района падения № 327.

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

В 2017 г. между Управлением Роспотребнадзора по Республике Алтай и ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» (ФГУП ЦЭНКИ) достигнута договоренность об участии специалистов санитарной службы региона в совместных облетах территории районов падения ОЧ РН после запусков с космодрома «Байконур» РН «Протон-М» (рис. 2).

Рис. 2. Отбор проб снежного покрова при облете РП № 327

Еще раньше с целью изучения проблемы влияния ракетно-космической деятельности на здоровье жителей и состояние окружающей среды Республики Алтай в сентябре 2013 г. заключено Соглашение о взаимодействии между Управлением Роспотребнадзора по Республике Алтай и ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» г. Пермь. Одной из приоритетных задач в рамках Соглашения стало проведение работ по установлению негативного воздействия НДМГ, его метаболитов на состояние окружающей среды республики. На базе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (г. Пермь) были выполнены:

– идентификация химического состава проб атмосферного воздуха в населенных пунктах Республики Алтай;

– работы по определению валового содержания химических элементов в пробах почвы;

– идентификация химического состава проб снега, питьевой воды, воды поверхностных водоемов, отобранных в населенных пунктах, расположенных в непосредственной близости с РП ОЧРН, РП ОЧРН № 327.

– количественное определение N-нитрозодиметиламина, N-нитрозодиэтиламина в пробах питьевой воды, воды поверхностных водоемов;

– количественное определение содержания N-нитрозоаминов в образцах пищевой продукции.

Отбор проб объектов окружающей среды (вода поверхностных водоемов, почва, снег) проводился в послепусковый период в ходе экологического обследования районов падения № 326, 327 рабочей группой из представителей ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры», Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, санитарной службы Республики Алтай. Экологическое сопровождение пусков выполнялось в соответствии с «Программой экологического мониторинга в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей № 309, 310, 326, 327 и на прилегающей к ним территории Республики Алтай» (рис. 3).

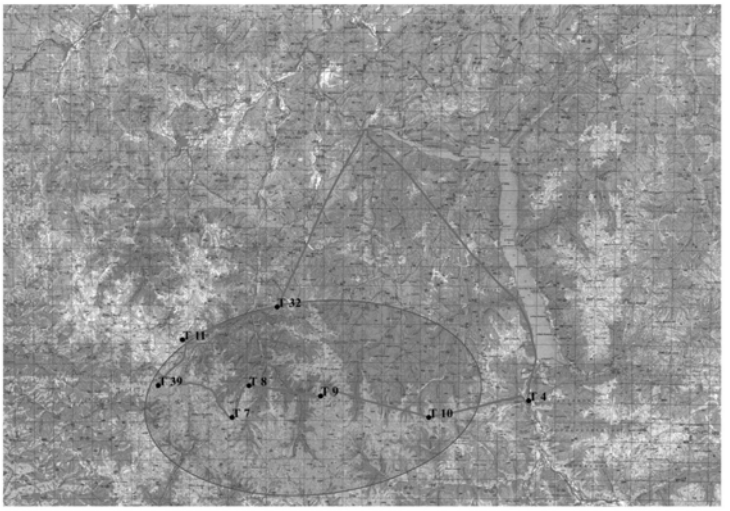


Рис. 3. Точки отбора проб окружающей среды в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей № 327 на территории Республики Алтай

Отбор 23 проб атмосферного воздуха с целью идентификации его химического состава осуществлялся на территории 14 населенных пунктов Майминского, Турочакского, Чойского, Чемальского, Улаганского районов, расположенных в зоне возможного влияния ракетно-комической деятельности. В качестве контрольного района выбраны населенные пункты Кош-Агачского района, расположенные на значительном удалении от районов падения ОЧ РН. Отбор проб атмосферного воздуха регламентирован РД 52.04.186-89. Одновременно проводились метеорологические наблюдения за температурой, влажностью воздуха, за скоростью, направлением ветра, атмосферным давлением, состоянием погоды. Пробы воздуха исследованы гибридным методом – газовой хроматографии и масс-спектрометрии. В пробах атмосферного воздуха населенных пунктов Чемальского, Турочакского, Улаганского районов идентифицированы ароматические углеводороды, фенол, фенолсодержащие соединения, N-нитрозодиэтиламин, N-нитрозодифениламин, фталаты. В ходе идентификации химических соединений, обнаруженных в пробе атмосферного воздуха, отобранного в Кош-Агачском районе, определены ароматические углеводороды, производные бензола и фенола, бензофенон, органические кислоты. Превышений ПДК не выявлено.

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

В августе 2019 г. после запуска с космодрома Байконур ракеты-носителя тяжелого класса «Протон-М» с космическим аппаратом в интересах Министерства обороны Российской Федерации проведен отбор 4 проб питьевой воды в населенных пунктах Турочакского, Шебалинского района Республики Алтай, расположенных вблизи РП ОЧ РН, 2 проб воды из озера Телецкого, озера Ашпагай. В ходе идентификации химического состава отобранных проб питьевой воды методом хромато-масс-спектрометрии установлено наличие 1,2-диметилгидразина в 100 % проанализированных проб с вероятностью совпадения с библиотечным масс-спектром от 13 до 32 %. В пробах воды поверхностных водоемов обнаружен 1,2-диметилгидразин в 100 % исследованных проб с вероятностью совпадения с библиотечным масс-спектром 15 и 39 %.

В пробах, отобранных из источников хозяйственно-питьевого водоснабжения в населенных пунктах республики, методом количественного хромато-масс-спектрометрического анализа в режиме селективного ионного мониторинга обнаружен N-нитрозодиметиламин в концентрациях от 0,00039 до 0,001 мг/дм^3, не превышающих гигиенический норматив (ПДК – 0,01 мг/дм^3).

С целью количественного определения N-нитрозодиметиламина в 2017–2019 гг. выполнены исследования 8 проб воды из реки Челушман, реки Бия, озера Телецкого, озера Ашпагай, мониторинговой точки № 11. В результате выполненного химического анализа превышения гигиенического норматива N-нитрозодиметиламина не установлено. Концентрации N-нитрозодиметиламина изменялись от 0,0004 до 0,00765 мг/дм$^{3.}$

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

В послепусковые периоды в апреле 2018 г., апреле 2019 г. на территории РП № 327 (Улаганский район) с целью идентификации химического состава были отобраны и направлены на исследование в ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (г. Пермь) 11 проб снега. Отбор проб снега проводился в соответствии РД 52.04.186-89. По результатам аналитических исследований образцов снега, отобранных в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей на территории Республики Алтай, в 5 исследованных пробах выявлены гидразин 1,1-диметилгидразин и 1,2-диметилгидразин.

В августе 2019 г. в селах Каспа, Усть-Пыжа Республики Алтай, попадающих в зону влияния РКД, проведен отбор 3 образцов мясных консервов, проведены идентификация химического состава и количественное определение содержания N-нитрозоаминов методом хромато-масс-спектрометрии в представленных образцах. По результатам выполненной идентификации химического состава мясных консервов в 66 % исследованных образцов идентифицирован несимметричный диметилгидразин, в 33 % проб определены остаточные количества N-нитрозодиметиламина. Методом количественного хромато-масс-спектрометрического анализа в образцах пищевой продукции обнаружены N-нитрозоамины: N-диметилнитрозоамин, N-метилэтилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин, N-дибутилнитрозоамин, N-пиперидиннитрозоамин, N-пирролидиннитрозоамин, N-дифенилнитро-

зоамин в диапазоне концентраций 0,00016–0,0235 мг/кг. По сумме N-диметилнитрозоамина и N-диэтилнитрозоамина, нормируемых ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», в образцах мясных консервов из с. Каспа установлено превышение допустимого уровня в 2,7 раза.

Выполненные идентификация химического состава, количественное определение N-нитрозоаминов проб питьевой воды, воды поверхностных водоемов, проб снега, образцов пищевой продукции, отобранных в населенных пунктах Республики Алтай, приближенных к районам падения отделяющихся частей ракет-носителей, а также непосредственно на территории РП № 327, позволили установить присутствие остаточных количеств диметилгидразина и его производных.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что запуски ракет-носителей типа «Протон», осуществляемые с космодрома Байконур, оказывают существенное негативное влияние на состояние окружающей среды Республики Алтай. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования осуществляемого экологического мониторинга с целью получения объективных данных по результатам исследований.

Результаты осуществляемого Управлением Роспотребнадзора по Республике Алтай мониторинга доводятся до сведения главы Республики Алтай, правительства региона, глав муниципальных образований Республики Алтай, руководителей региональных общественных организаций, организовано широкое освещение данного вопроса в средствах массовой информации, что позволяет снять социальную напряженность среди жителей региона по вопросам воздействия ракетно-космической деятельности на состояние здоровья людей, окружающую среду Республики Алтай.

Список литературы

1. Братков А.А., Серегин Е.П., Горенков А.Ф. Химмотология ракетных и реактивных топлив. – М.: Химия, 1987. – 304 с.

2. Ефременков А.А., Малыгин А.А., Горбачев И.В. Экологический мониторинг космической деятельности в районах падения отделяющихся частей ракетносителей (нормативные аспекты) // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – № 4 (35). – С. 311–314.

3. Кречетов П.П., Королева Т.В., Кондратьев А.Д. Несимметричный диметилгидразин как фактор воздействия на окружающую природную среду при осуществлении ракетно-космической деятельности. – М.: Пеликан, 2008. – 63 с.

4. Кричевский С.В. Экологическая политика и экологическая безопасность ракетно-космической деятельности (методологические и практические аспекты) // Конверсия в машиностроении. – 2006. – № 2. – С. 32–36.

5. Кричевский С.В. Экологическая безопасность и экологическая политика аэрокосмической деятельности // Актуальные вопросы новейшей истории: тез. докладов годичной науч. конф. ИИЕТ РАН, 2003. – М.: Диполь-Т, 2003. – С. 433–435.

6. Кречетов П.П., Королева Т.В., Черницова О.В. Мониторинг состояния экосистем при осуществлении ракетно-космической деятельности // Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности: материалы междунар. науч.-практ. конф. – М., 2011.

7. Экологический портал Республики Алтай [Электронный ресурс]. – URL: http://ekologia-ra.ru/ (дата обращения: 14.03.2020).

Комплексная оценка состояния воздушного бассейна г. Тобольска Тюменской области

Ю.И. Распопова[1], М.В. Винокуров[2], М.В. Винокурова[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тюменской области, г. Тюмень, Россия,
[2]Научно-исследовательский институт экологической токсикологии ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, Россия

Формирование качества атмосферного воздуха в г. Тобольске определяется выбросами 24 предприятий и автотранспорта. Расчеты максимальных разовых и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ проводятся с использованием унифицированной программы расчета уровня загрязнения атмосферы. Для оценки вклада каждого источника выброса в атмосферу создается информационная система характеристик изучаемых источников и база данных максимальных разовых и среднегодовых концентраций загрязнений в атмосферном воздухе. В качестве методической основы оценки воздействия загрязнений атмосферного воздуха использована методология оценки риска в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Ключевые слова: комплексная оценка состояния воздушного бассейна, обоснование реконструкции и расширения объектов, атмосферный воздух, концентрации загрязняющих веществ, источники выбросов.

Формирование качества атмосферного воздуха в г. Тобольске определяется выбросами 24 предприятий и автотранспорта.

Оценка состояния воздушного бассейна проводится на основании: результатов лабораторного мониторинга объектов окружающей среды; моделирования распространения и поведения химических веществ в окружающей среде; комбинации результатов мониторинга с данными, полученными с применением моделирования.

С учетом конкретной ситуации единственно приемлемым способом оценки состояния воздушного бассейна города является метод математического моделирования рассеивания атмосферных загрязнителей. Расчетные методы позволяют построить полноценную модель загрязнения атмосферного воздуха с возможностью ее оценки в любой точке изучаемого пространства [2].

Расчеты максимальных разовых и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ проводятся с использованием унифицированной программы расчета уровня загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Эколог», версия 4.60.2, утвержденной ГГО им. Воейкова, реализующей «Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (утв. приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273, рег. в Минюсте России 10 августа 2017 г. № 47734), что соответствует требованию п.3.12 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». При расчете значений среднегодовых концентраций

загрязняющих веществ используется файл с метеорологическими и климатическими данными для расчета среднегодовых концентраций загрязняющих веществ, представленный «Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова» [1–4].

Для оценки вклада каждого источника выброса в атмосферу создается информационная система характеристик изучаемых источников и база данных максимальных разовых и среднегодовых концентраций загрязнений в атмосферном воздухе, которая позволяет оценить состояние воздушного бассейна как на селитебных, так и на рекреационных территориях города.

Одними из основных промышленных источников загрязнения воздушного бассейна г. Тобольска являются выбросы в атмосферу ООО «СИБУР Тобольск», который представляет собой мощный промышленный комплекс с многочисленными структурными подразделениями по переработке углеводородного сырья и попутного газа, включая объекты вспомогательного назначения.

Основными направлением деятельности предприятия является переработка широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ), поставляемой по продуктопроводу газоперерабатывающими заводами севера Тюменской области. Продуктами переработки ШФЛУ являются: этан-пропановая, пентановая, изобутановая, изопентановая и гексановая фракции, бутадиен, изобутилен и метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ), производство полипропилена.

С целью оценки влияния выбросов автотранспорта на состояние атмосферного воздуха в г. Тобольске выполнены натурные обследования структуры, скоростных режимов движения и интенсивности 39 автотранспортных потоков с подразделением по основным категориям автотранспортных средств, составлены схема улично-дорожной сети города и картограмма интенсивности транспортных потоков. При этом учитывались марочный состав автомобилей транспортного потока, виды базовых автомобилей, параметры ездового цикла автомобилей в составе транспортного потока, техническая характеристика базовых моделей автомобилей, расход топлива при движении автомобиля по участку (перегону), а также расход топлива при переключении передач, торможении и остановке автомобиля, расчет расхода топлива при разгоне автомобиля, расход топлива при движении базовых моделей автомобилей по замеренным перегонам. В составе транспортных потоков каждая базовая модель отнесена к той или иной группе транспортных средств, выделенных в соответствии с характеристикой двигателей, используемым топливом и грузоподъемностью. В ночное время интенсивность автомобильного движения уменьшается и составляет 8–10 % от дневной интенсивности.

В качестве методической основы оценки воздействия загрязнений атмосферного воздуха использована методология оценки риска в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду», утвержденным главным государственным санитарным врачом Российской Федерации.

Основные задачи, которые решались в ходе выполнения комплексной оценки состояния воздушного бассейна г. Тобольска:

– обоснование приоритетных источников и загрязнителей атмосферного воздуха;

– ранжирование территорий города по уровню загрязнения и степени риска для здоровья населения, связанным с загрязнением атмосферного воздуха;

– обоснование приоритетов управления охраной атмосферного воздуха и рисками для здоровья, включая систему мер совершенствования мониторинга;

– обоснование реконструкции и расширения объектов СИБУР-Тобольск и Запсибнефтехим необходимо выполнять с учетом воздействия промышленных и транспортных источников г. Тобольска.

Список литературы

1. Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга / Б.А. Кацнельсон, Л.И. Привалова, С.В. Кузьмин [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2001. – 244 с.

2. Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: Приказ Минприроды России (Министерство природных ресурсов и экологии РФ) от 06 июня 2017 г. № 273. – 110 с.

3. 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.

4. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 143 с.

Предварительная оценка результативности комплексного плана по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории г. Омска

А.С. Крига[1], Е.Л. Овчинникова[3,2], С.В. Никитин[2], О.В. Плотникова[3], М.А. Дунаева[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области» Роспотребнадзора,
[3]ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Омск, Россия

В соответствии с задачами Федерального проекта «Чистый воздух» в г. Омске сформирован «Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на период до 2024 года» (далее – комплексный план). В Комплексном плане определены прогнозные значения снижения выбросов в атмосферу по предприятиям, оказывающим наиболее неблагоприятное воздействие на здоровье населения г. Омска, формирующих недопустимые риски.

Объект исследования – влияние мероприятий комплексного плана на показатели потенциальных рисков здоровью населения г. Омска и фактические показатели здоровья. Цель иссле-

дования – прогнозная оценка результативности мероприятий комплексного плана. Исследование проводилось в соответствии с методами и подходами, изложенными в нормативно-методических документах МР 2.1.6.0158-19, МР 2.1.6.0156-19, Р 2.1.10.1920-04 с применением геоинформационных технологий, проведением корреляционно-регрессионного анализа. Данные по среднегодовым концентрациям загрязняющих веществ, потенциальным рискам здоровью показателям здоровья использовались за десятилетний период – с 2009 по 2018 г. по г. Омску. В ходе исследований получены прогнозные значения к 2024 г. суммарных коэффициентов опасности предприятий, включенных в комплексный план, учитывающих потенциальное воздействие на здоровье населения. Получены регрессионные модели изменения некоторых показателей заболеваемости в зависимости от среднегодовых концентраций приоритетных загрязняющих веществ, выбросов; проведены расчеты прогнозных значений потенциальных рисков здоровью населения г. Омска и показателей заболеваемости в результате обеспечения мероприятий комплексного плана в полном объеме к 2024 г.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, выбросы в атмосферный воздух, коэффициент опасности, риск здоровью, федеральный проект «Чистый воздух».

В соответствии с задачами федерального проекта «Чистый воздух», в г. Омске сформирован «Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на период до 2024 года» (далее – комплексный план) [10]. В комплексном плане определены прогнозные значения снижения выбросов в атмосферу по предприятиям, транспорту и ряду других рекреационных мероприятий, направленных на озеленение города, рекультивации свалок твердых коммунальных отходов.

В комплексный план вошли предприятия, оказывающие наиболее неблагоприятное воздействие на здоровье населения г. Омска, формирующие недопустимые риски: предприятия нефтехимической промышленности и предприятия теплоэнергетики. В отношении всех промышленных объектов, загрязняющих атмосферный воздух, была проведена идентификация опасности и получены суммарные коэффициенты опасности для каждого предприятия. Ранжирование по данному коэффициенту позволило выделить 7 основных и 28 дополнительных приоритетных предприятий. В число ведущих семи приоритетных предприятий с большим отрывом от остальных объектов по степени влияния на здоровье населения (величина суммарного коэффициента больше 0,1) вошли: структурные подразделения ТГК-11 ТЭЦ-5; ТЭЦ-4; АО «Газпромнефть-Омский НПЗ» и филиал ООО «Газпромнефть-СМ» «ОЗСМ»; АО «Омский каучук»; ООО «Омсктехуглерод». Все эти предприятия были включены в комплексный план по снижению выбросов.

Комплексный план предполагает снижение выбросов по сравнению с базовым 2017 г. (192,8 тыс. т) на 29,2 %, что составляет 56,212 тыс. т. Этот показатель несколько выше целевого (22 %), установленного в рамках федерального проекта [10]. Причем снижение выбросов в большей степени предусмотрено от стационарных источников (33,7 тыс. т), остальное количество – 22,56 тыс. т приходится на транспорт.

Город Омск занимает пятую позицию среди более чем 180 городских поселений РФ по показателю «Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников». При этом регистрируются не только большие объемы вредных выбросов, отходящих от стационарных источников, но и их нарастающая динамика (темп прироста с 2009 г. – 61,0 %) (рис. 1).

Несмотря на эффективный процесс улавливания вредных веществ, отходящих от стационарных источников (93 %), объемы выбросов загрязняющих веществ

в атмосферу, даже после улавливания, остаются очень значительными и составляют в среднем – более 200 тыс. т в год.

И если на протяжении последних десяти лет удавалось сохранять отрицательную динамику выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (после улавливания), то в 2018 г. был зафиксирован уже рост выбросов на 4,9 % [9], по другим данным (Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации) рост выбросов в 2018 г. составил 13,9 % при среднем показателе по Российской Федерации +0,8 % [8].

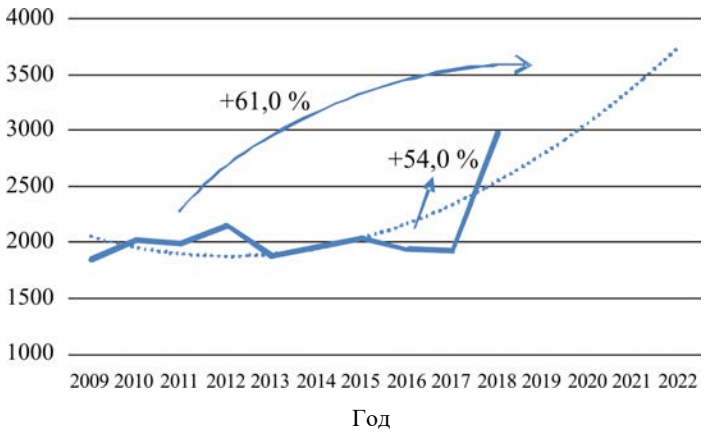


Рис. 1. Количество загрязняющих веществ, отходивших от стационарных источников, размещенных на территории г. Омска (без улавливания), с прогнозом до 2022 г., тыс. т в год

Если сохранятся условия и тенденции выбросов в атмосферу от стационарных источников, то на основании прогноза к 2024 г. выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников (без улавливания) увеличатся на 27 %. Учитывая, что главной задачей федерального проекта «Чистый воздух» является снижение выбросов на 22 %, очевидно, что потребуется принять кардинальные меры по улавливанию и обезвреживанию выбросов в атмосферу, чтобы не только переломить проявившуюся тенденцию, но и выйти на целевой показатель. Поэтому даже повышенные обязательства по снижению выбросов на 29 % могут оказаться недостаточными.

Наибольший вклад в объемы выбросов в атмосферу обусловлены 9 веществами: серы диоксид, смесь предельных углеводородов, зола углей, азота диоксид, углерода оксид, бутан, азота оксид.

В то же время с гигиенической точки зрения величину суммарного индекса сравнительной неканцерогенной опасности в основном формируют 7 веществ: серы диоксид, азота диоксид, мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий), серная кислота, азота оксид, сероводород, керосин; а в величину суммарного индекса сравнительной канцерогенной опасности (более 0,1 %) вносят вклад 5 веществ: бензол (39,8 %), углерод (сажа) (32,6 %), хром (26,5 %), бенз(а)пирен (0,7 %), формальдегид (0,4 %).

К приоритетным загрязняющим веществам, формирующим «высокие» и «настораживающие» уровни канцерогенных и неканцерогенных рисков для здоровья

населения г. Омска (на основании результатов лабораторных исследований атмосферного воздуха на стационарных постах), относятся формальдегид, бенз(а)пирен, бензол, марганец, медь, взвешенные вещества.

Таким образом, с учетом проведенной идентификации опасности, оценки риска здоровью на основании данных лабораторного мониторинга, анализа сверхнормативного превышения гигиенических нормативов, динамики среднегодовых концентраций загрязняющих веществ для г. Омска в качестве приоритетных загрязнителей можно обозначить такие группы токсикантов, как ароматические углеводороды, альдегиды (формальдегид, акролеин), сернистые соединения, аммиак, взвешенные вещества и металлы.

Сокращение валового выброса на заданную величину без учета реальной опасности тех или иных компонентов для жизни и здоровья жителей далеко не всегда может существенно улучшить условия жизни населения, обеспечить нормативную санитарно-гигиеническую ситуацию. Стоит задача «не только снизить валовый выброс, но и обеспечить движение в сторону улучшения медико-демографических показателей территории, сохранения здоровья населения как важнейшего ресурса государства» [11].

Нами была поставлена цель оценить потенциальную результативность комплексного плана с учетом динамики уровней рисков здоровью и уровней заболеваемости населения г. Омска. В связи с чем был проведен корреляционно-регрессионный анализ среднегодовых объемов выбросов, среднегодовых концентраций всех контролируемых веществ, показателей потенциальных рисков и заболеваемости населения в разных возрастных группах за 10-летний период – с 2009 по 2018 г.

В результате статистического исследования данных были рассмотрены наиболее достоверные регрессионные уравнения в парах «выбросы загрязняющих веществ в атмосферу – индивидуальный пожизненный канцерогенный риск» ($R = 0{,}70$; $R^2 = 0{,}56$; значимость $F = 0{,}02$, значимость коэффициентов $p < 0{,}05$); «выбросы загрязняющих веществ в атмосферу – заболеваемость болезнями ЖКТ у детей в возрасте до года» ($R = 0{,}75$; $R^2 = 0{,}57$; значимость $F = 0{,}01$, значимость коэффициентов $p < 0{,}05$); «выбросы загрязняющих веществ в атмосферу – заболеваемость детей в возрасте до года отдельными состояниями» ($R = 0{,}90$; $R^2 = 0{,}81$; значимость $F = 0{,}0004$, значимость коэффициентов $p < 0{,}05$); «выбросы загрязняющих веществ в атмосферу – заболеваемость детей до года инфекционными заболеваниями» ($R = 0{,}94$; $R^2 = 0{,}88$; значимость $F = 0{,}00006$, значимость коэффициентов $p < 0{,}05$).

Получены также достоверные зависимости между среднегодовыми концентрациями диоксида азота и оксида азота и общей заболеваемостью детей в возрасте 0–14 лет; среднегодовыми концентрациями аммиака и заболеваемостью взрослого населения (старше 18 лет) хроническими бронхитами и астмой; среднегодовыми концентрациями толуола и заболеваемостью детей в возрасте 0–14 лет хроническими бронхитами; среднегодовыми концентрациями углерода (сажи) и младенческой смертностью.

В результате проведенных расчетов установлено, что объемами выбросов можно объяснить 56 % вариации (разброса) значения индекса канцерогенной опасности, при этом снижение выбросов на 10 % будет способствовать снижению канцерогенного риска на 2,5 %. Учитывая, что на протяжении последних 10 лет уровень канцерогенного риска оценивался как «настораживающий», то с учетом полученной регрессии, можно ориентировочно предположить, что уровень допустимого

канцерогенного риска будет возможным при объемах выброса не более чем 153 тыс. т, т.е. потребуется снижение выбросов на 21,2 % от базового, что как раз и составляет уровень целевого снижения; чтобы выйти на минимальный уровень канцерогенного риска, необходимо снижение выбросов уже на 39 % от базового значения. Мы понимаем, что доля вариации не равна 100 %, поэтому все эти показатели являются исключительно ориентировочными, позволяющие аргументировать предложения по мероприятиям комплексного плана.

В соответствии с алгоритмом формирования программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха (для территорий без сводных расчетов приземных концентраций) были проведены работы по расчету пространственного распределения суммарных коэффициентов сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности ($К_к$, $К_н$) предприятия – основного загрязнителя атмосферного воздуха АО «Газпромнефть-Омский НПЗ» [6]. Были сформированы ГИС-слои в геоинформационной системе (ArcView GIS 3.2) для этого предприятия на основании данных 2017 г. и, исходя из показателей комплексного плана по предполагаемому снижению выбросов конкретно для данного предприятия, на 2024 г. Слои были наложены друг на друга для сравнительной оценки, что позволило визуально определить распространение «облака» рисков здоровью до и после проведения мероприятий (рис. 2). Так, исходя из пространственного анализа, было установлено, что после проведения мероприятий, к 2024 г. риск воздействия предприятия не будет распространяться на селитебную зону, из-под влияния этого воздействия освободится примерно около 7 тыс. человек.

При длительном проживании в условиях загрязненного атмосферного воздуха население подвергается хроническому низкодозовому воздействию токсикантов, что может приводить к возникновению и развитию общетоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов для здоровья человека [9]. Доказано, что в результате хронического влияния комплекса химических загрязнителей техногенного происхождения на территориях санитарно-гигиенического неблагополучия более часто регистрируют нарушения показателей здоровья детей в виде: повышенного уровня общей и впервые выявленной заболеваемости; увеличения числа хронических болезней; увеличения числа злокачественных новообразований; роста числа младенцев с врожденными пороками развития [2].

Так, на территориях с развитой нефтеперерабатывающей промышленностью заболеваемость детского населения в 1,7 раза превышает среднероссийский показатель, прослеживается тенденция к увеличению распространенности у детей патологии органов дыхания в 1,4 раза, заболеваний желудочно-кишечного тракта – в 1,2 раза, болезней кожи и подкожной клетчатки – в 1,7 раза [2].

По данным Федеральной службы пор надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, вклад загрязнения атмосферного воздуха в увеличение показателя общей заболеваемости (отклонение от среднероссийского) в среднем составляет – 12,5 %, в увеличение показателя смертности – 11,4 %.

Сравнительный анализ заболеваемости населения Омской области и средних данных по Российской Федерации и Сибирскому федеральному округу показал, что на протяжении нескольких лет стабильно регистрировалось превышение показателей заболеваемости ЖКТ (в 2,7 и в 1,6 раза соответственно), болезней эндокринной системы (на 91 и 37 %), болезней системы кровообращения (на 35 и 15 %), болезней крови, кроветворных органов (на 29 и 16 % соответственно), врожденных аномалий (на 30 и 8,3 %), болезней кожи и подкожной клетчатки (на 7,9 и 3,7 %) [4].

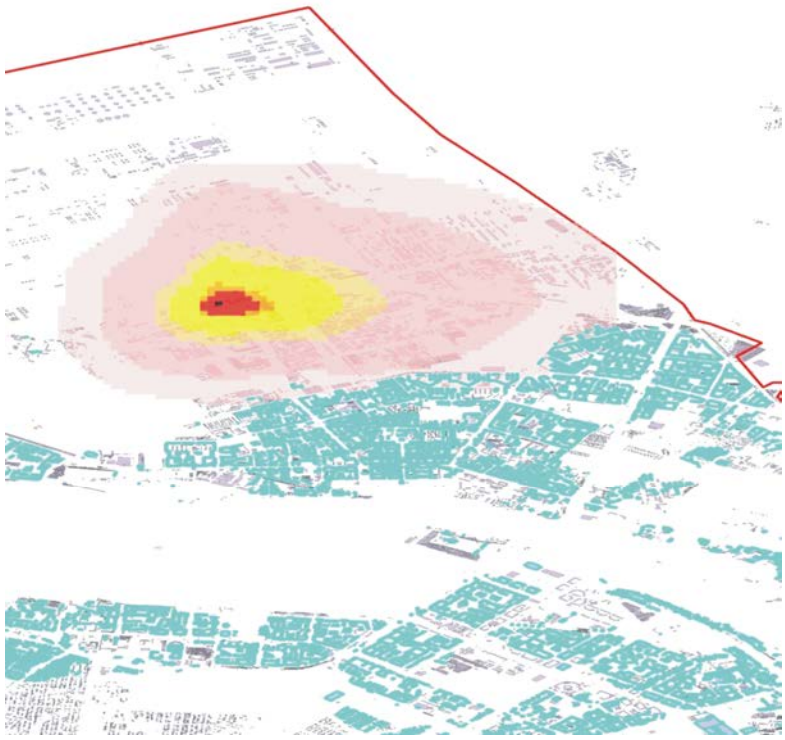


Рис. 2. Фрагмент карты г. Омска (северо-восточная часть).
Пространственное распределение суммарного индекса сравнительной неканцерогенной опасности от предприятия АО «Газпромнефть-Омский НПЗ», в 2017 г. (более бледная окраска «облака») и в 2024 г. после выполнения мероприятий по снижению выбросов (более интенсивная окраска «облака»), синим цветом обозначена селитебная зона – жилые дома

Обозначения на карте:

- Граница города Омска
- Индекс неканцерогенной опасности ($К_н$) (максимальное значение, первый уровень градации): для 2017 г. – более бледный оттенок, для 2024 г. – более яркий
- Индекс неканцерогенной опасности ($К_н$) (второй уровень градации): для 2017 г. – более бледный оттенок, для 2024 г. – более яркий
- Индекс неканцерогенной опасности ($К_н$) (третий уровень градации): для 2017 г. – более бледный оттенок, для 2024 г. – более яркий

На наш взгляд, превышение именно этих показателей здоровья не случайно – желудочно-кишечный тракт так же, как и кожа и органы дыхания, является барьером между химическими веществами и внутренней средой организма. Доказано, что проживание в зонах с высокой антропогенной нагрузкой увеличивает риск развития гастроэнтерологической патологии на 78 %; воздействие низкодозового (содержание загрязняющих компонентов до одной доли ПДК) многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха проявляется неспецифическим повреждающим действием, вызывающим увеличение общего числа случаев заболеваний, особенно у детей [2].

Среди населения Омской области, по сравнению с РФ и СФО, регистрировались повышенные уровни стандартизованных показателей заболеваемости злокачественными новообразованиями всего (превышение на 18 и 3,4 % соответственно); рак легких, бронхов и трахеи у мужчин (42,2 и 6,35 %); рак кожи (кроме меланомы) (37,2 и 22,8 %); злокачественные новообразования лимфатической кроветворной системы у детей 0–14 лет (19,3 и 17,3 %); лимфолейкозы (хронический и подострый) (51,5 и 36,6 %); рак щитовидной железы (93,5 и 54,5 %); рак костей и суставных хрящей у женщин (81,4 и 71,6 %) [5].

Анализ многолетних уровней заболеваемости населения г. Омска свидетельствует о значительном превышении показателей по сравнению с уровнями заболеваемости в сельских районах, что можно, конечно, объяснить различным уровнем оказания медицинской помощи; но более высокий уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями детей (0–14 лет), проживающих в городе, значительно и достоверно более высокий уровень заболеваемости городских младенцев (дети до года) свидетельствуют о заметном влиянии загрязненного атмосферного воздуха на здоровье чувствительных групп населения. Необходимо учитывать, что 98 % всех предприятий, имеющих выбросы в атмосферный воздух, сосредоточены в г. Омске, а плотность населения в сельских районах очень низкая.

Так, в целом средний многолетний уровень общей впервые выявленной заболеваемости у детей 0–14 лет, проживающих на территории города, выше, чем у сельских сверстников, в 1,8 раза; новообразований – в 4,3 раза; заболеваемость органов дыхания – в 1,9 раза, органов пищеварения – в 2,8 раза, болезней кожи – в 2,2 раза.

Загрязнение атмосферного воздуха провоцирует развитие таких заболеваний, как аллергический ринит и бронхиальная астма. В ходе анализа многолетней заболеваемости населения Омской области этими нозологическими формами выявлено, что среднемноголетний уровень заболеваемости аллергическим ринитом у взрослого населения г. Омска в 6,6 раза выше, чем у населения сельских районов. Уровень заболеваемости астмой всех возрастных категорий в г. Омске выше на 16 %, чем в сельских районах, у детей до 14 лет – на 53 %. Причем разрыв по этим показателям между г. Омском и сельскими районами в динамике нарастает.

Особая чувствительная группа, подверженная воздействию токсикантов, – младенцы (дети в возрасте до года). Учет такой заболеваемости более достоверный и точный, охватывающий почти всю возрастную группу. Они в меньшей степени, чем взрослые, подвержены внутригородской миграции, теснее привязаны к территории, не испытывают непосредственного влияния профессиональных вредностей. Это повышает достоверность медико-статистических исследований, позволяя делать более объективные выводы об экологической обусловленности заболеваний [2].

Уровень заболеваемости, а также уровень смертности детей до года (особенно в последнее время) увеличивается почти по всем нозологическим формам, особенно по классу инфекций, заболеваний крови, анемии, желудочно-кишечного тракта, органов дыхания, врожденных аномалий. Превышение среднемноголетнего уровня заболеваемости городских младенцев в разы выше, чем у сельских сверстников: общий уровень заболеваемости – 1,6 раза, заболевания ЖКТ – в 2,3 раза, заболевания органов дыхания – в 1,9 раза, отдельные состояния – в 1,8 раза, врожденные аномалии – в 3,5 раза.

Так, установленная нами зависимость «выбросы загрязняющих веществ в атмосферу – заболеваемость детей в возрасте до года болезнями ЖКТ» позволила нам

определить три сценария развития ситуации. Первый сценарий – планируемое снижение выбросов на 29,2 %. Это та ситуация, когда комплексный план выполнен, в этом случае произойдет ориентировочное снижение заболеваемости детей до года болезнями ЖКТ до 18 % (рис. 3).

Рис. 3. Первый сценарий – планируемый. Выполнение комплексного плана в полном объеме: снижение объема выбросов на 29,2 %, и, соответственно, снижение заболеваемости детей до года болезнями ЖКТ до 18 %

Второй сценарий – пессимистический, при котором план по снижению выбросов не выполнен, а динамика развивается с учетом сложившихся условий и приводит к росту выбросов (в соответствии с прогнозом) на 27 %. В этом случае заболеваемость детей до года болезнями ЖКТ может увеличиться на 16 % по сравнению со значениями базового 2017 г. (рис. 4).

Рис. 4. Второй сценарий – пессимистический. Комплексный план не выполнен, прогнозируемый рост объема выбросов на 27 %, увеличение заболеваемости детей до года болезнями ЖКТ до 16 %

И, наконец, третий сценарий – оптимальный (рекомендуемый), нацеленный на оптимальное снижение заболеваемости младенцев, а именно на 24 %. Показатель снижения уровня заболеваемости применен по аналогии с рекомендуемыми темпами снижения показателя младенческой смертности [13]. В соответствии с федеральным проектом «Развитие детского здравоохранения, включая создание современной инфраструктуры оказания медицинской помощи детям» национального проекта «Здравоохранение» предполагается снизить показатель младенческой смертности с 5,6 на 1 тыс. родившихся в 2017 г. до 4,5 случая в 2024 г., т.е. на 24 % [13]. Считаем целесообразным такой темп снижения перенести и на уровни заболеваемости детей до года. При оптимальном сценарии развития, т.е. при снижении заболеваемости детей до года болезнями ЖКТ на 24 %, потребуется ориентировочное снижение выбросов на 45 % (рис. 5).

Рис. 5. Третий сценарий – оптимальный (рекомендуемый). При оптимальном снижении заболеваемости младенцев болезнями ЖКТ на 24 % потребует снижение объемов выбросов на 45 %

Подобные сценарии были рассмотрены для каждой пары полученных достоверных зависимостей.

Таким образом, предварительно определены региональные критерии контроля и оценки результативности и эффективности комплексного плана по снижению выбросов, проведены оценки достаточности снижения выбросов с гигиенической и социальной точки зрения, получены оптимальные сценарии по снижению объемов выбросов; определены приоритетные вещества, в отношении которых необходимо снижение среднегодовых концентраций. В дальнейшем по мере получения новых данных контрольные показатели будут уточняться, что поможет вовремя скорректировать направление и объемы мероприятий. Рассчитываем, что работа в данном направлении позволит продвинуться в сторону улучшения медико-демографических показателей на территории, принять реальные меры по сохранению здоровья жителей г. Омска.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 30–36. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.03

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

3. Доклад об экологической ситуации в Омской области за 2018 год // Министерство природных ресурсов и экологии Омской области. – Омск: Омскбланкиздат, 2019. – 318 с.

4. Здравоохранение в России. 2019: стат. сб. – М.: Росстат, 2019. – 170 с.

5. Злокачественные новообразования в России в 2018 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, 2019. – 250 с.

6. МР 2.1.6.0156-19. Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения: метод. рекомендации. – М., 2019.

7. МР 2.1.6.0157-19. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга: метод. рекомендации. – М., 2019. – 35 с.

8. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. – 844 с.

9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

10. Паспорт национального проекта «Экология» [Электронный ресурс] / утв. президиумом Совета при президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол № 16 от 24.12.2018 г.) // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 12.11.2019).

11. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01

12. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

13. Федеральный проект «Развитие детского здравоохранения, включая создание современной инфраструктуры оказания медицинской помощи детям» Национального проекта «Здравоохранение» [Электронный ресурс] / Министерство здравоохранения Российской Федерации. – URL: https://www.rosminzdrav.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie/detstvo (дата обращения: 14.01.2020).

14. Шевчук Л.М., Дзержинская Н.А. Особенности формирования динамических процессов состояния здоровья населения в условиях многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха // Профилактическая и клиническая медицина. – 2017. – № 1 (62). – С. 25–28.

Оценка длительного загрязнения взвешенными частицами $PM_{2.5}$ и PM_{10} атмосферного воздуха г. Казани

Н.В. Степанова, С.Ф. Фомина

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

Мониторинг концентраций и снижение загрязнения воздуха взвешенными частицами $PM_{2.5}$ и PM_{10} в урбанизированных городах является актуальной задачей социально-гигиенического мониторинга и управления рисками здоровью населения. Особую актуальность представляют последствия длительного воздействия (оценка ущербов) загрязнения атмосферного воздуха для здоровья чувствительных групп населения. Оценка экспозиции ТЧ, PM_{10} и $PM_{2.5}$ в г. Казани и двух районах проведена по результатам ретроспективных исследований среднегодовых концентраций, выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан», в точках мониторинга за 2015–2018 гг. Установление числа атрибутивных исходов, обусловленных воздействием ТЧ, PM_{10} и $PM_{2.5}$, проводилось с учетом функции «концентрация – эффект» (ФКЭ), выраженных через величину относительного риска.

Основному общетоксическому действию подвержена система органов дыхания, обусловленному на 41,5–56,8 % воздействием общей фракции ТЧ, PM_{10} и $PM_{2.5.}$ С загрязнением воздуха $PM_{2.5}$ связано 14,6 % общей смертности населения г. Казани, или более 1727 случаев в год, с воздействием PM_{10} соответственно 4,8 %, или 565 случаев в год. С PM_{10} в атмосферном воздухе обусловлен рост первичной заболеваемости с диагнозом астмы среди детей младше 14 лет, 17,7 % смертности от респираторных и 7,9 % от сердечно-сосудистых заболеваний населения г. Казани. Поступающие с движением автотранспорта PM_{10} и $PM_{2.5}$ могут оказывать существенное влияние на дополнительное количество исходов в год (смертность и заболеваемость астмой и хроническим бронхитом) от воздействия фракций взвешенных частиц в изученных районах и в г. Казани.

Ключевые слова: атмосферный воздух, автотранспорт, мониторинг, риск для здоровья населения.

Результаты эпидемиологических исследований, которые в настоящее время рассматриваются ВОЗ в проектах REVIHAAP и HRAPIE, включают большой объем доказательств, что загрязнение атмосферного воздуха является важным фактором риска для здоровья [28, 29]. По оценкам ВОЗ, в 2016 г. загрязнение атмосферного воздуха в городах и сельских районах привело к 4,2 млн случаев преждевременной смерти в мире. Воздействие только мельчайших твердых частиц диаметром 2,5 или менее микронов ($PM_{2.5}$) приводит к развитию сердечно-сосудистых, респираторных и онкологических заболеваний [13, 15, 19]. Повышение концентрации PM_{10} на 0,01 мг/м^3 вызывает рост общей смертности на 1 %, смертности от сердечно-сосудистых заболеваний – на 1,4 %, от болезней органов дыхания – на 3,4 % [28, 29]. Серьезные последствия для здоровья оказывает совместное поступление $PM_{2.5}$ и PM_{10}; они проникают и оседают в разных отделах дыхательных путей, имеют различные источники и состав и вызывают широкий спектр исходов и заболеваний [4, 14, 16–18, 20–22]. В настоящее время комбинация загрязнения воздуха и взве-

шенных частиц включена МАИР в список канцерогенных факторов (группа 1) для человека, которые наиболее тесно связаны с повышенной заболеваемостью раком, особенно раком легких. В условиях крупного города поступление $PM_{2.5}$ и PM_{10} в атмосферу в основном обусловлено выбросами автотранспорта и промышленных предприятий [1, 3, 6]. Концентрация TSP является часто используемым косвенным показателем уровня загрязнения воздуха. Мониторинг концентраций и снижение загрязнения воздуха взвешенными частицами $PM_{2.5}$ и PM_{10} в урбанизированных городах является актуальной задачей социально-гигиенического мониторинга и управления рисками здоровью населения. Особую значимость представляют последствия длительного воздействия загрязнения атмосферного воздуха (оценка ущербов) для здоровья чувствительных групп населения (новорожденных и детей в возрасте до 14 лет) [7, 11–13]. Однако результаты, полученные на сегодняшний день, не дают четкой общей картины ущерба здоровью населения, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха взвешенными частицами и их мелкодисперсными фракциями (PM_{10} и $PM_{2.5}$).

Цель исследования – на основании данных мониторинга за загрязнением атмосферного воздуха провести оценку неканцерогенных рисков и числа атрибутивных исходов (эффектов) для здоровья населения, обусловленных долговременной экспозицией к взвешенным твердым частицам (TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$) с использованием функции «концентрация – эффект» (ФКЭ).

Материалы и методы. Оценка экспозиции ТЧ, PM_{10} и $PM_{2.5}$ проведена по результатам ретроспективных исследований среднегодовых концентраций, выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан», в точках мониторинга за 2013–2018 гг. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на маршрутных постах наблюдения ФБУЗ осуществляется по 13 веществам по неполной программе; азота диоксиду, азота диоксиду (в пересчете на NO_2), углерода оксиду, серы диоксиду, углероду (сажа), бенз(а)пирену, взвешенным веществам, взвешенным частицам ($PM_{2.5}$; PM_{10}), формальдегиду, бензину, бензолу. Уровень загрязнения на данных постах (кроме ПНЗ – 8) определяется, главным образом, выбросами автотранспорта. Сведения о численности населения г. Казани и смертности по разным причинам и возрастным группам получены из ежегодного статистического бюллетеня «Естественное движение населения городских округов и муниципальных районов Республики Татарстан» за 2010–2017 гг. Целевое население включало всех постоянных жителей (взрослые 18 лет и старше и дети в возрасте до 14 лет), проживающих в г. Казани и двух районах, различающихся по расположению промышленных предприятий и интенсивности движения автотранспорта. Вахитовский район располагается в центральной части города и граничит почти со всеми районами г. Казани, общая численность населения около 89,0 тыс. человек, и Советский район – в северо-восточной и восточной части города, население более 311,0 тыс. человек. Расчет риска развития неканцерогенных эффектов от загрязняющих веществ, поступающих с атмосферным воздухом, проводился в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04) [25]. Для установления числа атрибутивных исходов, обусловленных анализируемым воздействием ТЧ, PM_{10} и $PM_{2.5}$, использовались функция «концентрация – эффект» (ФКЭ), выраженная через величину относительного риска (ОР) на 10 мкг/м^3, и частота анализируемых нарушений состояния здоровья на 1000 населения [7, 8, 10].

В качестве фоновых уровней экспозиции использовались пороговые значения концентраций TSP (0,01 мг/м^3), PM_{10} (0,0075 мг/м^3) и $PM_{2.5}$ (0,0035 мг/м^3).

Расчет проводился по формулам (1)–(3).

$$Pc = \frac{Po}{1+\left[\left(RR-1\right)\right]\cdot\left(E-B\right)/10}, \quad (1)$$

где *Pc* – фоновый уровень эффекта в популяции при фоновой экспозиции (на 1000 населения);

Po – наблюдаемая частота эффекта в популяции (на 1000 населения) под воздействием;

ОР – относительный риск возникновения эффекта на каждые 10 мкг/м^3.

B – фоновый (пороговый) уровень экспозиции, мкг/м^3.

E – наблюдаемая средняя экспозиция (концентрация), мкг/м^3.

$$D_{10} = Pc\cdot\left(RR-1\right), \quad (2)$$

где D_{10} – число дополнительных случаев исхода (атрибутивное число случаев) на 1000 населения на каждые 10 мкг/м^3.

$$Nc = D_{10}\cdot P\cdot\left(E-B\right)/10, \quad (3)$$

где N_c – число случаев эффекта, обусловленных экспозицией.

P – численность населения/1000.

Результаты. Город Казань является крупным промышленным центром с высокой интенсивностью антропогенной нагрузки. На территории Казани располагается более 13 тыс. стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха, суммарный выброс которых составляет около 32 тыс. т. Доля выбросов автотранспорта за последние десять лет составляет около 69,4–73,8 % от общих валовых выбросов. В 2017 г. в рамках системы социально-гигиенического мониторинга в Казани всего отобрано 33 064 пробы атмосферного воздуха, из них с превышением $ПДК_{мр}$ 380 проб, что составляет 1,15 % (в 2012 г. – 3,5 %): в зоне влияния промышленных предприятий 18 602 пробы, из них с превышением $ПДК_{мр}$ 75 проб, что составляет 0,4 % (в 2012 г. – 0,61 %); на автомагистралях в зоне влияния жилой застройки – 12 603 пробы, из них с превышением $ПДК_{мр}$ 300, что составляет 2,6 % (в 2012 г. – 2,6 %, в 2016 г. – 2,4 %). Уровень загрязнения атмосферы в г. Казани в последние 5 лет по значению ИЗА характеризовался как «повышенный». Среднегодовые концентрации взвешенных частиц PM_{10} превысили $ПДК_{сс}$ в г. Казани и Вахитовском районе в 2,0–2,45 раза, а по $PM_{2.5}$ – в 1,54 и 2,1 раза соответственно. Советский район был определен в качестве контрольного по содержанию фракций PM_{10} и $PM_{2.5}$, уровень которых находился в пределах гигиенических регламентов. По результатам социально-гигиенического мониторинга атмосферного воздуха за 2010–2017 гг. в Советском районе было отобрано в среднем по каждому из контролируемых веществ от 650 до 712 проб. Доля неудовлетворительных проб с превышением $ПДК_{мр}$ по TSP и PM_{10} составила от 0,93 до 1,85 % в 2017 г. В Вахитовском районе данные варьировались от 0,93 до 11,0 % в отдельные годы. Указанные показатели свидетельствуют о преобладающей роли автотранспорта в загрязнении атмосферного воздуха г. Казани.

Нами была проведена оценка риска здоровью населения Казани, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха. На 1-м этапе (идентификации опасности) в соответствии с методическими подходами по обоснованию перечня приоритетных загрязнителей, включенных впоследствии в анализ риска [8, 10], были проанализированы данные об объемах выбросов загрязняющих веществ» (форма 2-ТП (воздух)), проведено ранжирование химических веществ с учетом объемов поступления в атмосферу и величины весовых коэффициентов. Характеристика зависимостей «доза – ответ» или «доза – эффект» для оценки риска развития неканцерогенных эффектов проводилась на основе референтных концентраций (*RfC*) химических веществ. Величина суммарного индекса опасности (*HI*) химических веществ, поступающих с выхлопными газами автотранспорта в г. Казани и в изученных районах, составляет 14,51; 14,09; 11,8, что соответствует высокому риску (табл. 1).

Таблица 1

Результаты оценки неканцерогенного риска от химических веществ, поступающих с атмосферным воздухом, для здоровья населения в отдельных районах г. Казани

Параметр	*RfC*, мг/м^3	*C*[a], мг/м^3	*HQ*	%	*M*[a], мг/м^3	*HQ*	%	*M*[a], мг/м^3	*HQ*	%
Точки		Казань			Вахитовский район			Советский район		
ТЧ	0,075	0,148	1,98	17,09	0,15	2	14,18	0,15	2,04	17,29
Серы диоксид	0,05 0,02	0,001	0,02	0,17	0	0	0,00	0	0	0,00
Оксид углерода	3,0	1,77	0,59	5,11	3,1	1,03	7,32	3,87	0	10,9
Азота диоксид	0,04	0,070	1,74	15,04	0,1	2,25	15,96	0,11	1,29	22,3
Азота оксид	0,06	0,024	0,39	3,41	0	0	0,00		2,63	0,00
Сероводород	0,002	0,001	0,57	4,91	0	0	0,00	0	0	0,00
Фенол	0,006	0,001	0,19	1,66	0	0	0,00	0	0	0,00
Аммиак	0,1	0,022	0,22	1,93	0	0	0,00	0	0	0,00
Бенз(а)пирен	1,0E-06	1,98E-06	1,98	17,14	0	0	0,00		0	0,00
Формальдегид	0,003	0,008	2,63	22,75	0,002	0,67	4,73	0	0	0,00
PM_{10}	0,05	0,08	1,63	12,99	0,098	1,96	13,90	0,04	0,82	6,95
$PM_{2.5}$	0,015	0,04	2,57	20,47	0,052	3,47	24,59	0,03	1,67	14,1
Углерод (сажа)	0,05	0	0		0,136	2,72	19,29	0,17	3,36	28,5
HI[b]			14,51	100		14,09	100		11,8	100
HI ОД			11,94			13,06			11,8	
HI смертность			6,2			7,43			4,53	
*HI*ссс			2,41			2,9			0,82	
HI кровь			2,72			3,28			3,92	
HI иммунная система			4,61			0,7			0	
HI ЦНС			0,78			1,03			0	
HI развитие			4,2			2,99			0,82	

Примечание: [a] – среднегодовая концентрация.

Риск воздействия на органы дыхания (ОД) во всех изучаемых точках оценивается как высокий. Наибольший вклад в развитие неканцерогенных эффектов со стороны органов дыхания вносят суммарно воздействие взвешенных частиц $PM_{2.5}$, PM_{10} и общей пыли (ТЧ): в г. Казани (51,8 %) и изученных районах (Советском районе – 41,4 %, в Вахитовском – 56,85 %). Доля вклада азота диоксида в общеток-

сическое воздействие на ОД составила в г. Казани 14,6 %, в районах соответственно 10,9 и 17,2 %. Остальное воздействие в Казани и Вахитовском районе обусловлено формальдегидом – 22,02 и 5,1 %, а в Советском районе – сажей и азотом оксидом – 28,05 и 22,2 %. Риски воздействия на иммунную систему населения г. Казани соответствуют настораживающему (*HI* = 4,61), а смертность – высокому уровню (*HI* = 6,2). Высокий уровень риска смертности (*HI* = 7,43) отмечается в Вахитовском районе города. Риск воздействия на сердечно-сосудистую систему в изученных точках является допустимым (приемлемым). Настораживающий уровень риска определяется в обоих районах для системы крови (*HI* = 3,28 и 3,92).

Считается, что общие концентрации долгосрочного воздействия химических веществ в городе зависят от вклада загрязнения воздуха в масштабах отдельных территорий или районов, что было учтено в нашем исследовании. В соответствии с методологией ВОЗ и с учетом имеющихся данных в расчетах были использованы рекомендованные величины ОР для дополнительного числа эффектов / исходов в отношении здоровья и функций «концентрация – эффект» (ФКЭ) на 10 мкг/м^3, связанных с воздействием PM_{10} и $PM_{2.5}$. Анализ проводился по парам «загрязнитель – исход», рекомендованных для исхода в отношении здоровья при долговременной экспозиции PM, относящихся к группам A, A* и B* [14, 29]. К показателям группы A ($PM_{2.5}$) относятся (смертность, цереброваскулярные болезни (включая инсульт), ишемическая болезнь сердца, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) в возрасте 30 лет и старше), что является альтернативой оценки смертности от всех причин, и для них имеется достаточно данных, позволяющих дать надежную количественную оценку эффектов. В отношении показателей группы B: пары «загрязнитель – исход» – наблюдается большая неопределенность относительно точности данных, использованных для количественной оценки эффектов. Группы пар с *, могут вносить свой вклад в общий эффект (то есть эффекты являются аддитивными) с расширенным (группа B* – PM_{10}) либо ограниченным (группа A* – $PM_{2.5}$) набором эффектов. К ним относится (группа B*) распространенность бронхита у детей (до 12 или 18 лет) и заболеваемость хроническим бронхитом у взрослых (18 лет и старше) и группа A* (смертность от всех причин) (табл. 2, 3).

Таблица 2

Дополнительное количество исходов в год от воздействия фракций взвешенных частиц в г. Казани

Эффект для здоровья	МКБ-10	Группа населения	ОР на 10 мкг/м^3	Число случаев эффекта / исходов
PM_{10}				
Смертность от ССЗ	$J_{00–99}$	Все	1,014	574
Смертность от БОД	$J_{00–99}$	Все	1,034	53
Смертность общая	$A_{00} – R_{99}$	Все	1,0074	565
Заболеваемость хроническим бронхитом	$J_{40–43}$	18+	1,117	9919
Обращаемость по поводу астмы	$J_{45–46}$	18+	1,004	67
$PM_{2.5}$				
Смертность от ССЗ	$J_{00–99}$	Все	1,02	1727
Смертность от БОД	$J_{00–99}$	Все	1,022	18
Смертность общая	$A_{00} – R_{99}$	Все	1,06	332

Популяционный риск хронического воздействия PM_{10} определяет 565 случаев дополнительного числа общей смертности в год среди населения Казани (4,8 %) без учета внешних причин; от сердечно-сосудистых заболеваний – 574 случая (7,9 %); от болезней органов дыхания – 53 (17,7 %). Возможный ущерб от $PM_{2.5}$ составляет 332 дополнительных случая смерти в год от всех причин (14,6 %), исключая внешние причины; 1727 – от сердечно-сосудистых заболеваний (4,5 %); 18 – от болезней органов дыхания (6,0 %). Наши результаты показывают, что колебания концентрации PM_{10} и $PM_{2.5}$ (в 2 раза ниже в Советском районе) в районах исследования, а также наличие ассоциаций химических веществ (азота диоксида и сажи в Советском районе), характерных для определенных территорий, могут представлять собой более токсичную смесь загрязнения, чем на всей территории города.

Отсутствие данных о численности взрослого населения (18 и старше) в районах города позволило нам провести оценку количества дополнительных исходов только для детской популяции на основании сведений о численности прикрепленного детского населения (0–14 лет) к детским поликлиникам Советского и Вахитовского районов (табл. 3).

Таблица 3

Дополнительное количество исходов в год от воздействия PM_{10} фракций взвешенных частиц у детского населения г. Казани

Точка исследования	PM_{10}	МКБ-10	Возрастная группа	ОР на 10 мкг/м^3	Число случаев / эффектов
Казань	Распространенность бронхита	$J_{40–43}$	0–14	1,08	122
Вахитовский район	Распространенность бронхита	$J_{40–43}$	0–14	1,08	15
Советский район		$J_{40–43}$	0–14	1,08	9
Казань	Обращаемость по поводу астмы	$J_{45–46}$	0–14	1,0512	486
Вахитовский район		$J_{45–46}$	0–14	1,0512	339
Советский район		$J_{45–46}$	0–14	1,0512	715
	$PM_{2.5}$				
Вахитовский район	Распространенность Бронхит	$J_{40–43}$	0–14	1,34	23
Советский район	Распространенность Бронхит	$J_{40–43}$	0–14	1,34	22
Казань	Распространенность Бронхит	$J_{40–43}$	0–14	1,34	546

Ущерб, связанный с общей заболеваемостью астмой среди совокупного населения города из-за воздействия PM_{10}, составляет 486 случаев в год у детей и 67 случаев в год у взрослых. Количество обращений по поводу астмы в Советском районе в 2,1 раза превысило данный показатель в Вахитовском районе и в 14 раз в целом по г. Казани. Возможное дополнительное количество обращений за медицинской помощью по поводу хронического бронхита, связанное с PM_{10} среди детского населения г. Казани, составляет 122 случая, в Вахитовском районе – 15 случаев в год, в Советском районе – 9 случаев в год, среди взрослых – 9919 случаев в год (см. табл. 2, 3). По результатам исследования, высокий риск развития неканцерогенных эффектов для населения г. Казани и изучаемых районов связан с сум-

марной экспозицией взвешенных частиц $PM_{2.5}$, PM_{10} и ТЧ, долевой вклад которых в *HI* г. Казани составляет 42,5 %, в Вахитовском – 52,7 % и Советском районе – 59,9 %. Анализ суммарного индекса опасности (*HI*) показал, что у населения города существует высокий риск развития болезней органов дыхания, смертности (г. Казань и население Вахитовского района) и настораживающий уровень риска для иммунной системы. Наибольший вклад в риск развития неканцерогенных эффектов со стороны органов дыхания вносят суммарно взвешенные частицы $PM_{2.5}$, PM_{10} и общей пыли (ТЧ), диоксид азота, формальдегид, а в Советском районе – дополнительно сажа – 28,05 % и азота оксид – 22,2 %.

Популяционный риск возможного влияния PM_{10} составил 565 случаев дополнительных смертей в год среди населения Казани от всех причин (4,8 %), исключая внешние; от сердечно-сосудистых заболеваний – 574 случая (7,9 %); от болезней органов дыхания – 53 (17,7 %). Возможный ущерб от $PM_{2.5}$ составляет 332 дополнительных случая смерти в год от всех причин (14,6 %), исключая внешние причины; 1727 – от сердечно-сосудистых заболеваний (4,5 %); 18 – от болезней органов дыхания (6,0 %). Прирост случаев смерти на уровне 3 % рекомендован ВОЗ в качестве норматива по среднегодовым концентрациям.

Выводы. Основное значение последствий и эффектов долговременной экспозиции загрязнителей атмосферного воздуха проявляется не только в тенденции роста, но и в возможном прогрессировании основных заболеваний у детского населения. В зонах экологического неблагополучия распространенность бронхиальной астмы у детей в 1,8–3,0 раза превышает соответствующий показатель контрольных территорий, причем подверженность заболеванием достоверно коррелирует с близостью промышленных предприятий и автомагистралей [2, 27]. Данная патология имеет ярко выраженный средовой компонент, и у детей на загрязненных территориях характеризуется началом в более раннем возрасте, высокой частотой приступов, а также возникновением новых случаев. Наши данные подтверждают, что воздействие PM_{10} в г. Казани связано с увеличением количества обращений за медицинской помощью по поводу диагноза астмы, госпитализации у детей в возрасте 14 лет и младше и составляет 486 случаев в год. Особенности территорий проживания детей в возрасте до 14 лет обусловили 339 (в Вахитовском районе) и 715 случаев дополнительного обращения с диагнозом астмы. Результаты исследования по 10 европейским городам отнесли воздействие загрязнителей воздуха, связанных с движением автотранспорта, с 15 % обострений у детей и 14 % новых случаев заболеваемости астмой [3, 16, 27]. Исследователями отмечено, что дети, подвергшиеся воздействию наружных взвешенных твердых частиц ($PM_{10–2.5}$), более склонны к развитию астмы и нуждаются в неотложной помощи или стационарном лечении [26]. В настоящее время появились достаточно твердые эпидемиологические и экспериментальные свидетельства того, что на уровень загрязнения атмосферного воздуха TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ в районах с интенсивным транспортным потоком, вероятно, оказывают влияние не только процессы сжигания топлива и вторичного пылеобразования, но и процесс первичного пылеобразования (деструкция деталей автомобиля и дорожного полотна) [2, 9]. Значимость этого вывода заключается в интерпретации причины развития астмы и других заболеваний ОД и сердечно-сосудистой системы, которую рассматривали только в связи с воздействием тонкодисперсных частиц ($ТЧ_{2.5}$). Ввиду того, что центральная часть

города (Вахитовский район) характеризуется наибольшей интенсивностью транспортных потоков и низкой пропускной способностью старой городской застройки, наши результаты согласуются с данными этих исследований.

Основное ограничение нашего исследования заключалось в отсутствии повозрастных данных о количестве населения и смертности в изучаемых районах города. Согласно современным воззрениям, национальные данные о смертности от всех причин имеют большую точность, чем данные, зависящие от причины. Кроме того, существующие оценки воздействия атмосферного воздуха на здоровье взрослого населения предполагают учет табакокурения в изучаемых группах, что не было включено в наше исследование. Однако некоторые исследования показывают, что до четверти случаев ХОБЛ диагностированы у никогда не куривших [9, 20]. Появляется все больше научных данных о воздействие атмосферного воздуха, особенно $ТЧ_{10}$ и $ТЧ_{2.5}$, в индустриальных районах, где основным источником загрязнения, как и в г. Казани, является автотранспорт [5, 7, 8, 12, 17, 28, 29]. Имеется достаточно доказательств, подтверждающих причинно-следственную связь между воздействием загрязнения воздуха и обострением астмы, а также достоверные связи с началом астмы у детей, респираторными симптомами без астмы, нарушением функции легких, общей и сердечно-сосудистой смертностью и сердечно-сосудистой заболеваемостью [14, 24–26]. Значимость количественных оценок воздействия загрязнения воздуха на здоровье населения возрастает, так как все больше городских территорий (районов) относят к загрязненным. Особая сложность состоит в анализе продолжительных наблюдений и вклада отдельных соединений или их сочетании на региональном уровне, которые, вероятно, являются ведущими факторами ответственными за воздействие на здоровье людей. Выявленные особенности ассоциаций взвешенных частиц и сажи в Советском районе г. Казани предполагают необходимость дальнейшего исследования с учетом экспозиции NO_2 и черного углерода, эффекты которых на здоровье и преждевременную смертность можно использовать в качестве основного индикатора воздействия PM, образуемых при движении автотранспорта [6]. Сделан вывод, что управление скоростью на автомагистралях и уменьшение объема движения является более эффективной мерой, чем зоны с низким уровнем выбросов, для снижения воздействия выбросов в результате дорожного движения на здоровье человека. Проведенное исследование по оценке риска для здоровья населения г. Казани, обусловленное долговременной экспозицией к взвешенным твердым частицам, показало, что выбор конкретных ФКЭ для анализа затрат и выгод с целью отбора варианта(ов) для принятия эффективных управленческих решений по снижению степени загрязнения воздушного бассейна города и минимизации риска здоровью населения должен опираться на всесторонние оценки и включать рассмотрение более полного набора исходов в отношении здоровья, связанных с воздействием и подтвержденных научными исследованиями данных. Полученные расчетные значения ущерба здоровью подчеркивают высокую практическую значимость внедрения в практику принятия решений по защите окружающей среды данных по оценке риска в натуральных и экономических показателях.

Список литературы

1. Гигиеническая характеристика приоритетных объектов среды обитания и оценка риска, связанного с их воздействием, на примере г. Москвы / Е.Е. Андреева, П.З. Шур, А.Р. Клименко [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4 (12). – С. 62–72.

2. Исследование содержания мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе вблизи автомобильных дорог / Т.С. Уланова, М.В. Антипьева, М.В. Волкова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 38–45. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.05

3. Леванчук А.В., Шилова Е.А. Возможные причины роста сенсибилизации городского населения районов с высокой интенсивностью автотранспорта // Journal of Siberian Medical Sciences. – 2015. – № 2. – С. 42.

4. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 4–17. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01

5. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха как фактора риска здоровью населения Казани / Е.А. Тафеева, А.В. Иванов, А.А. Титова, И.Ф. Ахметзянова // Гигиена и санитария. – 2015. – 94. – № 3. – С. 37–40.

6. Новиков С.М., Иваненко А.В., Волкова И.Ф. Оценка ущерба здоровью населения Москвы от воздействия взвешенных веществ в атмосферном воздухе // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 41–44.

7. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин [и др.]. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 144 с.

8. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 143 с.

9. Рахманин Ю.А., Леванчук А.В. Гигиеническая оценка атмосферного воздуха в районах с различной степенью развития дорожно-автомобильного комплекса // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 12. – С. 1117–1121.

10. Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска. – М., 2017. – 68 с.

11. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–11. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.01

12. Степанова Н.В., Валеева Э.Р. Основные тенденции здоровья детского населения республики Татарстан // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 1. – С. 92–97.

13. Air pollution and child health: prescribing clean air, WHO/CED/PHE [Электронный ресурс] // World health organization. – URL: https://www.who.int/ceh/publications/air-pollution-child-health/en/ (дата обращения: 27.03.2020).

14. Air Pollution and Mortality in Seven Million Adults: The Dutch Environmental Longitudinal Study (DUELS) / P.H. Fischer, M. Marra, C.B. Ameling [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2015. – Vol. 123. – P. 697–704. DOI: 10.1289/ehp.1408254

15. Air quality in Europe – 2017 report. – Copenhagen: European Environment Agency; World Health Organization, 2016. – 78 p.

16. Air quality modeling and mortality impact of fine particles reduction policies in Spain / E. Boldo, C. Linares, N. Aragonés [et al.] // Environ. Res. – 2014. – Vol. 128. – P. 15–26. DOI: 10.1016/j.envres.2013.10.009

17. An ecological analysis of PM2.5 concentrations and lung cancer mortality rates in China / J. Fu, D. Jiang, G. Lin, K. Liu [et al.] // BMJ Open. – 2015. – Vol. 197, № 5. – P. e009452. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-009452

18. An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure / R.T. Burnett, C.A. Pope, M. Ezzati [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2014. – Vol. 122. – P. 397–403. DOI: 10.1289/ehp.1307049

19. Aphekom–Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe. Guidelines of Methods for Integrating Chronic Effects of Local-Traffic Pollution in the Air Pollution Health Impact Methodology (WP4). – Swiss Tropical and Public Health Institute, Basel, 2011. – 40 p.

20. Behrendt C.E. Mild and moderate-to-severe COPD in nonsmokers: Distinct demographic profiles // Chest. – 2005. – Vol. 128. – P. 1239–1244. DOI: 10.1378/chest.128.3.1239

21. Black carbon as an additional indicator of the adverse health effects of airborne particles compared with PM10 and PM2.5 / N.A. Janssen, G. Hoek, M. Simic-Lawson [et al.] // Environmental health perspectives. – 2011. – Vol. 119, № 12. – P. 1691–1699. DOI: 10.1289/ehp.1003369

22. Chen B.H., Kan H.D. Air pollution and population health: A global challenge // Environ. Health Prev. Med. – 2008. – Vol. 13. – P. 94–101. DOI: 10.1007/s12199-007-0018-5

23. Health impact assessment of air pollution in Valladolid Spain / M. Cárdaba Arranz, M.F. Muñoz Moreno, A. Armentia Medina [et al.] // BMJ Open. – 2014. – Vol. 4. – P. e005999.

24. Keet C.A. Keller J.P., Peng R.D. Long-Term Coarse Particulate Matter Exposure Is Associated with Asthma among Children in Medicaid // American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. – 2017. – Vol. 197, № 6. – P. 737–746. DOI: 10.1164/rccm.201706-1267OC

25. Kelly F.J., Fussell J.C. Air pollution and public health: emerging hazards and improved understanding of risk // Environ. Geochem. Health. – 2015. – Vol. 37. – P. 631–649. DOI: 10.1007/s10653-015-9720-1

26. Long-term air pollution exposure and cardio- respiratory mortality: A review / G. Hoek, R.M. Krishnan, R. Beelen [et al.] // Environ Health. – 2013. – Vol. 28, № 12. – P. 43. DOI: 10.1186/1476-069X-12-43

27. Pulmonary Function and Incidence of Selected Respiratory Diseases Depending on the Exposure to Ambient PM_{10} / A. Badyda, A. Gayer, P.O. Czechowski [et al.] // International journal of molecular sciences. – 2016. – Vol. 17, № 11. – P. 1954. DOI: 10.3390/ijms1711195411

28. Recommendations for Concentration–Response Functions for Cost–Benefit Analysis of Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide // Health Risks of Air Pollution in Europe–HRAPIE Project, 2013. – URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf? ua=1 (дата обращения: 27.03.2020).

29. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project. Technical report [Электронный ресурс] // World Health Organization. – URL: http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/health-aspects-of-air-pollution-and-review-of-eu-policies-the-revihaap-and-hrapie-projects (дата обращения: 27.03.2020).

Определение приоритетных загрязняющих веществ атмосферного воздуха г. Иркутска

З.А. Зайкова

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Иркутск, Россия

Представлены результаты по определению приоритетных загрязняющих веществ атмосферы в одном из промышленных городов Восточной Сибири. Расчет проводился с использованием методологии оценки риска на основании данных об объемах выбросов загрязняющих веществ. По результатам ранжирования индексов неканцерогенной и канцерогенной опасности были определены списки приоритетных загрязняющих веществ, состоящие из 9 канцерогенов и 10 неканцерогенов, которые практически не меняются в течение 3 лет. Перечни приоритетных загрязняющих веществ атмосферы г. Иркутска и РФ имеют совпадение по 15 наименованиям. Установлено, что 14 из 25 мониторируемых веществ в г. Иркутске являются приоритетными. Информация о приоритетных загрязняющих веществах необходима для организации лабораторного контроля за факторами среды обитания и совершенствования социально-гигиенического мониторинга.

Ключевые слова: атмосферный воздух, приоритетные загрязняющие вещества, объем выбросов, мониторинг, индексы неканцерогенной и канцерогенной опасности.

Для организации качественного мониторинга состояния атмосферы населенных мест требуются сведения об источниках загрязнения, загрязняющих веществах, численности населения, рельефа местности и т.д. Специалисты Роспотребнадзора относят загрязняющие вещества к приоритетным по доле проб загрязняющих веществ атмосферного воздуха с превышением ПДК [6] или по превышению ПДК среднегодовых концентраций [1, 2] с учетом анализа данных пространственного распределения этих концентраций и процедуры аппроксимации [1]. В практику Роспотребнадзора повсеместно внедрена методология оценки риска, которая может использоваться для выявления приоритетных загрязнителей с целью уточнения и корректировки списка мониторируемых веществ.

Цель исследования – определение приоритетных загрязняющих веществ атмосферного воздуха в г. Иркутске при помощи методологии оценки риска.

Материалы и методы. Использовались данные Иркутскстата об объемах выбросов в атмосферный воздух г. Иркутска за 2014–2017 гг. и обобщенные данные федерального статистического наблюдения по форме № 2-ТП (воздух) за 2018 г. сайта Росприроднадзора, без объемов специфических веществ по муниципальным образованиям. Расчет приоритетных загрязняющих веществ атмосферного воздуха РФ в 2018 г. проведен на основании открытых данных. Для расчета приоритетных загрязняющих веществ использовалась методология оценки риска – ранжирование по убыванию индексов неканцерогенной (*HRI*) и канцерогенной (HRI_c) опасности [5].

Результаты. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха г. Иркутска являются: Ново-Иркутская ТЭЦ ПАО «Иркутскэнерго», Иркутское авиационное производственное объединение Иркутский авиационный завод

(ИАЗ) – филиал ПАО «Корпорация “Иркут”», предприятия строительной, деревообрабатывающей отраслей, мелкие котельные и дома с печным отоплением, а также аэропорт, автомобильный и железнодорожный транспорт.

Регулярный мониторинг состояния загрязнения атмосферного воздуха г. Иркутска проводится на 7 стационарных постах Гидрометеослужбы и одном посту Роспотребнадзора по 25 веществам. За 2014–2018 гг. в атмосферном воздухе г. Иркутска увеличились средние концентрации бенз(а)пирена; взвешенных веществ, оксида углерода, оксида азота, диоксида азота, аммиака, формальдегида, тяжелых металлов – уменьшились. В 2018 г. в г. Иркутске был зарегистрирован очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) = 26 [7].

Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Иркутска за период 2014–2018 гг. составил 359,8 тыс. т, из них 42,7 тыс. т твердых и 317,1 тыс. т газообразных и жидких отходов (или 11,9 и 88,1 % соответственно). Динамика объемов выбросов основных веществ, загрязняющих атмосферу г. Иркутска, за 2014–2018 гг. представлена в табл. 1.

Таблица 1

Объем выбросов веществ, загрязняющих атмосферу г. Иркутска, за 2014–2018 гг., т

Вещества	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Всего, в том числе:	68 040	73 534	72 993	74 847	70 455
твердые	8733	8377	8929	8772	7923
газообразные и жидкие, из них:	59 307	65 157	64 064	66 075	62 533
диоксид серы	44 309	49 454	48 378	48 388	42 660
оксид углерода	4057	4437	5332	6343	2910
оксиды азота	9690	10 000	9140	10 040	7935
углеводороды (без ЛОС*)	586	607	593	715	4273
ЛОС	644	639	606	569	4733
прочие газообразные и жидкие	21	20	15	19	22
специфические вещества	9959	9619	10 136	10 069	д/н

Примечание: ЛОС – летучие органические соединения.

В 2018 г. по сравнению с 2014 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Иркутска увеличился на 3,5 % за счет роста выбросов газообразных и жидких веществ на 5,4 %. Резко увеличились объемы выбросов углеводородов (в 7,3 раза) и летучих органических веществ (в 7,4 раза). Объемы выбросов основных неканцерогенных веществ, наоборот, снизились: оксида углерода – на 28,3 %, оксидов азота – на 18,1 %, диоксида серы – на 3,7 %.

За период 2014–2017 гг. в списках специфических загрязняющих веществ атмосферного воздуха г. Иркутска насчитывалось около 40 наименований веществ, четверть из которых обладают канцерогенным действием. Согласно расчетам, в списке приоритетных веществ-канцерогенов, загрязняющих атмосферу г. Иркутска, в 2014 г. первое место занимала сажа, далее по результатам ранжирования индексов канцерогенной опасности HRI_c: шестивалентный хром, бензин, бензол, формальдегид, бенз(а)пирен, этилбензол, свинец и его неорганические соединения, стирол (табл. 2). В течение трех лет перечень приоритетных загрязняющих веществ с канцерогенным эффектом не изменялся. Согласно отчетам, выбросов стирола в атмосферу г. Иркутска в 2017 г. не было, но список дополнил толуилендиизоцианат.

Таблица 2

Список приоритетных веществ – канцерогенов, загрязняющих атмосферу г. Иркутска в 2014–2017 гг. (ранжирование по убыванию HRI_C)

№ п/п	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
1	Сажа	Сажа	Сажа	Сажа
2	Хром (VI)	Хром (VI)	Хром (VI)	Хром (VI)
3	Бензин	Бензин	Бензин	Бензин
4	Бензол	Бензол	Бензол	Бензол
5	Формальдегид	Бенз(а)пирен	Бенз(а)пирен	Бенз(а)пирен
6	Бенз(а)пирен	Формальдегид	Формальдегид	Формальдегид
7	Этилбензол	Этилбензол	Этилбензол	Свинец*
8	Свинец*	Свинец*	Свинец*	Этилбензол
9	Стирол	Стирол	Стирол	Толуилендиизоцианат

Примечание: * – свинец и его неорганические соединения.

Согласно индексам неканцерогенной опасности (*HRI*), к приоритетным веществам, загрязняющим атмосферный воздух г. Иркутска, в 2014 г. отнесены: диоксид серы, оксиды азота, пыль с содержанием диоксида кремния 20–70 %, акролеин, марганец и его соединения, общие углеводороды, пыль с содержанием диоксида кремния более 70 %, хлор, ксилол, серная кислота. В списке приоритетных загрязняющих веществ атмосферы 2015 г. ванадий и меди оксид заменили ксилол и серную кислоту. Далее перечень веществ оставался неизменным до 2017 г., хотя ранговые позиции веществ менялись, начиная с 5-го места (табл. 3). Исходя из этого, расчет приоритетных веществ, загрязняющих атмосферу, следует проводить один раз в 3 года.

Таблица 3

Список приоритетных веществ-неканцерогенов, загрязняющих атмосферу г. Иркутска в 2014–2017 гг. (ранжирование по убыванию *HRI*)

№ п/п	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
1	Диоксид серы			
2	Оксиды азота			
3	Пыль (20–70 % SiO_2)			
4	Акролеин	Ванадий		
5	Mn и его соединения	Акролеин		Общие углеводороды
6	Общие углеводороды			Mn и его соединения
7	Пыль (>70 % SiO_2)	Mn и его соединения		Хлор
8	Хлор	Меди оксид	Хлор	Меди оксид
9	Ксилол	Хлор	Меди оксид	Акролеин
10	Кислота серная	Пыль (>70 % SiO_2)		

По результатам исследования установлено, что в перечне мониторируемых веществ атмосферы г. Иркутска в 2017 г. было 14 приоритетных загрязняющих веществ, включая все вещества с канцерогенным действием, кроме толуилендиизоцианата. Нет регулярных наблюдений в г. Иркутске за такими приоритетными ве-

ществами-неканцерогенами из первой десятки, как ванадий, хлор, акролеин; зато мониторируется часть веществ из второй десятки: ксилол (12-е место по *HRI*), метан (15-е), сероводород (16-е), аммиак (17-е), толуол (19-е).

Приоритетными веществами, формирующими загрязнение атмосферного воздуха городских территорий РФ, являлись в 2017 г.: бенз(а)пирен, тяжелые металлы, фтористый водород, сероводород, фенол и взвешенные вещества [3]; в 2018 г.: бенз(а)пирен, фтористый водород, хлористый водород, сероводород, взвешенные вещества и пр. [4]. По результатам ранжирования индексов неканцерогенной и канцерогенной опасности список приоритетных загрязняющих веществ атмосферного воздуха РФ представлен в табл. 4.

Таблица 4

Список приоритетных загрязняющих веществ атмосферы РФ в 2018 г.
(ранжирование по убыванию *HRI* и HRI_C)

№ п/п	Вещество	*HRI*	Вещество	*HRIc*
1	Углеводороды общие	385 509 400	Сажа	28 317 326
2	Диоксид серы	361 702 300	Хром (VI)	9 410 500
3	Оксиды азота	177 072 400	Мышьяк	8 271 300
4	Кислота серная	165 070 140	Бензин	1 928 310
5	Mn и его соединения	147 536 700	1,2-дихлорэтан	1 563 680
6	Меди оксид	122 724 500	Бенз(а)пирен	1 047 710
7	Пыль (20–70 % SiO_2)	44 799 248	Бензол	945 944
8	Пыль (>70 % SiO_2)	29 360 178	Кадмий	668 200
9	Диметиламин	26 369 500	Формальдегид	375 142
10	Ванадий	15 389 700	Тетрахлорметан	115 859

В 2017 г. в г. Иркутске, как в РФ, бенз(а)пирен и взвешенные вещества отнесены к приоритетным загрязняющим веществам. При сравнении списков приоритетных загрязняющих веществ атмосферы г. Иркутска за 2017 г. и РФ за 2018 г. совпадают 9 веществ по индексам неканцерогенного риска (кроме диметиламина в РФ и акролеина в г. Иркутске) и 6 – по индексам канцерогенного риска: сажа, хром (VI), бензин, бензол, бенз(а)пирен и формальдегид.

Выводы. В г. Иркутске общий объем выбросов увеличился на 3,5 % за период 2014–2018 гг., и в настоящее время регистрируется очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха. Определение приоритетных загрязняющих веществ требуется для корректировки списка исследуемых веществ при проведении мониторинга загрязнения атмосферного воздуха. Данные расчеты с использованием методологии оценки риска следует проводить один раз в 3 года.

Список литературы

1. Андреева Е.Е. Санитарно-эпидемиологическая оценка качества атмосферного воздуха г. Москвы // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 31–37. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.04

2. Мониторинг аэрогенной химической нагрузки на селитебных территориях промышленного города / В.М. Боев, И.Л. Карпенко, Л.А. Бархатова [и др.] // Здоровье населении и среда обитания. – 2016. – № 1 (274). – С. 11–13.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная

служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 21 с.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 19 с.

5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200037399 (дата обращения: 11.03.2020).

6. Санитарно-эпидемиологическая оценка качества атмосферного воздуха Республики Хакасия / Т.Г. Романова, Т.Н. Викторова, О.В. Иванова [и др.] // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь, 2019. – С. 199–204.

7. Состояние загрязнения атмосферного воздуха городов на территории деятельности ФГБУ «Иркутское УГМС» в 2018 г.: ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2019. – С. 61–71.

Скрининговые исследования дисперсности выбросов предприятия горнорудной промышленности

Т.С. Уланова, А.А. Крылов, М.В. Антипьева, Е.А. Сухих, С.Ю. Загороднов

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

Мелкодисперсные частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в атмосфере, вне зависимости от химического состава представляют значительную опасность для здоровья человека.

Изучен фракционный состав выбросов предприятия горнорудной промышленности с определением доли мелкодисперсных фракций ($PM_{2.5}$ и PM_{10}) взвешенных частиц. Проведены замеры концентрации мелкодисперсных фракций в выбросах (мг/м^3) и на границах санитарно-защитной зоны предприятия. Исследование фракционного состава взвешенных частиц проводили с использованием метода лазерной дифракции анализатором размеров частиц Microtrac S3500.

Установлено, что концентрация мелкодисперсных частиц фракций $PM_{2.5}$ и PM_{10} на границе санитарно-защитной зоны предприятия соответствует гигиеническим нормативам. Средний размер частиц, определенный в выбросах предприятия и в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны, меньше 10 мкм. Процентное распределение мелкодис-

персных фракций $PM_{2.5}$ и PM_{10} в выбросах предприятия и в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны сопоставимо.

Ключевые слова: мелкодисперсные частицы, взвешенные вещества, $PM_{2.5}$ и PM_{10}, горнорудная промышленность, выбросы предприятия, санитарно-защитная зона (СЗЗ).

Одним из основных производственных факторов предприятия горнорудной отрасли промышленности, воздействующим на работников, является пыль сильвинита.

Особую опасность представляют взвешенные частицы размерами 10 мкм и менее, относящиеся к респирабельным. Данные частицы могут проникать в организм человека через респираторный тракт глубоко в легкие, вызывая болезни или обостряя уже имеющиеся.

Опасность воздействия мелкодисперсных фракций взвешенных частиц увеличивается в связи с тем, что они могут длительное время находиться в воздухе, переноситься на большие расстояния, а также адсорбировать большое количество токсичных веществ, которые также попадают во внутреннюю среду организма [1, 2].

В связи с токсичностью и опасностью воздействия мелкодисперсных частиц существует необходимость организации контроля за их содержанием как в атмосферном воздухе, так и в выбросах промышленных предприятий в процессе производственной деятельности.

Нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ), за исключением радиоактивных веществ, устанавливаются территориальными органами Федеральной службы по надзору в сфере природопользования для конкретного стационарного источника выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух [5].

Цель работы – определить процентное содержание мелкодисперсных частиц и их распределение по размерам в выбросах предприятия горнорудной промышленности, оценить их вклад в загрязнение атмосферного воздуха.

Материалы и методы. На предприятии, занимающемся выпуском хлористого калия, были обследованы две производственные площадки, находящиеся на значительном расстоянии друг от друга.

Выбранные промышленные площадки объединяет схожесть технологических процессов и единая санитарная классификация СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 (новая редакция), II класс опасности (п. 7.1.1., класс II, п.п. 17) «Химические объекты производства» – «Производство калийных солей», размер ориентировочной санитарно-защитной зоны составляет 500 м.

На границе санитарно-защитной зоны предприятия проводили отбор проб атмосферного воздуха. Контрольные точки отбора проб на границе СЗЗ устанавливали путем определения максимальных расчетных концентраций твердых выбросов предприятия, выполненных на основании предварительных расчетов рассеивания. Расчеты рассеивания приземных концентраций выполняли с использованием актуальной инвентаризации источников выбросов и действующего разрешения на выброс каждой площадки. Выбранные контрольные точки на границе СЗЗ находились вдали от автодорог, жилой территории и прочих антропогенных источников выбросов, что исключало их воздействие на результаты анализов. Отбор проб выбросов предприятия и атмосферного воздуха осуществляли на фильтры АФА-ВП-20-2.

Для оценки дисперсного состава выбросов в газоходе применялся отбор проб пыли методом внешней фильтрации при помощи газозаборной трубки с комплектом наконечников, аспирируя прибором ПУ-4Э. Скорость отбора и диаметр наконечников подбирались в зависимости от запыленности и скорости пылевого потока.

Скорость пылегазовой смеси определяли с применением трубки Пито и дифференциального цифрового манометра ДМЦ-01М.

Отбор проб атмосферного воздуха производили на открытые аллонжи пробоотборным устройством ПА-300М-1. Пробы отбирались 4 раза в течение суток на одни и те же фильтры. Отобраны три среднесуточных пробы атмосферного воздуха на границе СЗЗ двух промышленных площадок [6].

Исследование фракционного состава взвешенных частиц, а именно распределение частиц по размерам и процент мелкодисперсных частиц, отобранных на фильтры, проводили с использованием лазерного анализатора размеров частиц Microtrac S3500, предназначенного для измерения дисперсных параметров суспензий, эмульсий и порошкообразных материалов. Принцип действия основан на методе лазерной дифракции. Пыль, отобранную на фильтры, переносили в измерительную ячейку прибора и получали распределение частиц по размеру. В качестве десорбирующего вещества при смывании взвешенных частиц с фильтра и подвижной фазы в лазерном анализаторе использовался этиловый спирт ввиду растворимости хлористого калия в воде.

Методом прямых измерений на границе СЗЗ проведено определение концентрации мелкодисперсных частиц анализатором аэрозоля DustTrak 8533, предназначенным для измерения массовой концентрации аэрозольных частиц в воздухе. В анализаторе реализован принцип лазерной нефелометрии, что определяет возможность измерений в широком диапазоне массовых концентраций: 0,01–150 мг/м^3. Анализатор регистрирует фракции мелкодисперсных частиц PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4, PM_{10}.

Результаты. Изучен фракционный состав выбросов предприятия горнорудной промышленности с определением доли мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10}. В выбросах предприятия калийного производства на промышленных площадках проведено исследование по распределению частиц по размерам и процентному содержанию мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10}.

На каждой производственной площадке проводили отбор в трех контрольных точках. В качестве контрольных точек на территории площадок были выбраны приоритетные источники пылевых выбросов с наибольшим выбросом пыли со схожими технологическими процессами.

Результаты исследования распределения частиц по размерам в выбросах на производственных площадках предприятия представлены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение мелкодисперсных частиц по размерам в выбросах

Доля частиц меньше указанного размера, %	Размер, мкм					
	Производственная площадка № 1			Производственная площадка № 2		
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 1	Точка 2	Точка 3
10,00	2,02	1,51	1,26	2,15	1,22	1,45
20,00	3,22	2,467	1,89	3,65	2,10	2,38
30,00	4,53	3,64	2,50	4,96	3,02	3,37
40,00	5,91	5,07	3,27	6,19	4,16	4,44
50,00	7,51	6,89	4,24	7,68	5,53	5,55
60,00	9,61	9,88	5,41	10,08	7,40	6,87
70,00	12,94	17,11	6,91	14,55	10,55	8,75
80,00	19,25	39,96	9,73	22,77	18,84	12,42
90,00	33,38	65,84	17,45	37,36	65,48	22,53
95,00	48,20	84,62	26,27	45,71	268,8	35,25

На рис. 1 и 2 представлены диаграммы распределения частиц в выбросах на первой и второй производственной площадках.

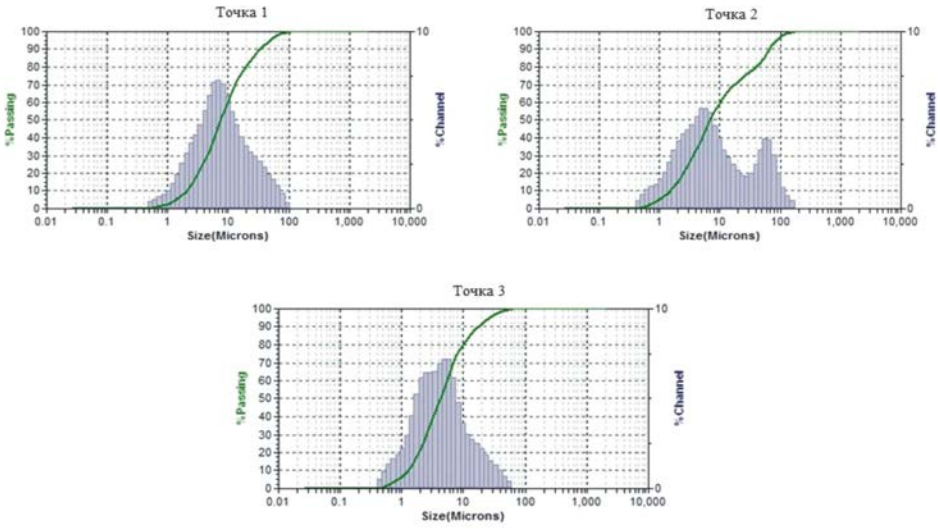


Рис. 1. Распределение частиц по размерам на точках отбора первой производственной площадки. На оси абсцисс показан размер частиц в микрометрах, на оси ординат – процентное распределение

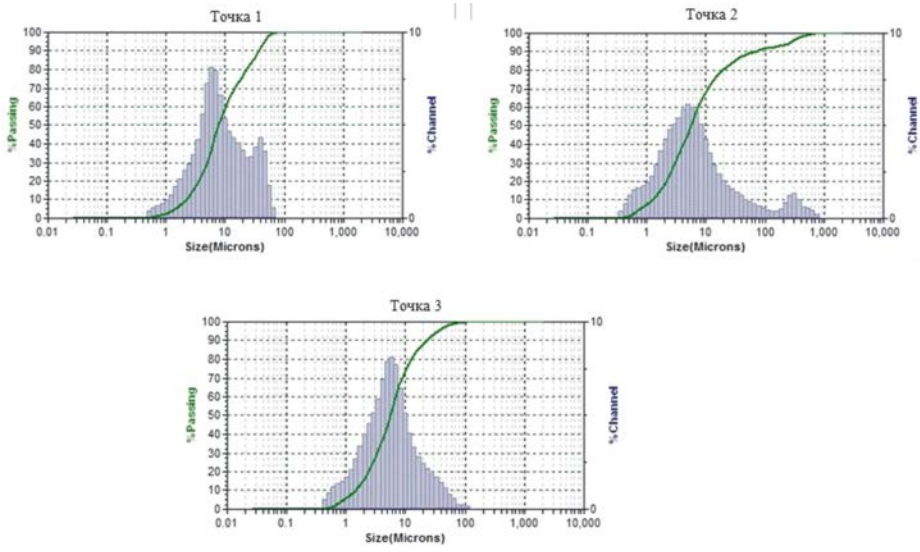


Рис. 2. Распределение частиц по размерам на точках отбора второй производственной площадки. На оси абсцисс показан размер частиц в микрометрах, на оси ординат – процентное распределение

При обследовании распределения частиц пыли по размерам было установлено, что максимальный размер частиц на первой точке первой производственной площадки составляет около 104,6 мкм, средний размер частиц 7,5 мкм. По отношению к объему всех частиц преобладают фракции 7,5 мкм. На первой точке второй производственной площадки максимальный размер частиц составляет около 73,99 мкм, средний размер частиц 7,7 мкм. По отношению к объему всех частиц, преобладают фракции 36,9 и 6,15 мкм.

На второй точке первой производственной площадки максимальный размер частиц составляет около 176,0 мкм, на второй площадке около 837,1 мкм, средний размер частиц на первой площадке 6, 9 мкм, на второй 5,5 мкм соответственно. По отношению к объему всех частиц на первой площадке преобладают фракции 56,9 и 4,56 мкм, а на второй – фракции 291,5 и 4, 9 мкм.

На третьей точке первой промплощадке максимальный размер частиц составляет около 62,2 мкм, на второй промплощадке около 124,4 мкм. Средний размер частиц 4,2 мкм на первой и 5,5 мкм на второй промплощадке соответственно. По отношению к объему всех частиц на первой площадке преобладает фракция 4,2 мкм, на второй – фракция 5,5 мкм.

Результаты исследования по определению процента мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10} в выбросах на первой и второй производственных площадках предприятия представлены в табл. 2.

Таблица 2

Процент мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10} в выбросах производственных площадок № 1 и № 2

Размер частиц, мкм	Доля частиц, %					
	производственная площадка № 1			производственная площадка № 2		
	точка 1	точка 2	точка 3	точка 1	точка 2	точка 3
2,5	14,12	20,33	29,99	12,38	24,56	21,28
10,0	61,46	60,27	80,58	59,74	68,69	74,41

Как показало исследование, мелкодисперсные частицы составляют значительную долю всех частиц: 2,5 мкм от 14,1 до 29,9 %, 10 мкм от 60,3 до 80,58 % по результатам исследования на первой промышленной площадке. Средняя доля частиц размером 2,5 мкм на всех отобранных точках первой производственной площадке 21,5 %; средняя доля частиц размером 10 мкм – 67,4 %. Размер частиц менее 2 мкм составил менее 1,5 %.

На второй производственной площадке в исследуемых точках мелкодисперсные частицы размером 2,5 мкм ($PM_{2.5}$) составляют от 12,4 до 21,3 % от всех частиц, размером 10 мкм (PM_{10}) – от 59,7 до 74,4 %. Средняя доля частиц размером 2,5 мкм на всех отобранных точках второй производственной площадке 19,4 %; средняя доля частиц размером 10 мкм – 67,6 %.

При наличии выбросов вредных загрязняющих веществ предприятиям необходимо контролировать их концентрацию в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны с обеспечением уровня гигиенических нормативов (ПДК). Размер ориентировочной санитарно-защитной зоны для горнорудных предприятий составляет 500 м.

При исследовании по изучению распределения по размерам и процентному содержанию мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе на границах санитарно-защитных зон двух промышленных площадок установлено, что средние размеры на первой и второй площадках за все дни отбора сопоставимы (табл. 3).

Таблица 3

Распределение мелкодисперсных частиц по размерам в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны производственных площадок № 1 и № 2

Доля частиц меньше указанного размера, %	Размер, мкм					
	граница СЗЗ производственной площадки № 1			граница СЗЗ производственной площадки № 2		
	день 1	день 2	день 3	день 1	день 2	день 3
10,00	2,04	1,88	2,15	1,95	1,81	2,16
20,00	3,45	3,27	3,65	3,36	3,12	3,73
30,00	4,54	4,36	4,96	4,46	4,27	4,97
40,00	5,48	5,26	6,19	5,40	5,23	6,11
50,00	6,47	6,18	7,68	6,39	6,18	7,50
60,00	7,70	7,37	10,08	7,62	7,27	9,90
70,00	9,52	9,56	14,55	9,55	8,80	16,73
80,00	13,02	16,13	22,77	13,73	11,66	43,52
90,00	22,43	100,90	37,36	26,80	20,08	295,00
95,00	39,83	130,90	45,71	48,88	35,79	373,9

Максимальный размер частиц на границе санитарно-защитной зоны первой производственной площадки за время исследования составил около 248,9 мкм, а второй – 995,5 мкм; средний размер частиц – 6,3 мкм на границах санитарно-защитных зон первой и второй производственных площадок.

Доля мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны первой и второй производственной площадки по результатам исследования составила 13,8 и 13,7 %, а мелкодисперсных частиц PM_{10} – 72 и 69 % соответственно.

Таким образом, на границе санитарно-защитной зоны мелкодисперсные частицы составляют значительную долю всех частиц: 2,5 мкм в среднем до 13,8 %, 10 мкм – до 72 %.

Параллельно проводились прямые измерения мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе на границах санитарно-защитной зоны каждой промышленной площадки с помощью анализатора пыли DustTrak 8533. В табл. 4 представлены результаты среднесуточных концентраций следующих фракций мелкодисперсных частиц: PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4, PM_{10} (табл. 4).

Результаты выполненных исследований по содержанию мелкодисперсных частиц показали, что концентрация на первой площадке выше, чем на второй, данные распределения объясняются удаленностью границы санитарно-защитной зоны от производственной площадки: в первом случае 50 м, во втором – 310 м.

Оценка процентного содержания в распределении по размерам мелкодисперсных фракций в выбросах предприятия горнорудной промышленности позволи-

ла установить, соответствует ли данное распределение по выбросам нормативным требованиям по содержанию $PM_{2.5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны предприятия. В Российской Федерации в атмосферном воздухе нормируется содержание фракций мелкодисперсных частиц размерами 2,5 и 10 мкм – $PM_{2.5}$ и PM_{10} [3]. Среднесуточная концентрация $PM_{2.5}$ составляет 0,035 мг/м^3, PM_{10} – 0,06 мг/м^3.

Таблица 4

Среднесуточные концентрации фракций мелкодисперсных частиц PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4, PM_{10} на границе СЗЗ площадок № 1 и № 2

№ площадки	Среднесуточные концентрации мелкодисперсных частиц, мг/м^3			
	PM_1	$PM_{2.5}$	PM_4	PM_{10}
1	0,009	0,009	0,010	0,015
2	0,007	0,007	0,008	0,012

На рис. 3 показано, что в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны предприятия превышений ПДК по мелкодисперсным частицам $PM_{2.5}$ и PM_{10} не зафиксировано.

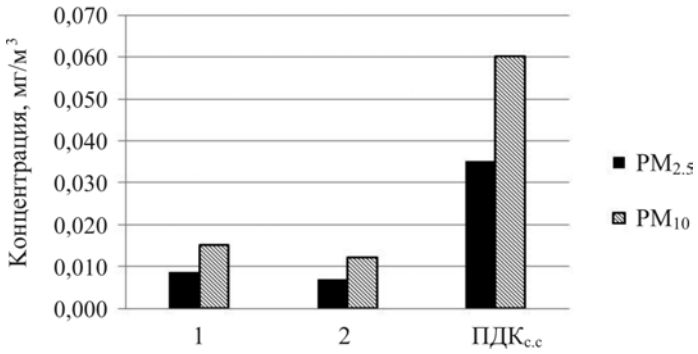


Рис. 3. Концентрации мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10}:
1 – атмосферный воздух на границе СЗЗ производственной площадки № 1;
2 – атмосферный воздух на границе СЗЗ производственной площадки № 2;
ПДК – предельно допустимая среднесуточная концентрация
в атмосферном воздухе, мг/м^3

Выводы:

1. Доли мелкодисперсных частиц нормируемых фракций в выбросах горнорудного предприятия и на границе санитарно-защитной зоны составляют значительную часть всех взвешенных частиц.

2. Процентное распределение мелкодисперсных фракций $PM_{2.5}$ и PM_{10} в выбросах предприятия горнорудной промышленности и в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны предприятия сопоставимо.

3. Средний размер частиц, обнаруженных в выбросах предприятия и на границе санитарно-защитных зон, меньше 10 мкм, в процентном соотношении преобладают частицы PM_{10} и меньше.

4. Превышений содержания мелкодисперсных фракций $PM_{2.5}$ и PM_{10} относительно гигиенических нормативов не обнаружено. Вместе с тем данная пыль представляет повышенную опасность для здоровья и требует организации постоянного контроля за содержанием мелкодисперсных фракций $PM_{2.5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны и в зоне экспозиции предприятия.

5. В процессе исследований мелкодисперсных фракций в атмосферном воздухе на границах санитарно-защитных зон, помимо частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10}, обнаружены также частицы размером PM_1 диапазоне концентраций 0,007–0,009 мг/м^3 и PM_4 в диапазоне концентраций 0,008–0,010 мг/м^3.

6. Согласно Перечню загрязняющих веществ № 1316-р от 08.07.2015 г. необходимо контролировать фракции мелкодисперсных частиц в выбросах предприятий.

7. Ввиду отсутствия методики определения мелкодисперсных частиц в выбросах рекомендуется разработка методик по количественному определению массовой концентрации и процентному содержанию фракций мелкодисперсных частиц.

Список литературы

1. Воздействие дисперсного вещества на здоровье человека // Записка Всемирной организации здравоохранения. – Совместная целевая группа по аспектам воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека. – Женева, 2012. – 23 с.

2. Голохваст К.С., Кику П.Ф., Христофорова Н.К. Атмосферные взвеси и экология человека (обзор литературы) // Экология человека. – 2012. – № 10. – С. 5–10.

3. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений (с изменениями на 31 мая 2018 года). – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2019. – 55 с.

4. Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды (с изменениями на 10 мая 2019 года): Распоряжение Правительства РФ от 08.07.2025 № 1316-р [Электронный ресурс]. – КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182546/ (дата обращения: 03.03.2020).

5. Положение о нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него / утв. Постановлением Правительства РФ от 02.03.2000 № 183 (в ред. от 14.07.2017 г.) [Электронный ресурс]. – КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_26377/ (дата обращения: 03.03.2020).

6. Kan H., London S.J., Chen G. Differentiating the effects of fine and coarse particles on daily mortality in Shanghai, China // Environment International. – 2007. – Vol. 33, № 3. – P. 376–384. DOI: 10.1016/j.envint.2006.12.001

Создание и внедрение информационной системы «Интерактивная карта контроля качества питьевой воды в Российской Федерации»

И.В. Драй, Ф.Н. Шайдуллин, И.А. Воецкий, С.А. Зимарева, М.А. Косьянов, Н.В. Степанова

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург» Роспотребнадзора,
г. Санкт-Петербург, Россия

Изложены основные цели создания и алгоритмы внедрения информационной системы «Интерактивная карта контроля качества питьевой воды в Российской Федерации». Описаны механизмы формирования и тестовой эксплуатации единой базы данных контроля качества, обеспеченности населения питьевой водой, унифицированной системы информирования населения и специалистов органов и организаций Роспотребнадзора и других ведомств о качестве питьевой воды, подаваемой населению на примере г. Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: геоинформационная система, интерактивная карта, питьевая вода, ГИС, чистая вода, ИС ИКК.

Объектом исследования является информационная система «Интерактивная карта контроля качества питьевой воды в Российской Федерации» (далее – ИС ИКК). Создание ИС ИКК осуществляется в рамках государственного задания ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург».

Основанием для создания информационной системы «Интерактивная карта контроля качества питьевой воды в Российской Федерации» (далее – ИС ИКК) является п. 4.9 паспорта федерального проекта «Чистая вода» национального проекта «Экология». В статье изложены основные цели, задачи создания и внедрения ИС ИКК, принципы работы и краткие результаты тестовой эксплуатации.

Целью разработки ИС ИКК является реализация задач федерального проекта «Чистая вода». Право граждан на благоприятную окружающую среду, достижение целевых показателей по обеспеченности населения качественной питьевой водой, открытость и доступность информации о предоставляемых услугах в части обеспечения населения водой, отвечающей действующим нормативным требованиям, необходимость обоснования мероприятий по повышению качества питьевой воды, необходимость определения приоритетных направлений для планирования и проведения указанных мероприятий, отображения и оценки их эффективности, все это заложено в системе и позволит реализовать поставленные цели и задачи [1–6].

Такие факторы, как вступление в силу новых нормативных документов, повышающих требования к качеству питьевой воды, изменение правил эксплуатации систем коммунального водоснабжения и канализации, а также пересмотр представлений о необходимости оценки качества питьевой воды с возможностью установления количественных и / или качественных характеристик вредных эффектов для здоровья населения, обусловленных воздействием факторов среды обитания, ис-

пользования методологии оценки риска здоровью, явились предпосылками для создания данной геоинформационной системы.

Материалы и методы. Качество питьевой воды, как правило, обусловлено локальными явлениями, которые возможно контролировать на уровне водоисточников, в процессе водоподготовки и в распределительной сети.

Механизм отображения и анализа данных о качестве питьевой воды на основе геоинформационных систем является эффективным инструментом информирования как рядовых потребителей, так и специалистов органов и организаций Роспотребнадзора и других ведомств.

В информационной системе предусмотрены механизмы учета показателей обеспеченности населения качественной питьевой водой, отображение контролируемых показателей и результатов лабораторных исследований, учет мероприятий по повышению качества воды, возможность подачи обращения, реализация аналитического блока и других модулей.

Результаты. Основой для создания ИС ИКК явились данные показателей качества питьевой воды системы социально-гигиенического мониторинга Санкт-Петербурга. Выполненные мероприятия по реализации ИС ИКК на территории г. Санкт-Петербурга позволили создать массив данных о качестве питьевой воды, доступный для граждан и специалистов Роспотребнадзора.

В развитие системы на 2020 г. в среду ИС ИКК подключаются 18 пилотных территорий.

ИС ИКК предназначена для информирования населения о качестве подаваемой питьевой воды системами централизованного водоснабжения, а также информационной, программной и технологической поддержки деятельности специалистов органов и учреждений Роспотребнадзора при решении задач по планированию и осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора за состоянием хозяйственно-питьевого водоснабжения, организации и ведению мониторинга обеспечения населения качественной питьевой водой системами централизованного водоснабжения, оценке влияния качества питьевой воды на здоровье населения (рис. 1).

ИС ИКК решает следующие задачи:

1) сбор, хранение и анализ данных о результатах лабораторных исследований качества питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, проводимых в рамках социально-гигиенического мониторинга, контрольно-надзорных мероприятий и производственного лабораторного контроля;

2) информирование населения о качестве подаваемой потребителю воды и ее гигиеническая оценка;

3) аналитическая обработка баз данных, позволяющая формировать сравнительную оценку по территориям и во времени, прогнозировать ситуацию, проводить поиск причинно-следственных связей в области «питьевая вода – здоровье населения», осуществлять контроль за ходом реализации мероприятий по повышению качества питьевой воды;

4) определение степени риска здоровью населения от качества питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения;

5) формирование управленческих решений на основе результатов анализа и статистической обработки собираемой в системе информации.

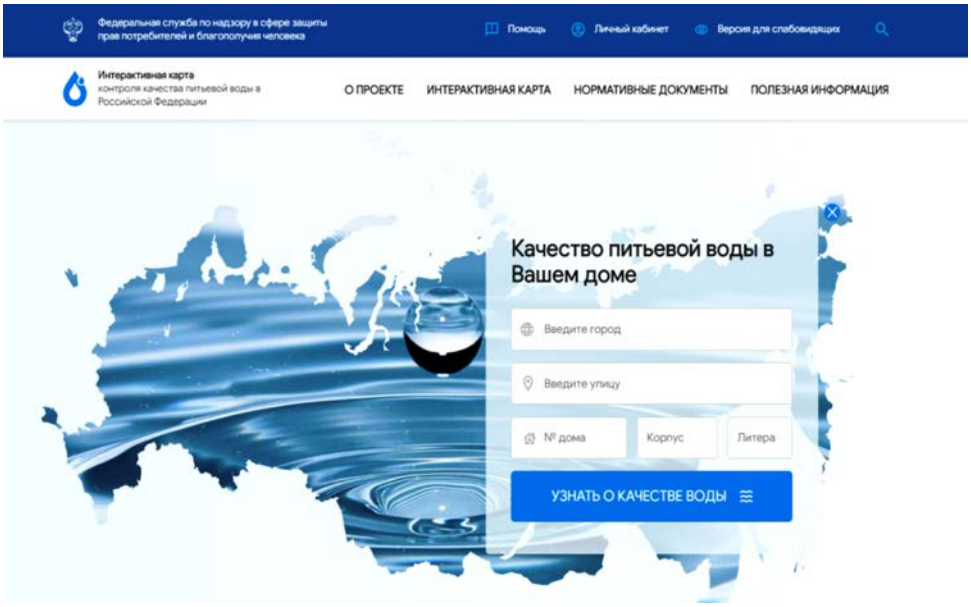


Рис. 1. Главная страница портала ИС ИКК

Информационные слои ИС ИКК: 1) электронная карта, 2) источники питьевого централизованного водоснабжения, 3) качество воды на выходах с водопроводных станций, качество воды в точках распределительной сети, 4) численность населения, заболеваемость населения, 5) мероприятия по повышению качества питьевой воды, 6) зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения (рис. 2).

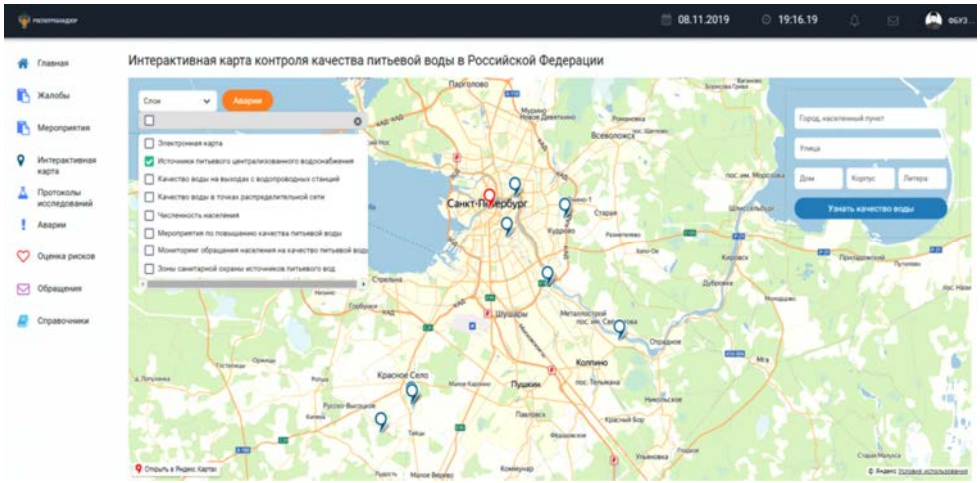


Рис. 2. Электронные слои ИС ИКК

Картографической основой ИС ИКК является электронная карта территории Российской Федерации с административным делением до населенного пункта.

Информационные слои ГИС сформированы с учетом наиболее полного представления данных, характеризующих системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (водоисточник – водопроводные станции – водопроводная сеть – потребитель), точки лабораторного контроля, кратность контроля, численность населения, в том числе обеспеченного централизованным водоснабжением, заболеваемости населения.

Наличие баз данных (показатели здоровья населения, медико-демографические показатели), аналитический модуль статистических расчетов и оценки риска здоровью является основой эффективного использования поступающей информации от водоснабжающих организаций и Роспотребнадзора о качестве питьевой воды для решения поставленных задач, а технология геоинформационной системы позволяет визуализировать запрашиваемую информацию.

Использование ИС ИКК дает возможность населению не только получать информацию о качестве питьевой воды у потребителя, но и формировать запросы в надзорные органы о проблемах с обеспечением качественной питьевой водой, что позволяет организовать общественный контроль за качеством водоснабжения всей страны.

Функционирование ИС ИКК обеспечивается за счет организации информационных потоков, регулируемых основными участниками: управлениями Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации и по железнодорожному транспорту, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в субъектах Российской Федерации и водоснабжающими организациями, проводящими лабораторные исследования в рамках производственного контроля (рис. 3).

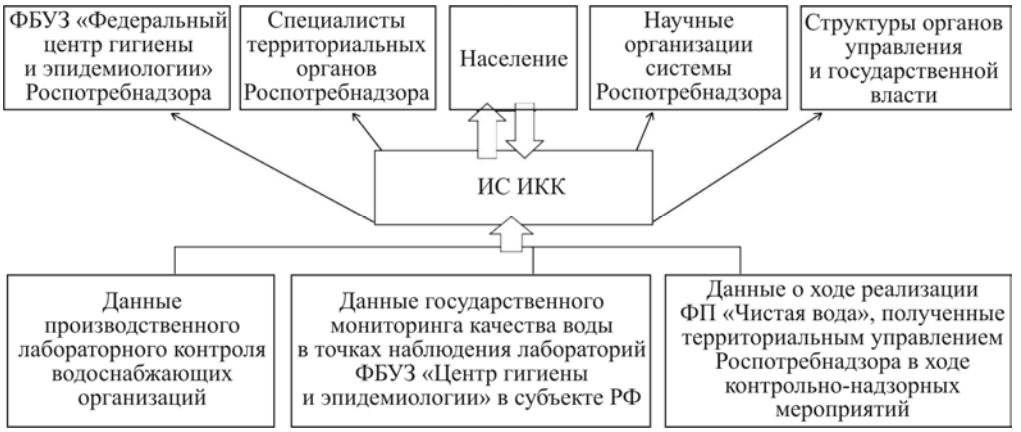


Рис. 3. Схема информационных потоков

Организации-участники ИС ИКК и обмена информацией:

1) управления Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации и по железнодорожному транспорту; 2) федеральные бюджетные учреждения здравоохранения – центры гигиены и эпидемиологии; 4) федеральные бюджетные учреж-

дения науки; 3) водоснабжающие организации; 5) органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Управления Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации и по железнодорожному транспорту осуществляют: а) организацию внесения данных по показателям качества питьевой воды по результатам контрольно-надзорной деятельности и социально-гигиенического мониторинга; б) организацию системы наблюдения и сбора информации о качестве питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения; в) организацию взаимодействия с организациями-участниками ИС ИКК и обмена информацией о состоянии питьевого водоснабжения, качестве питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, подаваемой населению, медико-демографических показателях и показателях здоровья населения; г) формирование отчетов о качестве питьевой воды, доле населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и др., для собственных нужд и передачи заинтересованным организациям; д) определение неотложных и долгосрочных мероприятий по предупреждению и устранению воздействия питьевой воды на здоровье населения, разработку предложений для принятия управленческих решений, направленных на охрану здоровья населения и среды обитания человека.

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в субъекте РФ:

а) обеспечивают заполнение справочников по субъекту (точки контроля, водопроводы, численность населения, показатели заболеваемости, используемые методы определения, и др. Полный перечень справочников доступен зарегистрированным пользователям в разделе «Справочники» ИС ИКК);

б) выполняют сбор и внесение данных в соответствующие модули ИС о качестве питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, медико-демографических показателях и показателях здоровья населения (в том числе ретроспективной информации за последние 3 года);

в) проводят верификацию данных и заполнение информационных слоев в запрашиваемых картой шаблонах;

г) проводят анализ качества питьевой воды и состояния здоровья населения с определением причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и факторами среды обитания человека, в том числе с использованием прогнозирования динамики наблюдаемых явлений, методики оценки риска;

д) устанавливают причины и выявляют условия возникновения и распространения инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений);

е) готовят аналитические материалы о состоянии питьевого водоснабжения и здоровья населения для представления в Управления Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации;

ж) формируют отчеты о качестве питьевой воды, доле населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Организации, осуществляющие водоснабжение:

а) формируют паспорта источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, водопровода, точек перед подачей и в распределительной сети;

б) выполняют сбор данных производственного контроля качества питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и сведений о мероприятиях по повышению качества воды;

в) вносят информацию о прекращении или ограничении водоснабжения (плановые и внеплановые ремонтные работы, ликвидация аварий);

г) вносят информацию о запланированных мероприятиях, направленных на повышение качества питьевой воды и их выполнению;

д) проходят регистрацию в ИС ИКК в установленном порядке (получение прав доступа администратора).

Федеральные бюджетные учреждения науки и органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации проходят регистрацию в ИС ИКК в установленном порядке для доступа к расширенному режиму предоставления информации (получение прав доступа администратора).

Для функционирования ИС ИКК предусмотрен определенный набор передаваемой информации (табл. 1).

Таблица 1

Перечень передаваемой информации для внесения в ИС ИКК

Организация – источник информации для внесения в ИС ИКК	Тип передаваемой информации	Периодичность
Управления Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации и по железнодорожному транспорту	Данные о показателях качества воды в распределительной сети, получаемые в рамках социально-гигиенического мониторинга	В соответствии с установленными сроками
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в субъекте РФ	Данные о показателях качества воды в источниках водоснабжения, получаемые из электронных баз данных СГМ	Ежемесячно до 5 числа месяца, следующего за отчетным
	Географические координаты точек отбора, получаемые из шаблонов ФИФ «Среда обитания» (раздел «Питьевая вода систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения»)	Ежегодно
Водоснабжающие организации	Данные о показателях качества воды в источниках водоснабжения, по результатам производственного контроля	Ежемесячно до 5 числа месяца, следующего за отчетным
	Информация по зонам водоснабжения	Разово, а далее по мере обновления
	Информацию по аварийным ситуациям на водопроводных станциях и сетях	В режиме онлайн (отображается в виде атрибутивной информации с привязкой к объектам адресной системы)
	Сведения о реализации региональных программ повышения качества питьевой воды, предусматривающих мероприятия по строительству и реконструкции (модернизации) сетей и объектов водоснабжения и водоподготовки (количество запланированных, количество выполненных мероприятий, финансирование и другая информация), а также сетей и объектов водоотведения	По мере актуализации

Окончание табл. 1

Организация – источник информации для внесения в ИС ИКК	Тип передаваемой информации	Периодичность
Организации здравоохранения (комитеты, министерства субъектов РФ, фонды ОМС)	Заболеваемость населения (болезни системы кровообращения, эндокринной, костно-мышечной, пищеварительной и мочеполовой систем. Инфекционные и паразитарные болезни, имеющие этиологическую связь с водным фактором (рассчитанный на 100 тысяч и на 1000 человек)) по данным Ф № 12	Ежемесячно
Федеральная служба государственной статистики	Данные по численности населения в субъекте РФ (в том числе по возрастной разбивке)	Ежегодно
Росреестр	Информация о границах зон санитарной охраны и санитарно-защитных полос водоводов в координатах по данным Росреестра и РПН	Ежегодно

Доступ к ИС ИКК предусмотрен для следующих категорий пользователей: специалисты органов и учреждений Роспотребнадзора; специалисты водоснабжающих организаций; федеральные бюджетные учреждения науки и представители администраций субъектов Российской Федерации; физические лица; администратор ИС ИКК (технический специалист).

Функционирование ИС ИКК предполагается в двух вариантах: стандартный (для физических лиц); расширенный (для остальных категорий пользователей).

Стандартный доступ предусмотрен для информирования населения о качестве и безопасности питьевой воды, содержит ограниченный перечень информации: перечень контролируемых показателей в источниках, на выходах водопроводных станций и распределительной сети питьевого водоснабжения; результаты исследований качества питьевой воды в точке контроля, ближайшей к интересующему адресу, и другую информацию (рис. 4).

Расширенный доступ предусмотрен для следующих категорий пользователей: специалисты органов и учреждений Роспотребнадзора; специалисты водоснабжающих организаций; федеральные бюджетные учреждения науки и представители администраций субъектов Российской Федерации; администратор ИС ИКК (технический специалист) (рис. 5).

Данный режим позволяет визуализировать весь объем данных, который содержит ИС ИКК. Переход в расширенный режим осуществляется из стандартного режима путем авторизации через ЕСИА. В общем случае информация по субъекту (административной единице территориального деления) доступна только авторизованному пользователю, относящемуся к данному субъекту (административной единице территориального деления), в соответствии с правами, назначенными администратором. Специалистам центрального аппарата Роспотребнадзора и специалистам ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» доступна информация по всем субъектам.

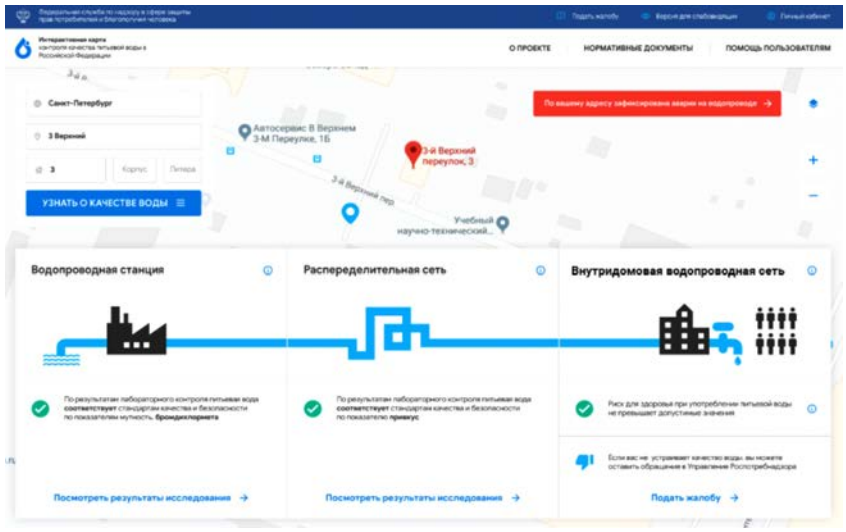


Рис. 4. Интерфейс окна для физических лиц

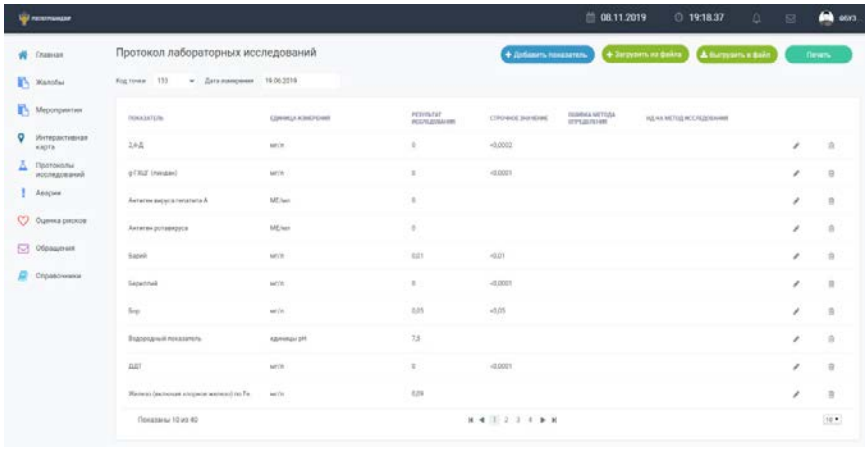


Рис. 5. Интерфейс окна для специалистов

В зависимости от категории пользователя расширенного режима, доступна различная информация:

– специалисты органов и учреждений Роспотребнадзора: перечень данных, доступных для пользователей стандартного режима, результаты производственного контроля водоснабжающих организаций, результаты социально-гигиенического мониторинга (СГМ) и контрольно-надзорных мероприятий (КНМ), численность и заболеваемость населения, мероприятия по повышению качества питьевой воды, обращения населения, связанные с качеством питьевой воды, зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения;

– специалисты водоснабжающих организаций: перечень данных, доступных для пользователей стандартного режима, а также результаты производственного контроля на своих объектах;

– федеральные бюджетные учреждения науки и представители администрации субъектов Российской Федерации: перечень данных, доступных для пользователей стандартного режима, результаты производственного контроля на водоснабжающих организациях подведомственной территории, результаты СГМ и КНМ, мероприятия по повышению качества питьевой воды, обращения населения на качество питьевой воды, зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения;

– администратор ИС ИКК (технический специалист): полный объем данных и весь программно-аналитический набор инструментов, в том числе организация доступа специалистов к ИС ИКК.

По результатам эксплуатации ИС ИКК на территории г. Санкт-Петербурга получены следующие результаты по возможностям системы.

Протестирована функция представления по запросу пользователя (потребителя) информации о качестве воды централизованной системы водоснабжения в выбранной точке (адресу) по результатам проведенных исследований в распределительной сети, на выходе с водопроводной станции, оценке соответствия гигиеническим нормативам и результатам оценки риска здоровью населения. Цветовая визуализация данной информации позволяет акцентировать внимание на проблемные зоны водопроводной сети, качестве водоподготовки воды на станциях, дает возможность потребителю использовать карту для активных запросов, обращений в отношении качества подаваемой воды.

Опробована возможность представления по запросу специалиста информации о качестве водопроводной воды на различных территориях, в разных условиях водоснабжения населения, по выбранному набору показателей качества воды, на различных выбранных временных этапах, что позволяет проводить сравнительную оценку, делать выводы об особенностях в отношениях отдельных показателей на различных территориях, формировать соответствующие управленческие решения по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, прогнозировать ситуацию.

Заложенный в ИС ИКК набор аналитических инструментов по запросу пользователя позволил на базе ретроспективных данных о качестве воды выполнить оценку риска здоровью населения как от воздействия отдельных показателей, так и от их совокупности с учетом однонаправленного воздействия (суммарный канцерогенный риск, хронический неканцерогенный риск для отдельных органов и систем).

Межведомственные данные, заложенные в ИС ИКК о качестве водопроводной воды, и соответствующий аналитический аппарат позволяют получать информацию об обеспеченности населения качественной питьевой водой в соответствии с МР 2.1.4.0143-19 «Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения» по каждой территории, что является целевым показателем федеральной программы «Чистая вода». Кроме того, заложенный функционал позволяет оценивать деятельность органов государственного управления в этой области в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 17.07.2019 № 915 «Об утверждении мето-

дик расчета показателей для оценки эффективности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации».

Информация, заложенная в ИС ИКК о наличии и ходе реализации комплексных инвестиционных программ мероприятий по улучшению качества воды централизованных систем питьевого водоснабжения, в том числе и по ФП «Чистая вода», дает возможность не только оценивать (контролировать) реализацию федерального проекта, но и оценивать эффективность проводимых мер, анализируя как результат показатели качественности воды и состояния здоровья населения.

В течение 2020 г. планируются следующие направления развития возможностей и функций ИС ИКК:

– с целью обмена данными между системами ЕИАС (информационные слои, справочники, данные исследований качества питьевой воды и т.д.) и Росреестра (топографические слои, информация адресной системы) намечена интеграция с данными ИС;

– развитие аналитической подсистемы ИС ИКК. Данная подсистема предназначена для проведения сравнительного анализа качества питьевой воды по выбранным территориям, расчета динамики изменения качества воды, прогнозирования уровня заболеваемости населения в зависимости от результатов исследования воды на выбранной территории, а также формирования отчетов, требующих применения сложных расчетных методик. Планируется совершенствование и добавление статистического инструментария, расширение гибкости и возможностей подсистемы для нужд специалистов Роспотребнадзора и других организаций;

– для обработки входящих обращений от населения проводится работа по созданию подсистемы, способной передавать обращения в СЭД Роспотребнадзора;

– модернизация картографического портала – улучшение дизайна и функциональности.

ИС ИКК открыта для интеграции с другими информационными системами.

Существующая интеграция: «Яндекс Карты». Получение базовой основы для интерактивной карты. Доступ к сервису осуществляется по ключу через «Яндекс API»; Open Street Maps. Получение базовой основы для интерактивной карты. Доступ к сервису осуществляется по ключу через специальное API; ФИАС: база ФИАС полностью загружена на сервер с возможностью обновления вручную; ЕСИА: подсистема «Безопасность» интегрирована с ЕСИА с целью выдачи прав пользователям на работу с компонентами системы. Используется для авторизации пользователей.

Перспективная интеграция: СЭД РПН – направление обращений граждан; Росреестр. В целях достоверной картографической привязки зон санитарной охраны, зон водоснабжения и других слоев, а также актуализации адресной системы планируется обеспечение взаимодействия с геоинформационной системой Росреестра; ЕИАС. Запланирована интеграция. ИС ИКК готова к интеграции, API разработаны. Интеграция возможна при совпадении структуры данных; «НекстГИС». Предоставление геоинформационной платформы для редактирования пространственных данных.

В рамках реализации ИС ИКК предусмотрен комплекс средств защиты информации от несанкционированного доступа, включающий: средства шифрования пользовательских сессий с использованием сертификатов; средства аутентификации пользователей ИС ИКК с использованием сертификатов безопасности, хранимых на защищенных носителях; средства аутентификации граждан посредством интеграции с Единой системой идентификации и аутентификации (ЕСИА) для доступа в личный кабинет с возможностью формирования обращений на качество воды и другие средства защиты. Размещение ИС ИКК и информации, содержащейся в ней, реализовано с использованием услуг Центра обработки данных.

Список литературы

1. МР 2.1.4.0143–19. Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_325256/ (дата обращения: 03.03.2020).

2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М., 2019. – 254 с.

3. Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по исполнению государственной функции по информированию органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и населения о санитарно-эпидемиологической обстановке и о принимаемых мерах по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения: Приказ Минздравсоцразвития России № 656 от 19.10.2007 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_72475/ (дата обращения: 03.03.2020).

4. Паспорт федерального проекта «Чистая вода» (приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту «Экология» от 21.12.2018 № 3) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_333238/ (дата обращения: 03.03.2020).

5. Разумная вода: интегрированное управление водными ресурсами на базе смарт-технологий и моделей для умных городов / В.П. Куприяновский, А.С. Щичко, Д.Е. Намиот [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4, № 4. – С. 20–28.

6. Water Quality Pollutants and Health Risk assessment for Four Different Drinking Water Source / M. Tian, W. Li, M. Ruan [et al.]. – China, Key Laboratory of Food Nutrition and Safety of Ministry of Education Tianjin University of Science and Technology, 2016. – 27 p.

К проблеме гигиенической оценки загрязнения источников питьевого водоснабжения фармполлютантами

Ю.А. Новикова, О.Л. Маркова

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
г. Санкт-Петербург, Россия

Перечень экологических проблем пополнился еще одной – поступление лекарственных препаратов в окружающую среду. Это связано с развитием фармацевтической промышленности, увеличением использования лекарственных средств человеком, развитием технологий в животноводстве, птицеводстве.

Исследована систематизация данных о влиянии фармполлютантов на состояние поверхностных вод и разработаны предложения по совершенствованию нормативно-правовой базы для предотвращения загрязнения среды обитания.

Согласно данным Геологической службы США, 80 % поверхностных вод и около 25 % грунтовых вод страны загрязнены лекарственными препаратами таких терапевтических классов, как анальгетики, бета-блокаторы, селективные ингибиторы обратного захвата (SSRI), фибраты, противоэпилептические средства и стероиды. С гигиенической точки зрения антибиотики, препараты с цитотоксическим и гормономодулирующим действием являются наиболее неблагоприятными для экосистемы. В последние годы в странах Европы был составлен список так называемых «химических веществ, вызывающих беспокойство». В воде природных водоемов было обнаружено почти 180 наименований лекарственных препаратов и их метаболитов.

Российский фармацевтический рынок является одним из наиболее динамичных в мире: в России было начато производство более 40 новых препаратов отечественного производства для лечения онкологических, инфекционных, сердечно-сосудистых заболеваний, гемофилии.

Для минимизации риска здоровью населения от присутствия лекарственных средств в объектах окружающей среды, и в качестве приоритетного объекта – питьевой воды, и с целью разработки рекомендаций можно выделить два основных направления по предотвращению и / или уменьшению попадания лекарственных средств в водную среду:

I. Совершенствование нормативно-правовой и методической базы фармацевтических предприятий, учреждений, осуществляющих медицинскую и фармацевтическую деятельность.

II. Предложения для снижения нерегулируемого загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: лекарственные препараты, загрязнение окружающей среды, фармполлютанты, поверхностные водоемы, питьевая вода, нормативно правовая база.

На основе результатов исследований объектов окружающей среды, полученных в научных центрах Российской Федерации, стран Европы и США, установлен самостоятельный класс веществ антропогенного происхождения, загрязняющих среду обитания – фармполлютанты – высокостабильные соединения с разнообразной химической структурой, различного спектра действия и выраженной биологической активностью [6, 10]. Европейское агентство по окружающей среде (EEA) обозначило влияние активных фармацевтических субстанций на окружающую среду как новую экологическую проблему [8]. Они были обнаружены в водных объектах, питьевых и сточных водах, почве, растениях, тканях животных.

Стоит отметить, что наибольшее влияние фармполлютантов испытывают на себе водные объекты. Согласно данным Геологической службы США, 80 % поверхностных вод и около 25 % грунтовых вод в США загрязнены лекарственными средствами различных терапевтических классов: анальгетики, бета-блокаторы, селективные ингибиторы обратного захвата, фибраты, противоэпилептические средства и стероиды. При анализе природных водных образцов, полученных в 22 странах мира, найдено 178 наименований лекарственных препаратов и их метаболитов [3, 14].

Хорошая растворимость в воде большинства лекарственных препаратов значительно затрудняет очистку сточных вод от данных соединений. Кроме того, они плохо разлагаются, проходят через очистные сооружения транзитом, поступая затем в водоемы, водотоки и грунтовые воды [4].

За последние годы по результатам исследований был составлен список так называемых «химических веществ, вызывающих беспокойство» (CEC). В пробах воды из Великих озер (США) определялись 42 вещества из списка CEC, в том числе гербицид клофибриновая кислота, противоэпилептический препарат карбамазепин, антибиотики эритромицин и ципрофлоксацин, антибактериальный триметоприм и противовоспалительный диклофенак [5].

Значительные концентрации лекарства для понижения содержания холестерина в крови, часто используемого в Европе, были обнаружены не только в грунтовых водах как в крупных промышленных городах Германии, но и в альпийских реках и озерах Швейцарии, где отсутствует промышленное производство [12].

В грунтовых водах Германии были обнаружены более 30 наиболее распространенных в странах Европы лекарственных препаратов в опасных для здоровья человека концентрациях, в том числе снотворные, сердечно-сосудистые, противозачаточные и противоэпилептические препараты, антибиотики и даже контрастные вещества, используемые при рентгенодиагностике [12].

На очистных сооружениях Гетеборга было обнаружено более 20 лекарственных веществ, принадлежащих к различным терапевтическим классам. Шесть фармацевтических средств, присутствующих в сточных водах: карбамазепин, диклофенак, клофибриновая кислота, офлоксацин, сульфаметоксазол и пропранолол – устойчивы к абиотическим фотодеградациям. В особо большой концентрации (7 мг/л) был обнаружен ибупрофен, который является противовоспалительным и болеутоляющим средством и широко применяется в медицине.

В питьевой воде Берлина и близлежащих населенных пунктов было зарегистрировано наличие антибиотиков, психотропных и противозачаточных медицинских препаратов. В ходе исследований установлена корреляционная связь между наличием эстрогенов в питьевой воде и снижением сексуального влечения у мужчин, а также повышением заболеваний раком яичек. В результате анализа качества питьевой воды в 53 из 74 исследованных водопроводов США обнаруживались 1–2 лекарственных вещества [12].

В последнее десятилетие лекарственные средства и их метаболиты детектируются в объектах окружающей среды во многих странах мира [7, 13]. Во многих экосистемах земного шара, даже в таких далеких местностях, как Арктика, было выявлено более 150 медицинских и ветеринарных фармацевтических препаратов, в основном таких групп препаратов, как антибиотики, половые гормоны, нестероидные противовоспалительные средства, а также антиэпилептические и антидепрессантные средства [8].

Целью исследования явились анализ и систематизация данных о влиянии фармполлютантов на состояние поверхностных источников питьевого водоснабжения и разработка предложений по совершенствованию нормативно-правовой и методической базы для минимизации влияния лекарственных средств на здоровье населения.

Надо отметить, что при разработке лекарственных средств и введении их в медицинскую практику тщательно исследуются их возможные побочные эффекты на здоровье человека, но их воздействие на объекты окружающей среды в качестве потенциальных загрязнителей практически не анализировалось.

Кроме того, недостаточно изучено влияние на экосистемы остаточных количеств лекарственных средств и образующихся метаболитов.

Особую опасность для живой природы (в том числе людей) представляет содержание в объектах окружающей среды антибиотиков, эндокринных препаратов, антидепрессантов, антипаразитических и противораковых медикаментов. Данные соединения по трофическим цепям и при употреблении загрязненной воды могут попадать в организм человека, оказывая негативное влияние [12].

В качестве наиболее возможных крупных источников загрязнения лекарственными средствами окружающей среды можно выделить: фармацевтические предприятия и научно-исследовательские центры; аптечные организации; лечебно-профилактические организации; население; животноводческие предприятия, птицефабрики. Интенсивное производство и применение лекарственных средств приводит к их постоянному и несанкционированному попаданию в окружающую среду и в первую очередь в водные объекты.

Значительными по объемам каналами поступления лекарственных средств в окружающую среду являются канализационные сети населенных пунктов. Ежегодно в организациях Германии, оказывающих медицинскую помощь населению, утилизируется около 16 тыс. т лекарственных препаратов, из которых 60–80 % обычно удаляется с обычным бытовым мусором или через общегородскую систему хозяйственно-бытовой канализации [9].

Загрязненные лекарственными средствами стоки формируются по двум типам: при лечении больных в условиях стационара и при лечении заболеваний негоспитализированных больных, которые принимают лекарственные средства в определенный период времени.

Основная доля препаратов, поступающих в сточные воды, приходится на больницы. Сточные воды лечебно-профилактических организаций имеют в 15 раз более высокий потенциал экотоксичности, чем хозяйственно-фекальные сточные воды от жилых и общественных зданий, что может быть объяснено «эффектом суммации» – влиянием загрязнителей мультикомпонентой смеси друг на друга [17].

В лекарственное загрязнение окружающей среды вносит вклад и человек: при выводе из организма части лекарств и их метаболитов, выбрасывании просроченных лекарств, использованных шприцов, ампул и т.д.

В животноводстве и птицеводстве объемы использования лекарственных препаратов значительны. Например, в России для животноводства ежегодно используется около 3,5 тыс. т антибиотиков.

Для прогнозирования воздействия поступающих лекарственных средств в окружающую среду в европейских странах (Австрия, Финляндия, Норвегия, Польша) разработаны и применяются математические модели расчета содержания

загрязнителей в водах, которые включают в себя данные по потреблению лекарственных средств; метаболизму и выведению их производных из организма человека; химическим и физическим свойствам фармацевтических соединений, а также имеющие информацию о конструкции и рабочих характеристиках процесса очистки сточных вод. Большинство полученных расчетных концентраций лекарственных средств подтверждалось измеренными данными [11, 15–17].

Наличие лекарственного загрязнения в сточных и поверхностных водах и вытекающих из этого рисков для здоровья человека привело к необходимости разработки и утверждения специальных законодательных актов и нормативных документов.

Однако до настоящего времени вопросы, связанные с присутствием остаточных количеств лекарственных средств в природных водах, недостаточно регулируются во всем мире.

В России утверждены предельно допустимые концентрации лекарственных средств в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе, разработан ограниченный перечень предельно допустимых концентраций лекарственных препаратов как для питьевой воды, так и для воды водоемов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения.

В США, несмотря на отсутствие прямых наблюдений действия лекарственных загрязнений питьевой воды на человека, на основе общих научных представлений и результатов некоторых исследований на животных были разработаны нормы максимально допустимого остаточного уровня (MRL) для ряда лекарств в питьевой воде. Численные значения этих нормативов лежат в пределах нг/л: например, для мепробамата – 0,25 нг/л; карбамазепина – 0,5 нг/л; сульфаметоксазола – 0,25 нг/л; тестостерона – 0,5 нг/л; эстрадиола – 0,5 нг/л.

В статье 16 рамочной директивы ЕС по воде (2000/60/ЕС) определена стратегия борьбы с химическим загрязнением вод, которая положила начало формированию систематических мер по борьбе с загрязнением лекарственными средствами. В 2004 г. была утверждена директива 2004/27/ЕС, вносящая изменения в основную директиву Европейского союза по лекарственным средствам, которая впервые ввела требования по оценке воздействия лекарств на окружающую среду. Принятая Европейским парламентом резолюция по эндокринным дисрапторам установила приоритет предупредительных мер в борьбе с подобными загрязнениями.

В 2006 г. Европейским агентством по лекарствам (EMA) утверждено руководство по оценке риска, который несут лекарственные препараты для окружающей среды. Документ обязывает фармацевтические фирмы при регистрации нового лекарственного средства предоставить в регистрирующий орган расчетные данные о возможной концентрации лекарственного средства в природной воде. Если расчетная величина меньше 0,01 мкг/л, то от производителя не требуется дополнительных действий. Если концентрация равна или превышает 0,01 мкг/л, заявитель должен провести дополнительные исследования и предоставить EMEA данные об экологической безопасности. Эти данные могут включать методы инактивации, результаты исследований по биодеградации, расчет NOAEL (LOAEL), сведения о способности вещества проникать в грунтовые воды.

Агентством по охране окружающей среды США – US EPA были разработаны нормативы допустимого уровня (табл. 1).

Таблица 1

Значение максимального допустимого остаточного уровня (MRL) для некоторых лекарств (фрагмент полного перечня)

Название	MRL, нг/л	Название	MRL, нг/л
Мепробамат	0,25	Аторвастатин	0,25
Фенитоин	1	Диклофенак	0,25
Атенолол	0,25	Эстрон	0,2
Карбамазепин	0,5	Напроксен	0,5
Гемфиброзил	0,25	Норфлуоксетин	0,5
Сульфаметоксазол	0,25	о- р- гидроксиаторвастатин	0,5
Флуоксетин	0,5	Рисперидон	2,5
Диазепам	0,25	Тестостерон	0,5
Прогестерон	0,5	Триметоприм	0,25
Этинилэстрадиол	1	Эстрадиол	0,5

В Швеции разработаны национальные критерии оценки загрязнения вод прибрежных и «переходных»[1] (табл. 2).

Таблица 2

Критерии оценки загрязнителей в прибрежных водах и переходных водах (Швеция)

Наименование лекарственного средства	Среднегодовой допустимый уровень, нг/л
Диклофенак	10,0
17-α-этинилэстрадиол (EE2)	0,007
17-β-эстрадиол (E2)	0,08

В отчете «Исследование экологических рисков лекарственных препаратов» Исполнительным агентством по вопросам здравоохранения и потребителей приведены прогнозируемые безопасные концентрации (табл. 3).

Таблица 3

Прогнозируемые безопасные концентрации в воде водоемов [14]

Класс лекарственного средства	Международное непатентованное наименование (МНН)	PNEC, нг/л
Антибиотики	Амоксициллин	16,0
	Кларитромицин	200,0
	Офлоксацин	115,0
	Ципрофлоксацин	50,0
	Эритромицин	200,0
Бета-адреноблокаторы	Атенолол	100 000
	Метопролол	3200
	Пропранолол	100,0
Гиполипидемические препараты	Безафибрат	1200
Нестероидные противовоспалительные средства	Диклофенак	100,0
	Ибупрофен	5000
	Парацетамол	1000
Противоэпилептические средства	Карбамазепин	25000

[1] Вода устьев рек или иных водных объектов, которые частично засолены из-за близости к прибрежным водам, но которые находятся под существенным влиянием потоков пресной воды.

Основное направление нормативно-правового творчества связано с исключением попадания лекарственных средств в окружающую среду и контролем их содержания в различных объектах окружающей среды.

На основании проведенного анализа нормативно-правовых актов и рекомендаций, касающихся регулирования поступления лекарственных препаратов в окружающую среду, можно отметить, что наиболее комплексные программы разработаны в США. Программы охватывают в своей системе регулирование как компании производителей, так и потребителей. В США законодательство не предусматривает специальных требований, и FDA требует от фармацевтических фирм проведения тестирования и оценки рисков, если концентрация лекарственного средства в воде или почве превышает 1 мг/л или 100 мг/кг соответственно.

В то же время США стали первым государством, которое приняло на своей территории закон, исполнение которого должно уменьшить количество лекарственных средств, попадающих в системы мусоросбора, – закон о безопасной и ответственной утилизации лекарств. В результате действия этого закона с осени 2010 г. по июль 2011 г. было собрано и утилизировано более 280 т неиспользованных гражданами лекарственных средств. За год до принятия закона в США были утверждены рекомендации для домовладений, согласно которым большинство рецептурных лекарств предлагается выбрасывать в мусор, а не смывать в канализацию (сильнодействующие лекарства по-прежнему рекомендуется смывать в канализацию).

Учитывая потенциальную опасность компонентов лекарственных препаратов и их метаболитов для окружающей среды, ведется список приоритетных загрязнителей EU Listof Priority Substances.

Разнородность нормативного правового регулирования в глобальном масштабе в вопросах контроля фармацевтического загрязнения окружающей среды дополнительно свидетельствует о том, что данная проблема все еще находится на фазе накопления знаний даже в наиболее развитых странах мира.

Выводы. Проблема лекарственных средств в окружающей среде имеет глобальный характер, и ее разрешение входит в создание системы международной экологической безопасности. Лекарственные препараты непрерывно поступают в окружающую среду на протяжении всей жизни человека, в то время как другие поллютанты применяются эпизодично.

Данный вид поллютантов отличается специфическими свойствами: обладает высокой биохимической активностью, способностью к биоаккумуляции в тканях живых организмов. Малые дозы фармполлютантов могут приводить к нарушениям, не запуская при этом механизмы детоксикации, и влиять на работу внутренних органов. Лекарственные загрязнения могут вызывать привыкание человека к группам лекарств; приводить к возникновению лекарственной устойчивости патогенных микроорганизмов по отношению к антибактериальным средствам, к ингибированию способности гидробиоты производить детоксикацию органических соединений, загрязняющих воду.

В Российской Федерации в учреждениях, выпускающих и использующих лекарственные средства, регламентируются санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность (СанПиН 2.1.3.2630-10) и применяются санитарные правила для предприятий по производству лекарственных препаратов (СанПиН 4079-86).

В санитарно-эпидемиологических требованиях к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность, отсутствует раздел «Требования к окружающей среде». СанПиН 4079-86 не выполняет свою регламентирующую функцию в должном объеме, так как расчеты ПДВ вредных веществ в атмосферный воздух невозможно выполнить из-за отсутствия методик определения лекарственных средств в выбросах промышленных предприятий. Расчеты предельно допустимых сбросов для сточных вод также невозможно выполнить в связи с отсутствием утвержденных ПДК лекарственных средств и продуктов их трансформации в воде.

Таким образом, рассмотренные документы требуют внесения дополнений, обеспечивающих корректную оценку влияния лекарственных средств на среду обитания.

Для минимизации риска здоровью населения от присутствия лекарственных средств в объектах окружающей среды, и в качестве приоритетного объекта – питьевой воды, и с целью разработки рекомендаций можно выделить два основных направления по предотвращению или уменьшению попадания лекарственных средств в водную среду:

– предложения для снижения нерегулируемого загрязнения окружающей среды;

– совершенствование нормативно-правовой и методической базы фармацевтических предприятий, учреждений, осуществляющих медицинскую и фармацевтическую деятельность.

Предложения для снижения нерегулируемого загрязнения окружающей среды:

– разработать государственную программу мониторинга объемов применения в лечебно-профилактических организациях и гражданами, объемов продаж лекарственных средств медицинским организациям и гражданам в Российской Федерации в целом и в разрезе субъектов РФ, муниципальных районов, населенных пунктов, медицинских организаций;

– предусмотреть в программе по снижению лекарственного загрязнения среды обитания мероприятия, включая схему сбора неиспользованных лекарственных средств, в том числе с истекшим сроком действия, и их безопасной утилизации;

– определить для объектов окружающей среды маркерные фармполлютанты, которые позволили бы устанавливать уровни концентрации в сбросах и водных объектах и организовать мониторинг;

– разработать профилактические меры, включая улучшение информирования населения в отношении рационального использования лекарств и утилизации фармацевтических средств, просвещение медицинских работников, назначающих рецептурные препараты и т.п.

Предложения по совершенствование нормативно-правовой и методической базы:

– внести уточнения и дополнения в СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами» по классу «Г» медицинских отходов в части, касающейся позиции «Лекарственные (в том числе цитостатики), диагностические, дезинфицирующие средства, не подлежащие использованию»; по сбору и отчетности, методам дезактивации и утилизации с целью предотвращения попадания данного вида отходов в канализацию;

– включить медицинские отходы класса «Г» в Федеральный классификационный каталог отходов;

– актуализировать СанПиН 4079-86 «Санитарные правила для предприятий по производству лекарственных препаратов»;

– разработать методические рекомендации по утилизации лекарственных средств с истекшим сроком действия и фармацевтических отходов;

– разработать санитарно-гигиенические характеристики лекарственных средств для водных объектов;

– обязать предприятия фармацевтической промышленности разрабатывать проекты ПДК, ОДУ и на их основе ПДС;

– разработать нормативный документ, в соответствии с которым для регистрации новых лекарственных средств необходимо представлять результаты расчетов экологических рисков от их возможного попадания в окружающую среду для суммарного антропогенного воздействия.

Меры, направленные на снижение количества лекарственных средств, бесконтрольно попадающих в окружающую среду, будут способствовать улучшению экологической обстановки и сохранению качества жизни населения.

Список литературы

1. Баренбойм Г.М., Чиганова М.А. Загрязнение природных вод лекарствами / под ред. Л.И. Эльпинера. – М.: Наука, 2015. – 283 с.

2. Баренбойм Г.М., Чиганова М.А. Загрязнение поверхностных и сточных вод лекарственными препаратами // Вода: Химия и экология. – 2012. – № 10. – С. 40–46.

3. Гетьман М.А., Наркевич И.А. Лекарственные средства в окружающей среде // Ремедиум. – 2013. – № 2. – С. 50-54.

4. Гетьман М.А., Наркевич И.А. Прогнозирование и контроль поступления остатков лекарственных средств в окружающую среду // Ремедиум. Журнал о российском рынке лекарств и медицинской технике. – 2013. – № 5. – С. 36–44.

5. Новикова Ю.А., Маркова О.Л., Фридман К.Б. Основные направления минимизации рисков здоровью населения, обусловленного загрязнением поверхностных источников питьевого водоснабжения лекарственными средствами // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 12. – С. 1166–1170.

6. Первые результаты определения новых экотоксикантов в водоемах Северо-Запада РФ / Я.В. Русских, Е.Н. Чернова, Л.В. Некрасова [и др.] // Региональная экология. – 2011. – № 1–2 (31). – С. 82–87.

7. Daughton C.G. Pharmaceuticals in the Environment // J. Am. Soc. Mass. Spectrom. – 2001. – Vol. 12, № 10. – P. 1067–1076. DOI: 10.1016/S1044-0305 (01) 00287-2

8. European Environment Agency. Pharmaceuticals in the environment: results of an EEA Workshop // EEA Technical. Report. – 2010. – № 1. – 20 p.

9. Felicity T. Фармацевтические отходы в окружающей среде: взгляд с позиций культуры // Панорама общественного здравоохранения. – 2017. – № 3 (1). – С. 133–139.

10. Manfred G., Bedia H., Jurgen N. Extraction of drug traces with liquid membrane systems / ISEC‘2002: Proceedings of the International Solvent Extraction Conference, Cape Town. – Marshalltown: S. Afr. Int. Mining and Met, 2002. – Vol. 1. – P. 607–613.

11. Muthanna T.M., Plosz B.G. The impact of hospital sewage discharge on the assessment of environmental risk posed by priority pharmaceuticals: Hydrodynamic modeling and measurements // International Conference on Urban Drainage. – Edinburgh, 2008. – P. 1–10.

12. Pharmaceuticals in the environment // EEA Technical report. – 2010. – № 1. – 20 p.

13. Richardson S.D., Ternes T.A. Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues // Anal. Chem. – 2018. – Vol. 90, № 1. – P. 398–428. DOI: 10.1021/acs.analchem.7b04577

14. Study on the environmental risks of medicinal products. Final Report. – Luxembourg, Executive Agency for Health and Consumers, 2013. – 310 p.

15. How are pharmaceutical and personal care products (PPCPs) removed from urban wastewaters? / S. Suarez, M. Carballa, F. Omil [et al.] // Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. – 2008. – № 7. – P. 125–138. DOI: 10.1007/s11157-008-9130-2

16. Human pharmaceuticals, hormones and fragrances: the challenge of micropollutants in urban water management / T.A. Ternes, A. Joss eds. – London, IWA Publishing, 2006. – 7 p.

17. Zgorska A., Arendraczyk A., Grabinska-Sota E. Toxicity assessment of hospital wastewater by the use of a biotest battery // Archives of environmental protection. – 2011. – Vol. 3, № 37. – P. 55–61.

К состоянию качества водных объектов и питьевой воды систем централизованного водоснабжения Пермского края

В.Г. Костарев[1], В.А. Хорошавин[2], А.Н. Фоменко[1,3]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» Роспотребнадзора,
[3]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
г. Пермь, Россия

Приведены результаты инструментальных исследований качества водных объектов используемых населением на территории Пермского края и питьевых вод, подаваемых населению. Показано, что за 2017–2019 гг. на сооружениях водоподготовки перед подачей в сеть и в разводящей сети удельный вес нестандартных исследований питьевой воды по микробиологическим показателям составил с 0,9–1,0 %, что ниже среднероссийского уровня. Превышение гигиенических нормативов по содержанию патогенных и условно-патогенных микроорганизмов в питьевой воде ЦХПВ отмечено по 4 из 8 мониторируемых показателей. Актуальными для региона остаются природно-обусловленное повышенное содержание в питьевой воде микроэлементов, в т.ч. солей жесткости, образование галогенсодержащих соединений в процессе хлорирования, а также загрязнение воды в процессе транспортировки до потребителя.

Результаты системного контроля качества и безопасности воды явились частью информационно-аналитической базы этого планировании. Предполагается, что Правительство РФ направит 2 млрд руб. на 6 лет в бюджет Пермского края для реализации федерального

проекта «Чистая вода». Реализация проекта в регионе позволит повысить качество воды, потребляемой населением Пермского края, постепенно обеспечить техническую надежность систем водоснабжения и водоотведения, а также сформировать перечень объектов строительства, реконструкции и модернизации в этой сфере.

Ключевые слова: источники питьевого водоснабжения, питьевая вода, нестандартные пробы, планы действий.

Качество природных вод, используемых населением для рекреационных целей, водоемов и водотоков – источников питьевого водоснабжения и собственно питьевой воды продолжает оставаться крайне актуальной проблемой в целом в Российской Федерации и в Пермскому краю в частности [2–4].

В 2019 г. под контролем Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю находилось 24 створа наблюдений в местах водозаборов из поверхностных водоисточников (водоемы 1-й категории) и 30 створов в местах массового отдыха населения (водоемы 2-й категории). С 2018 г. количество створов наблюдений на водоемах 1-й категории не изменилось, в местах массового отдыха населения (водоемы 2-й категории) произошло уменьшение на 4 створа, что связано со сбросом воды и очисткой водоемов в г. Кудымкаре и в г. Перми (Мотовилихинский пруд).

Из поверхностных водоисточников обеспечивается централизованным хозяйственно-питьевым водоснабжением около 60 % населения края, в том числе в таких крупных населенных пунктах, как г. Пермь, Кунгур, Краснокамск, Чайковский, Чусовой, Лысьва, Чернушка. В 2019 г. доля источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, уменьшилась и составила 9 % (в 2018 г. – 10,6 %), из них: поверхностных – 41,7 %, подземных – 8,3 % (табл. 1).

Таблица 1

Доля источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарным требованиям, %

Параметр	2017 г.		2018 г.		2019 г.
	Пермский край	РФ	Пермский край	РФ	Пермский край
Доля источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарным требованиям, всего	10,6	15,2	10,6	14,58	9
- из-за отсутствия зон санитарной охраны	8,2		8,2		6,7
Доля поверхностных источников из общего количества поверхностных	41,7	32,7	41,7	32,7	41,7
- из-за отсутствия зон санитарной охраны	37,5		37,5		37,5
Доля подземных источников из общего числа подземных	9,95	14,8	9,97	14,2	8,3
- из-за отсутствия зон санитарной охраны	7,6		7,6		6

Доля проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям, увеличилась и составила 4,7 % (в 2018 г. – 3,1 %), по санитарно-химическим показателям доля проб воды из источников увеличилась до 13,9 % (в 2017 г. – 12,75 %) за счет подземных источников.

В 2019 г. доля проб воды водоемов 1-й категории, не соответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, уменьшилась и

составила 38,9 % (2018 г. – 43,65 %). По микробиологическим показателям удельный вес нестандартных проб увеличился на 8,18% и составил 12,5 % (рис. 3, 4). По паразитологическим показателям удельный вес нестандартных проб составил 0 %.

Высокий уровень нестандартных проб воды по микробиологическим показателям, отобранных из поверхностных водоисточников, отмечается в г. Краснокамске (84,6 %), Кунгуре (23 %), Чернушинском (17,8 %), Пермском (16,6 %), Нытвенском (12 %) районах.

По санитарно-химическим показателям наиболее высокий удельный вес нестандартных проб зарегистрирован в Пермском (100 %), Кишертском (75 %), Нытвенском (62 %) районах, г. Краснокамске (100 %), Чусовом (80 %), Гремячинске (72,7 %), Перми (34,3 %), Кунгуре (28,6 %).

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

Источники водоснабжения г. Чернушка (р. Быстрый Танып) и п. Юго-Камский Пермского района (пруд на р. Северка) характеризуются стабильно высоким уровнем ХПК и БПК.

В 2019 г. исследовано 142 пробы сточной воды на паразитологические показатели, удельный вес проб, не соответствующих требованиям гигиенических нормативов, составил 0,0 % (2018 г. – 0 %).

За последние 3 года динамика показателей биологической и химической безопасности воды подземных источников изменилась незначительно (в 2019 г. по микробиологическим показателям удельный вес нестандартных проб составил 4,0 %, в 2017 г. и 2018 г. было 3,5 и 3,0 % соответственно; в 2019 г. по санитарно-химическим показателям удельный вес нестандартных проб составил 11 %, в 2017 г. и 2018 г. было 15,2 и 9,8 % соответственно)

По сравнению с 2018 г. в 2019 г. удельный вес нестандартных проб воды водоемов 2-й категории по микробиологическим показателям уменьшился в 1,5 раза, а по санитарно-химическим показателям вода водоемов 2-й категории соответствовала гигиеническим нормативам

Доля водопроводов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям в 2019 г. по сравнению с 2018 г. не изменилась: из 913 водопроводов централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения не соответствуют требованиям 0,3 % (табл. 2).

Таблица 2

Доля водопроводов, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, %

Параметр	2017 г.		2018 г.		2019 г.
	Пермский край	РФ	Пермский край	РФ	Пермский край
Всего, в том числе:	0,5	15,26	0,3	15,29	0,3
из-за отсутствия необходимого комплекса очистных сооружений	0,5	6,7	0,3	6,75	0,3
из-за отсутствия обеззараживающих установок	0,3	2,25	0,1	2,18	0,1

Показатель безопасности питьевой воды по микробиологическим показателям в 2019 г. составил 1,7 %, по санитарно-химическим показателям – 4,5 %.

По состоянию на 01.01.2019 в Пермском крае функционирует 1428 источников нецентрализованного питьевого водоснабжения (колодцы, каптажи родников). За последние 3 года доля нецентрализованных источников, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям не изменилась и составила 9,3 %

За последний год удельный вес проб питьевой воды нецентрализованных источников, не соответствующих гигиеническим нормативам, уменьшился по микробиологическим показателям и несколько увеличился по санитарно-химическим показателям (табл. 3)

Таблица 3

Доля проб воды нецентрализованного водоснабжения (колодцы, каптажи родников), не соответствующих санитарным требованиям, %

Показатели	2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	Пермский край	РФ	Пермский край	РФ	Пермский край	РФ
Санитарно-химические	16,4	26,4	18,2	24,97	19,6	–
– в сельских поселениях	19,4	–	14,5	–	21	–
Микробиологические	38,2	18,1	26,8	17,78	16,4	–
– в сельских поселениях	36,7	–	25,2	–	18,5	–
Паразитологические	0	0,1	0	0,6	0	–
– в сельских поселениях	0	–	0	–	0	–

Лабораторный мониторинг качества питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в 2019 г. проводился в соответствии с утвержденными программами в 133 контрольных точках на всех 45 административных территориях Пермского края на сооружениях водоподготовки перед подачей в сеть и в разводящей сети. Контроль осуществлялся в ежемесячном режиме по бактериологическим, вирусологическим, паразитологическим, санитарно-химическим и радиологическим показателям. Перечень показателей для каждой точки выбирался дифференцированно в зависимости от приоритетных загрязнителей конкретной территории наблюдения, в среднем на одной точке исследовался 21 показатель.

По данным ФИФ СГМ за 2017–2019 гг. на сооружениях водоподготовки перед подачей в сеть и в разводящей сети удельный вес нестандартных исследований питьевой воды по микробиологическим показателям увеличился с 0,9 до 1,0 % и был ниже среднероссийского уровня. Превышение гигиенических нормативов по содержанию патогенных и условно-патогенных микроорганизмов в питьевой воде ЦХПВ отмечено по 4 из 8 мониторируемых показателей.

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

В 2019 г. в рамках мониторинговых наблюдений на общую жесткость исследовано 1104 проб, из них 5,1 % превышали предельно допустимый уровень. Питьевую воду с общей жесткостью ≥10 мг/экв/л употребляли более 879 тыс. человек, 33,7 % от

всего населения Пермского края. За анализируемый период удельный вес нестандартных исследований питьевой воды систем ЦХПВ по общей жесткости снизился на 10,7 %. Высокий уровень общей жесткости в питьевой воде, превышающий среднекраевой в 1,1 раза и более, отмечен на контрольных точках в г. Перми и в Пермском районе (табл. 21).

За 2017–2019 гг. отмечено превышение гигиенических нормативов по 11 из 32 исследуемых санитарно-химических показателей, в том числе более 5 ПДК по уровню хлороформа, дихлорметана, железа, марганца. К территориям с наиболее низким качеством питьевой воды ЦХПВ по санитарно-химическим показателям относятся Пермский, Березовский, Ординский, Кишертский, Чусовской районы, г. Краснокамск, Пермь, Оханск, Лысьва, Кунгур.

Нарушение гигиенических нормативов влечет за собой неудовлетворенность населения качеством воды, а также доказанные нарушения в состоянии здоровья [1, 3], что, несомненно, явилось одной из предпосылок разработки и старта реализации федерального проекта «Чистая вода» в рамках национального проекта «Экология».

Пермский край формирует собственные региональные планы действий по улучшению качество водоснабжения населения. Результаты системного контроля качества и безопасности воды явились частью информационно-аналитической базы этого планировании. Предполагается, что правительство РФ направит 2 млрд руб. на 6 лет в бюджет Пермского края для реализации федерального проекта «Чистая вода». Реализация проекта в регионе позволит повысить качество воды, потребляемой населением Пермского края, постепенно обеспечить техническую надежность систем водоснабжения и водоотведения, а также сформировать перечень объектов строительства, реконструкции и модернизации в этой сфере.

Список литературы

1. Зайцева Н.В., Клейн С.В. К вопросу оценки потенциального риска причинения вреда здоровью при осуществлении хозяйственной деятельности в сфере «Сбор и очистка воды» и степени его реализации // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 40–53. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.05

2. Клейн С.В., Вековшинина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 10–14.

3. Особенности нарушений физического развития у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, А.Ю. Вандышева [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 3. – С. 40–48.

4. Москвитина Э.А., Янович Е.Г. Оценка условий водоснабжения и рекреационного водопользования при определении эпидемического потенциала административной территории // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 2 (311). – С. 45–50.

Влияние клоквинтосет кислоты на органолептические свойства и процессы самоочищения водных объектов

О.С. Пивнева, О.Н. Козырева, Т.М. Ряшенцева

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи, Россия

При нормировании химических веществ, в том числе и действующих веществ (далее д.в.) пестицидных препаратов, в воде водных объектов учитывают три признака вредности: органолептический, общесанитарный и токсикологический. Минимальная из трех величин рекомендуется как ПДК с установлением лимитирующего показателя вредности. Около 80 % действующих веществ нормируются по органолептическому и общесанитарному показателю (ГН 1.2.3539-18 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)»).

Учитывая вышеизложенное, целью данной работы явилось изучение влияния нового д.в. клоквинтосет кислоты на органолептические свойства воды и процессы самоочищения водных объектов, с установлением пороговых концентраций по органолептическому и общесанитарному признаку.

Исследования проведены с д.в. клоквинтосет кислотой в соответствии с требованиями методических указаний «Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» (МУ 2.1.5.720–98) и «Методических указаний по гигиенической оценке новых пестицидов» (№ 4263-87). Влияние д.в. на процессы биохимического окисления изучали общепринятым «скляночным» методом, также в работе использованы унифицированные методы исследования качества вод.

Выявлено влияние д.в. клоквинтосет кислоты на органолептические свойства по показателям пенообразования и окраски водных растворов. Д.в. в исследуемых концентрациях оказывают стимулирующее влияние на течение биохимических процессов окисления; не оказывают влияния на процессы минерализации органического вещества и не нарушают кислородного режима водоемов.

ПК по органолептическому признаку установлена на уровне 8,9 мг/л (окраска при высоте столба жидкости 20 см), по общесанитарному признаку на уровне 3,0 мг/л (БПК).

Ключевые слова: клоквинтосет кислота, общесанитарный признак вредности, органолептический признак вредности, пороговые концентрации, водные объекты, биохимическое потребление кислорода.

Широкомасштабное производство и применение средств защиты растений определяет значимость и необходимость их гигиенической регламентации в объектах окружающей среды, в том числе в водных объектах [1, 5, 7].

Опасность применения пестицидов заключается в целенаправленном использовании и перераспределении их в объектах окружающей среды. Попадая в объекты окружающей среды, а именно в водные объекты, они подвергаются химической и биологической трансформации, которая в свою очередь зависит от разных факторов, например, растворимость, температура водной фазы и др. [2–4, 6].

При нормировании химических веществ, в том числе и д.в. пестицидных препаратов, в воде водных объектов учитывают три признака вредности: органо-

лептический, общесанитарный и токсикологический. Минимальная из трех величин рекомендуется как ПДК с установлением лимитирующего показателя вредности. Около 80 % действующих веществ нормируются по органолептическому и общесанитарному показателю (ГН 1.2.3539-18 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)»).

Учитывая вышеизложенное, **целью данной работы** явилось изучение влияния нового д.в. клоквинтосет кислоты на органолептические свойства воды и процессы самоочищения водных объектов, с определением ПК и указанием лимитирующего признака вредности.

Материалы и методы. Исследования по установлению степени влияния на органолептические свойства и процессы самоочищения проведены с д.в. клоквинтосет кислотой в соответствии с требованиями методических указаний «Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» (МУ 2.1.5.720–98) и «Методических указаний по гигиенической оценке новых пестицидов» (№ 4263-87).

Наблюдения за интенсивностью и динамикой биохимического потребления кислорода (БПК), минерализацией азотосодержащих органических веществ, уровнем растворенного кислорода, величинами перманганатной окисляемости и активной реакции среды проводили в соответствии с методическими документами: РД 52.24.420-2006 «Качество воды. Определение биохимического потребления кислорода после n-дней (БПКn)»; «Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 1. Методы химического анализа вод»; ГОСТ 33045-2014 «Вода. Методы определения азотосодержащих веществ»; ГОСТ Р 5568-2013 «Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости»; РД 52.24.495-2005 «Водородный показатель и удельная электрическая электропроводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом».

Статистическая обработка данных, полученных в результате исследований, проведена общепринятыми методами вариационной статистики с использованием критерия Стьюдента.

Влияние клоквинтосет кислоты на органолептические свойства воды оценивали по следующим показателям: запах, окраска, мутность (прозрачность), пенообразование водных растворов. Исследования проводили на дехлорированной водопроводной воде. Исходную концентрацию д.в. определяли весообъемным методом.

При изучении влияния клоквинтосет кислоты на запах воды использовали метод последовательного разбавления исходного раствора. Характер и интенсивность запаха определяли при температуре 20 и 60 °С и оценивали по пятибалльной шкале.

Влияние клоквинтосет кислоты на процессы самоочищения водных объектов изучали в модельных водоемах с использованием дехлорированной водопроводной воды, в которую добавляли хозяйственно-бытовую сточную жидкость. Перманганатная окисляемость приготовленной смеси не превышала 5,92 мгO_2/л. Воду насыщали кислородом до 8,48 мгO_2/л. Подготовленная таким образом вода служила контрольной и разбавляющей для действующего вещества.

Исследования БПК проводили в динамике. Температурное постоянство обеспечивали с помощью охлаждаемых инкубаторов BINDER KB-115. Оценку результатов проводили для каждой серии в отдельности в силу вариабельности процесса, усреднение по сериям опытов не допускается.

Изучение процессов аммонизации и нитрификации проводили в модельных водоемах объемом 20 л.

В день постановки эксперимента и далее на 5, 10, 15, 20, 25-е и 30-е сут в модельных водоемах определяли концентрации азота аммиака, нитритов, нитратов, а также растворенный кислород, pH, перманганатную окисляемость.

Анализируя результаты полученных экспериментальных исследований по влиянию д.в. на органолептические показатели и процессы самоочищения, выбирали минимальную концентрацию вещества, не оказывающую влияние на данные показатели. Данная концентрация выбирается как пороговая с указанием лимитирующего показателя вредности.

Результаты. Водные растворы клоквинтосет кислоты в концентрациях до 126 мг/л не имеют запаха при температуре 20 °С и нагревании до 60 °С.

Исследованиями установлено влияние клоквинтосет кислоты на пенообразование и окраску водных растворов.

Пороговые концентрации (ПК) по влиянию д.в. на пенообразование при температуре 20 °С и при нагревании до 60 °С по нижней доверительной границе составляют 22,3 мг/л и 44,7 мг/л соответственно.

ПК по влиянию д.в. на окраску при высоте столба жидкости 10 см и 20 см составляют 17,7 мг/л и 8,9 мг/л соответственно.

Д.в. клоквинтосет кислоты в концентрациях до 126 мг/л не оказывают влияние на мутность воды при высоте столба жидкости 10 и 20 см.

Таким образом, из всех изученных органолептических показателей лимитирующим является влияние д.в. клоквинтосет кислоты на окраску воды при высоте столба жидкости 20 см. ПК по нижней доверительной границе установлена на уровне 8,9 мг/л.

В опытах по изучению влияния исследуемого вещества на БПК были использованы следующие концентрации 0,1; 1,0; 2,0; 3,0; 10,0; 30,0 и 50,0 мг/л.

При выборе концентраций учитывали пороговые концентрации по влиянию д.в. на органолептические свойства воды и растворимость вещества.

Результаты исследований 4 серий опытов показали, что клоквинтосет кислота в концентрациях 10,0–50,0 мг/л оказывает стимулирующее влияние на течение биохимических процессов. Об этом свидетельствуют регистрируемые отклонения величин БПК на 16,0–50,0 % по сравнению с контролем.

Различие величин БПК в воде модельных склянок в присутствии д.в. на уровне 0,1–3,0 мг/л практически не отличается от контроля и колеблется в пределах 0–8,3 %.

На основании результатов исследований пороговая концентрация клоквинтосет кислоты по влиянию на БПК установлена на уровне 3,0 мг/л.

Процессы самоочищения воды модельных водоемов в присутствии д.в. клоквинтосет кислоты изучали в концентрациях 1,0; 3,0 и 10,0 мг/л.

Наблюдение за процессами аммонизации, нитро- и нитрификации в воде водоемов показали следующее.

В модельных водоемах не выявлено значимых относительно контрольного водоема изменений концентраций азота аммиака, нитритов и нитратов на протяжении всего эксперимента.

Клоквинтосет кислота в концентрациях 1,0–10,0 мг/л не нарушает кислородного режима водоемов. На протяжении всего исследования не отмечено значимых, по сравнению с контролем, изменений перманганатной окисляемости и pH воды.

Пороговая концентрация по влиянию клоквинтосет кислоты на процессы минерализации установлена на уровне > 10,0 мг/л.

Таким образом, лимитирующим показателем вредности по влиянию клоквинтосет кислоты на процессы самоочищения водных объектов является его влияние на БПК. Пороговая концентрация по данному показателю определена на уровне 3,0 мг/л.

Результаты исследований влияния клоквинтосет кислоты на органолептические свойства и процессы самоочищения водных объектов обработаны статистически и представлены в таблице.

Пороговые концентрации действующего вещества клоквинтосет кислота по влиянию на органолептические свойства воды и процессы самоочищения водных объектов

Показатель	Пороговые концентрации, мг/л клоквинтосет кислота
Запах при 20 °С	> 126,0
Запах при 60 °С	> 126,0
Мутность при высоте столба жидкости 10 см	> 126,0
Мутность при высоте столба жидкости 20 см	> 126,0
Пенообразование при 20 °С	22,3
Пенообразование при 60 °С	44,7
Окраска при высоте столба жидкости 10 см	17,7
Окраска при высоте столба жидкости 20 см	**8,9**
БПК	**3,0**
Минерализация органических веществ: – аммонизация	> 10,0
– нитрификация	> 10,0
– нитрофикация	> 10,0
Растворенный кислород	> 10,0
Перманганатная окисляемость	> 10,0
Водородный показатель	> 10,0
Динамика отмирания сапрофитной микрофлоры	> 10,0

Выводы. ПК для клоквинтосет кислоты по влиянию на органолептические свойств по показателю окраска при высоте столба жидкости 20 см установлена на уровне 8,9 мг/л.

ПК для клоквинтосет кислоты по влиянию на процессы самоочищения по показателю БПК установлена на уровне 3,0 мг/л.

Список литературы

1. Гагарина О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы: учеб.-метод. пособие. – Ижевск: Изд-во Удмуртского ун-та, 2012. – 199 с.

2. Захаренко В.А. Рынок пестицидов в России и перспективы его развития // Защита и карантин растений. – 2014. – № 11. – С. 3–6.

3. Иванова Е.А., Калуженкова Ю.В. Экологические проблемы применения пестицидов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2008. – № 1 (17). – С. 29–33.

4. Мельников Н.Н. Пестициды: химия, технология и применение. – М.: Химия, 1987. – 712 с.

5. Совершенствование методических подходов гигиенического нормирования пестицидов в водных объектах / В.Н. Ракитский, А.В. Тулакин, Т.А. Синицкая [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 7. – С. 675–678.

6. Прямицин П.М. Поведение пестицидов в окружающей среде // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – Т. 2, № 5. – С. 106.

7. Тюрина О.В., Зулькарнаев Т.Р. Новые подходы к проблеме ускоренного нормирования химических веществ // Медицинский вестник Башкортостана. – 2010. – Т. 5, № 6. – С. 96–99.

Экологическое качество почв и здоровье населения (на примере горнорудного региона Республики Башкортостан)

Р.Ф. Хасанова[1,2], Ю.С. Рафикова[1], М.Б. Суюндукова[1], Г.Р. Ильбулова[1,2], Г.А. Ягафарова[2]

[1]Сибайский филиал ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»,
[2]Сибайский институт – филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» Минздрава РФ,
г. Сибай, Россия

Объект исследования: почвы Зауральской зоны Республики Башкортостан. Изучена роль почвы в формировании общественного здоровья и ее влияние на заболеваемость населения горнорудного региона Республики Башкортостан.

Качество почвы, выраженное в баллах бонитета, определяли на основании данных станции агрохимической службы «Ишимбайская», а также сведений, представленных в Атласе почв Республики Башкортостан. В расчетах были использованы следующие показатели: содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия, pH, сумма обменных оснований. При расчете баллов бонитета отдельных почв были использованы поправочные коэффициенты на эродированность и каменистость. Показатели заболеваемости населения определяли на основании государственной статистической отчетности лечебно-профилактических учреждений: «Отчетам о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебно-профилактического учреждения (формы № 12)» и официальной отчетности Медицинского информационно-аналитического центра Республики Башкортостан.

Показано наличие связи между уровнем бонитета почв и общей заболеваемостью взрослого населения региона, общей и первичной заболеваемостью детей в возрасте до 14 лет, подростков 15–17 лет, общей заболеваемостью детей в возрасте до года, также психических заболеваний. В районах с развитой промышленностью, где чаще встречались химически загрязненные почвы, уровень заболеваемости населения был выше по сравнению с районами, в почвах которых не было выявлено заметного превышения предельно допустимых концентраций поллютантов. Не обнаружено заметной связи между качеством почв и распространением онкологических заболеваний и детской инвалидностью.

Анализ данных по заболеваниям населения горнорудного региона Республики Башкортостан показал наличие корреляции с качеством почвенного покрова. На почвах более высокого качества ниже уровень детской, подростковой и взрослой заболеваемости. В этих же районах меньше психических заболеваний. Эта корреляция может быть обусловлена не самой почвой, а связанными с ней социальными структурами.

Ключевые слова: почвенный покров, здоровье населения, балл почв, бонитет почв, роль почвы в формировании общественного здоровья.

Все факторы, влияющие на здоровье человека, условно делятся на биологические (пол, возраст, наследственность, тип конституции, темперамент), геофизические, или природные (температура воздуха, влажность, ландшафт, флора, фауна и др.), социально-экономические (условия труда, быта, состояние окружающей среды, состояние службы здравоохранения, образа жизни и др.) и психофизиологические (факторы, связанные с действием второй сигнальной системы). Их роль в формировании здоровья огромна, но большое значение играют социальные факторы. Здоровье человека зависит на 50 % от образа жизни, на 20 % от состояния окружающей среды, на 20 % от генетических факторов и на 10 % от лечебных мер и медицины. Факторы, которые влияют на состояние здоровья, подвержены постоянным изменениям, и многие из них трудно поддаются учету. В настоящее время для оценки состояния здоровья населения используют показатели демографии, заболеваемости, инвалидности и физического развития.

В последнее время повысилось внимание к почве как природному фактору, оказывающему влияние на здоровье населения. Почва выполняет много функций, среди которых санитарная, заключающаяся в деструкции почвенными организмами поступающих на поверхность органических остатков. Другой важный аспект санитарной функции почвы связан с ее антисептическими свойствами, лимитирующими развитие в ней болезнетворных микроорганизмов [4].

Однако почва также может представлять опасность для здоровья человека, прежде всего потому, что в нее поступают техногенные отходы и другие загрязняющие вещества, которые могут накапливаться в ней и сохраняться в течение длительного времени. Почва часто представляет собой начало экологического пути миграции поллютантов в растения и воду, что косвенно также влияет на здоровье человека.

Цель настоящего исследования заключается в изучении влияния экологического качества почв горнорудной территории на состояние здоровья проживающего населения.

Исследования проведены на территории Абзелиловского, Баймакского, Бурзянского, Зианчуринского, Зилаирского, Учалинского, Хайбуллинского и Белорецкого муниципальных районов, расположенных в восточной и юго-восточной части Республики Башкортостан (РБ) (рис. 1).

Регион представляет по рельефу и геологии четвертый пояс Южного Урала, обогащенный рудоносными магматическими породами. Это способствовало наличию большого количества медноколчеданных месторождений и бурному развитию горнодобывающей и рудоперерабатывающей промышленности. Регион отличается разнообразием природно-климатических условий. Рельеф включает в себя предгорья восточного склона Южного Урала, сильно сниженные денудацией и остепненные, и Зауральскую возвышенно-холмистую равнину. Граничит со степными районами Оренбургской и Челябинской областей. Рельеф сильно расчленен, представлен мелкосопочником и озерными котловинами, большей частью плавный, увалисто-холмистый.

Рис. 1. Расположение районов исследования

Климат резко континентальный. На климат влияет его положение в «барьерной тени» Уральских гор, доступность сибирским континентальным и трансформированным тропическим воздушным массам Казахстана и Средней Азии. При поднятии в горы постепенно снижается среднегодовая температура (до 0,5 °С). На высоте 1000 м и более зима примерно на 1,52 мес. продолжительнее, чем на равнинах. Снежный покров устанавливается еще в октябре и лежит до начала мая. Среднемесячная температура января в горах составляет –16°, а июля +16°. Зима холодная и малоснежная, лето теплое и засушливое. Северная часть региона характеризуется среднемесячными температурами июля +18 °С, января –16 °С, суммой температур за период активной вегетации в 1800–2000 °С, безморозным периодом до 90–110 дней, количеством осадков 350–400 мм. На юге региона среднемесячная температура июля повышается до +21 °С, сумма температур периода активной вегетации достигает 2200 °С при снижении годового количества осадков до 270–300 мм. Часты засухи и суховеи.

Почвенный покров Зауральского региона представлен генетически однотипными почвами, отличающимися особенностями почвообразующих пород, засушливостью, преобладанием степных фитоценозов и наличием карбонатных и засоленных участков. В регионе преобладают черноземы. В Абзелиловском районе в горной части распространены горно-дерново-подзолистые почвы, на равнине преобладают черноземы типичные, переходящие в черноземы обыкновенные, а под лесами – темно- и светло-серые лесные почвы. В Бурзянском районе распространены горно-лесные се-

рые почвы, оподзоленные и выщелоченные черноземы. В Баймакском районе наиболее распространеными являются черноземы обыкновенные, тучные и выщелоченные. Почвы Зианчуринского района в зависимости от форм рельефа – выщелоченные и оподзоленные черноземы, темно-серые и лесные и маломощные грубоскелетные. Для горно-лесной зоны территории Зилаирского района характерно преобладание почв серого лесного типа, для степной (восточная и юго-восточная части района) преобладание почв черноземного типа. В Учалинском районе распространены черноземы выщелоченные, серые лесные, горно-подзолистые и бурые лесные, горно-лесные светло-серые почвы. В полосе распространения озер встречаются торфяные болота. Почвенный покров Хайбуллинского района представлен черноземами обыкновенными и южными, в горной территории распространены темно-серые лесные, серые лесные, черноземы выщелоченные. В междуречье Сакмара-Таналык имеют распространение черноземы типичные. В Белорецком районе преобладают горно-лесные светло-серые и горно-лесные серые почвы.

Особенности почвенного покрова региона горнорудного региона и специфика его загрязнения и сельскохозяйственного использования требуют изучения экологического качества почв.

Материалы и методы. Почвенные образцы отбирали в 2016–2019 гг. из верхнего слоя (от 0 до 20 см) методом прикопок в соответствии с принятыми в почвоведении методиками «Содержания токсичных металлов в почве» были определены методом атомной абсорбции. Степень загрязнения почв тяжелыми металлами оценивали с помощью индекса суммарного загрязнения (Zc) по формуле: $Zc = \Sigma Kc - (n - 1)$, где Кс – коэффициент концентрации элемента, определяемый отношением его содержания в почве к фоновому (или ПДК подвижных форм); n – число оцениваемых ингредиентов [10]. Градация степени загрязнения для почв такова: при $Zc < 16$ загрязнение считается допустимым; при $16 < Zc < 32$ – умеренно опасным; при $32 < Zc < 128$ – высокоопасным; при $Zc > 128$ – чрезвычайно опасным [14].

Агрохимическая характеристика почв основывалась на данных станции агрохимической службы «Ишимбайская», а также сведений, представленных в почвенной карте РБ и Атласе Республики Башкортостан (РБ) [1]. Для определения качества почвы, выраженного в баллах бонитета, использовали показатели природных свойств, обнаруживших наибольшую тесноту корреляции с продуктивностью сельскохозяйственных культур [5]: содержание гумуса (%), содержание подвижного фосфора и обменного калия (мг/кг), pH, сумма обменных оснований (S, мг.-экв./100 г почвы).

Оценка плодородия почв по природным свойствам проводилась по региональной методике [12, 13], с использованием основных положений инструкции по бонитировке почв, составленных почвоведами Почвенного института им. В.В. Докучаева [6, 7, 11]. Для оценки почв по свойствам их сопоставляли с параметрами эталонной почвы, каждый из которых оценивался в 100 баллов [5]. Для расчета баллов бонитета отдельных почв использованы поправочные коэффициенты на эродированность и степень каменистости.

Для проведения анализа взаимосвязи между качеством почвы и показателями заболеваемости населения была изучена государственная статистическая отчетность лечебно-профилактических учреждений: «Отчеты о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебно-профилактического учреждения (формы № 12)» и официальная отчетность Медицинского информационно-аналитического центра Республики Башкортостан.

Результаты. В табл. 1 приведены обобщенные данные о среднем содержании ряда ТМ в почвах муниципальных районов восточной и юго-восточной части РБ, основанные на проведенных ранее исследованиях [8, 15, 16].

Таблица 1

Среднее валовое содержание ТМ в почвах районов Зауральской зоны Республики Башкортостан, мг/кг

Cu	Zn	Fe	Ni	Mn	Pb	Cd	Co
Абзелиловский район (с. Салаватово, Аскарово, Рыскужино, Михайловка)							
32,3 ± 0,01	25,5 ± 0,02	16665,5 ± 0,010	29,8 ± 0,04	1689,5 ± 0,01	9,0 ± 0,04	0,7 ± 0,04	11,8 ± 0,01
Баймакский район (с. Тубинск, Ишмурзино, Семеновск, Уральское)							
65,0 ± 0,05	137,1 ± 0,04	57299,2 ± 0,20	31,7 ± 0,05	1549,6 ± 0,04	22,8 ± 0,05	2,0 ± 0,01	17,8 ± 0,02
Бурзянский район (с. Старосубхангулово)							
14,6 ± 0,02	44,6 ± 0,05	11097,5 ± 0,40	32,5 ± 0,06	2110,5 ± 0,30	13,6 ± 0,05	2,0 ± 0,05	12,4 ± 0,01
Зилаирский район (с. Зилаир, Юлдыбаево, Сабырово, Бердяш)							
14,6 ± 0,04	44,6 ± 0,01	25097,5 ± 0,30	45,2 ± 0,04	845,0 ± 0,07	13,6 ± 0,04	1,2 ± 0,04	14,1 ± 0,02
Зианчуринский район (с. Исянгулово, Малиновка)							
26,3 ± 0,05	98,2 ± 0,06	33125,0 ± 0,40	48,9 ± 0,01	1844,1 ± 0,02	14,3 ± 0,03	2,6 ± 0,03	13,6 ± 0,03
Учалинский район (с. Учалы, Ахуново, окрестности г.Учалы)							
108,2 ± 0,04	142,5 ± 0,06	45618,8 ± 0,60	45,1 ± 0,04	847,8 ± 0,03	32,0 ± 0,07	3,0 ± 0,04	16,9 ± 0,01
Хайбуллинский район (пос. Бурибай, с. Петропавловское)							
43,3 ± 0,06	131,6 ± 0,02	53687,5 ± 0,34	38,3 ± 0,04	1263,9 ± 0,07	31,0 ± 0,04	2,6 ± 0,03	32,5 ± 0,03
Белорецкий район (г. Белорецк, с. Ломовка, с. Тирлянский)							
69,8 ± 0,01	479,9 ± 0,04	81615,5 ± 0,14	58,4 ± 0,025	1989,0 ± 0,04	52,8 ± 0,06	2,4 ± 0,01	15,5 ± 0,01
ПДК/РГФ/кларк							
55,0	100,0	-/-/25000,0	85,0	1500,0	32,0	-/0,2/-	-/15,0/-

Проведен анализ взаимосвязи между загрязнением почв тяжелыми металлами и показателями заболеваемости населения (рис. 2).

В районах с развитой промышленностью, где чаще встречались химически загрязненные почвы, уровень заболеваемости населения был выше по сравнению с районами, в почвах которых не было выявлено заметного превышения предельно допустимых концентраций поллютантов. Выявленная связь была статистически значимой при $p < 0,05$ для показателей заболеваемости детей в возрасте от 0 до 14 лет ($r = 0,8$), заболеваемости взрослых ($r = 0,7$) и всего населения ($r = 0,8$).

Таким образом, было выявлено, что между показателями заболеваемости населения и уровнем загрязнения почв ТМ имеется связь: в большинстве случаев, чем выше показатель Zc, тем более высокой является заболеваемость. К наиболее «чистым» и с меньшей заболеваемостью относятся районы, на территории которых нет крупных действующих горнорудных предприятий (Абзелиловский, Баймакский, Бурзянский, Зилаирский, Зианчуринский). Районы с повышенными показателями заболеваемости (Учалинский, Хайбуллинский, Белорецкий) имеют на своей территории горно-обогатительные и металлургические комплексы (Учалинский ГОК, Бурибаевский ГОК, Башмедь, Белорецкий металлургический комбинат и др.).

В литературе представлены данные о наличии связи между качеством почв и общими респираторными и инфекционными заболеваниями [2]. Авторы подчеркивают, что эти заболевания прямо не связаны с почвой и почвенными условиями. Но их «эффективность» зависит от погоды и в целом от климата, который в свою

очередь влияет на особенности почвенного покрова региона. Поэтому можно ожидать некоторой корреляции между почвами и распространением этих заболеваний. Для такого рода оценки используется так называемый балл почвы, позволяющий проводить интегральную оценку качества территории административного района по «дефектам» почвенного покрова (каменистые, засоленные и солонцы, смытые, переувлажненные, дефляционные и др.), а также дающий возможность сравнивать почвы района с социальными структурами общества (производство промышленной и сельскохозяйственной продукции, рентабельность, загрязнение, заболеваемость населения, демографические показатели и др.) [2].

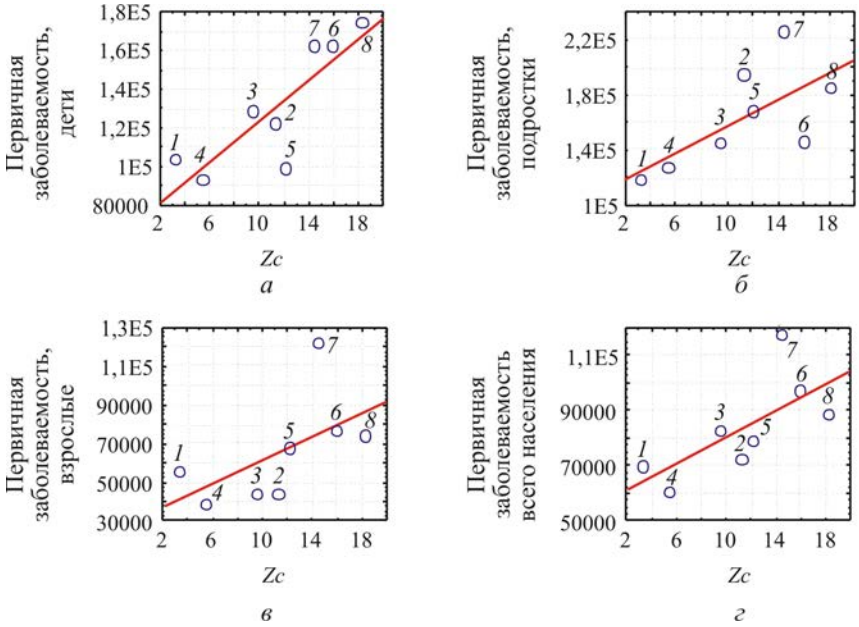


Рис. 1. Показатели заболеваемости населения в зависимости от уровня загрязнения почв ТМ: *а* – дети 0–14 лет; *б* – дети 15–17 лет; *в* – взрослые; *г* – все население (*1* – Абзелиловский район, *2* – Баймакский район, *3* – Бурзянский район, *4* – Зилаирский район, *5* – Зианчуринский район, *6* – Учалинский район, *7* – Хайбуллинский район, *8* – Белорецкий район)

Нами также была предпринята попытка выявления связи между уровнем плодородия почв и заболеваемости населения. В работе были использованы баллы бонитета, рассчитанные на основе конкретных показателей химических и физико-химических свойств почв (табл. 2). Величина вычисленных баллов бонитета прямо коррелировала с показателями качества почв: чем лучше почва, тем выше балл.

Зависимость показателей заболеваемости населения от уровня бонитета почв представлена на рис. 2.

Результаты исследования показали наличие связи между качеством почв и как заболеваемостью всего населения, так и различных возрастных групп по отдельности. Следует отметить, что выявленные связи не являлись статистически значимыми, поэтому мы можем говорить о наличии лишь тенденций ухудшения здоровья населения, проживающего в районах с невысокими уровнями бонитета.

Таблица 2

Бонитетный уровень плодородия почв Зауральской зоны Республики Башкортостан, баллы

Районы	Природные свойства и баллы оценки почв					Среднее значение	Б*
	P_2O_5	K_2O_5	Гумус	pH	S		
Абзелиловский	58,7	68,7	72,6	97,6	67,7	73,1	62
Баймакский	55,2	73,4	71,0	95,8	69,8	73,0	59
Белорецкий	19,1	40,6	75,6	85,0	65,1	55,9	45
Бурзянский	25,6	36,8	90,9	84,0	66,1	60,4	54
Зианчуринский	63,3	52,5	77,1	97,3	68,7	74,3	58
Учалинский	57,7	78,0	78,6	94,9	73,1	76,5	69
Хайбуллинский	40,4	62,3	57,4	95,1	66,6	64,8	48

Примечание: *– баллы бонитета с учетом поправок на эродированность и каменистость почв.

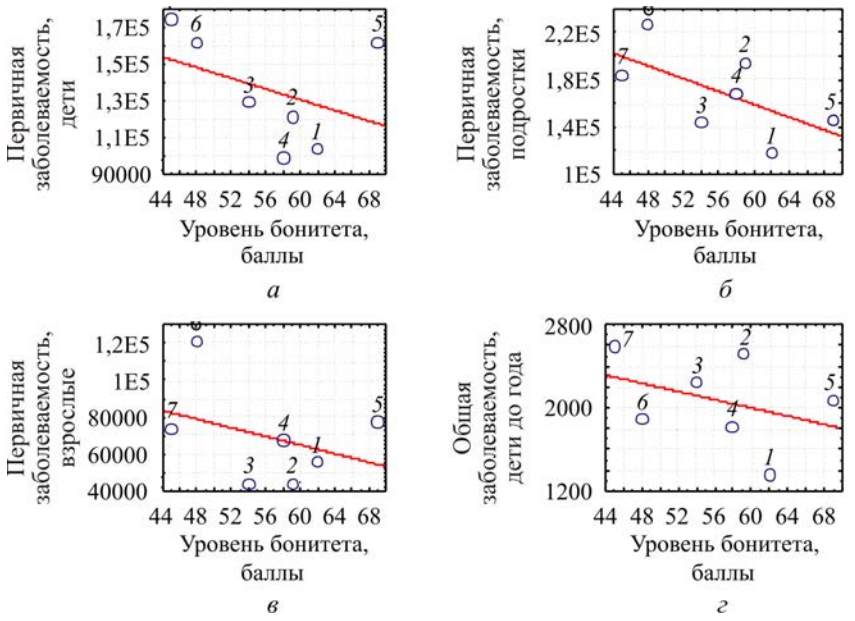


Рис. 2. Связь между уровнем бонитета почв и заболеваемостью (на 100 тыс. населения) населения региона: *а* – дети 0–14 лет; *б* – дети 15–17 лет; *в* – взрослые; *г* – все население (*1* – Абзелиловский район, *2* – Баймакский район, *3* – Бурзянский район, *4* – Зианчуринский район, *5* – Учалинский район, *6* – Хайбуллинский район, *7* – Белорецкий район)

В настоящее время все больше осознается значимость взаимосвязи психического здоровья и окружающей среды [3]. По мнению Ю.А. Рахманина и Г.П. Ступакова, снижение надежности деятельности человека и потери его здоровья, связанные с экологическим неблагополучием, ведут к утрате психических и интеллектуальных функций [9].

Изучение количества психических расстройств среди населения районов с различным уровнем бонитета почв и степенью загрязнения ТМ выявило наличие

следующей тенденции: число лиц с выявленными психическими расстройствами и отклонениями в поведении увеличивается при снижении качества и увеличении степени загрязнения почв (рис. 3).

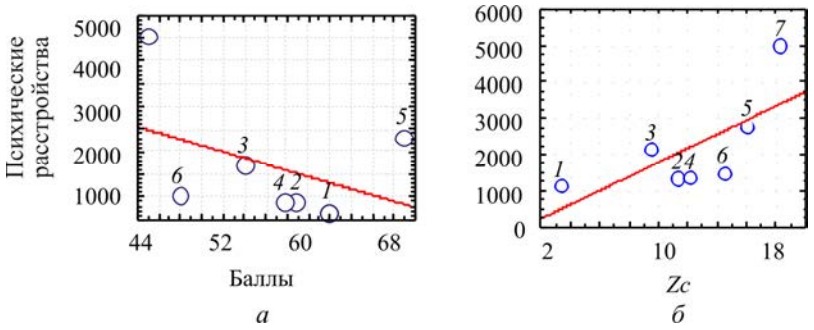


Рис. 3. Связь между количеством психических расстройств (на 100 тыс. населения) всего населения региона и уровнем бонитета почв (*а*) и загрязнения ТМ (*б*):
1 – Абзелиловский район, *2* – Баймакский район, *3* – Бурзянский район, *4* – Зианчуринский район, *5* – Учалинский район, *6* – Хайбуллинский район, *7* – Белорецкий район

Не было выявлено значимой связи между качеством почв и распространением онкологических заболеваний, и показателями детской инвалидности.

Выводы. Анализ данных по заболеваемости населения горнорудного региона Республики Башкортостан показал наличие ее корреляции с качеством почвенного покрова. На почвах более высокого качества ниже уровень детской, подростковой и взрослой заболеваемости. В этих же районах меньше психических заболеваний. Но эта корреляция может быть обусловлена не самой почвой, а связанными с ней социальными структурами.

Работа подготовлена за счет финансового обеспечения выполнения государственного задания ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» на 2020 год (руководитель темы – Я.Т. Суюндуков).

Список литературы

1. Атлас Республики Башкортостан. – Уфа, 2005. – 420 с.

2. Ашинов Ю.Н., Зубкова Т.А. Балл почвы как оценка качества почвенного покрова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2007. – № 9. – С. 178–182.

3. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: аналит. обзор. – Новосибирск: ГПНТБСОРАН, 2003. – 138 с.

4. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 1136 с.

5. Ишемьяров А.Ш. Качественная оценка земель: учеб. пособие. – Ульяновск, 1985. – 57 с.

6. Карманов И.И. Плодородие почв СССР (природные закономерности и количественная оценка). – М.: Колос, 1980. – 224 с.

7. Карманов И.И., Фриев Т.А. Бонитировка почв на основе почвенно-экологических показателей // Почвоведение. – 1982. – № 5. – С. 12–21.

8. Опекунова М.Г., Сомов С.С., Папян Э.Э. Загрязнение почв в районе воздействия горнорудных предприятий Башкирского Зауралья // Почвоведение. – 2017. – № 6. – С. 744–748.

9. Рахманин Ю.А., Ступаков Г.П. Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиены окружающей среды / под ред. Ю.А. Рахманина. – М., 2001. – С. 4–11.

10. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

11. Соболев С.С., Полянский И.А. Бонитировка почв. – М., 1965. – 414 с.

12. Тайчинов С.Н. Бонитировка почвы и качественная оценка земель: учеб. пособие для вузов. – Ульяновск, 1977. – 80 с.

13. Такумбетов М.И. Методологические и методические оценки земель // Качественная оценка пахотных почв и сенокосов Башкирской АССР. – Уфа, 1972. – С. 6–57.

14. Янин Е.П. Техногенные речные илы в зоне промышленного города (формирование, состав, геохимические особенности). – М.: ИМГРЭ, 2002. – 100 с.

15. Analysis of metal content in soils near abandoned mines of Bashkir Trans Urals and in the hair of children living in this territory / I.N. Semenova, Yu.S. Rafikova, R.F. Khasanova [et al.] // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2018. – № 50. – P. 664–670. DOI: 10.1016/j.jtemb.2018.06.017

16. Regional peculiarrities of micro-element accumulation in objects in the transural region of the republic of Bashkortostan / I.N. Semenova, Y.S. Rafikova, Y.T. Suyundukov [et al.] // Biogenic-Abiogenic Interactions in Natural and Anthropogenic Systems. – 2016. – P. 179–187.

Комплексная гигиеническая оценка содержания полиароматических углеводородов в пищевых продуктах, атмосферном воздухе и водопроводной воде

Н.А. Долгина, А.Н. Ганькин, Е.В. Федоренко, Е.В. Дроздова, М.С. Турко

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

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) представляют собой большую группу контаминантов окружающей среды и пищевых продуктов, поступающих в организм человека алиментарным и ингаляционным путями. ПАУ образуются при пиролизе органических веществ в воздухе, воде и технологических процессах изготовления пищевых продуктов. Осуществлена комплексная гигиеническая оценка уровней контаминации пищевой продукции, атмосферного воздуха и питьевой воды ПАУ. Проведено изучение содержания бенз(а)антрацена (БаА), бенз(b)флуорантена (БbФ), хризена, бенз(а)пирена (БП) в 278 про-

бах пищевых продуктов; БП, БbФ, бенз(k)флуорантена (БkФ), индено(1,2,3-c,d)пирена (ИП), фенантрена (Фен), дибенз(a,h)антрацена (ДБahA), нафталина (Наф), антрацена, ацетонафтена, 2-метилнафталина и пирена в 36 пробах атмосферного воздуха; БП, БbФ, БkФ, бенз(ghi)перилена, ИП в 100 пробах водопроводной воды. Средние уровни контаминации БП и суммой 4 ПАУ по медиане составили от 0,0065 и 0,21 мкг/кг в кофейных напитках до 0,42 и 4,27 мкг/кг в чайных напитках соответственно. Близкие к максимальным уровни загрязнения БП и суммой 4 ПАУ (95-й процентиль) достигали 4,84 и 32,91 мкг/кг в чайных напитках. Концентрации БbФ, БkФ, БП, БghiП, ИП в питьевой воде варьировались от 0 мкг/дм^3 до 0,005 мкг/дм^3. Содержание (по медиане) НАФ, 2-МНАФ, АНАФ, ФЕН, АНТ, ПИР, БbФ, БkФ, ДБahA, ИП в атмосферном воздухе составило 0,80 нг/м^3, БП – 0,17 нг/м^3. Гигиеническая оценка полученных результатов не выявила превышения максимально допустимых уровней ПАУ во всех образцах исследованной пищевой продукции, водопроводной воды и атмосферного воздуха. Учитывая высокую гигиеническую значимость ПАУ, обладающих канцерогенными свойствами, в отношении данных веществ требуется разработать алгоритм оценки их комплексного поступления и применять его в отношении водопроводной воды, атмосферного воздуха и пищевой продукции.

Ключевые слова: пищевые продукты, атмосферный воздух, водопроводная вода, полиароматические углеводороды, канцерогенные вещества, контаминация.

Полиароматические углеводороды (ПАУ) – это класс органических соединений, состоящий из двух и более ароматических конденсированных колец. В окружающей среде идентифицировано более 100 ПАУ, встречающихся в виде сложных смесей. Обсуждаемые вещества образуются при неполном сжигании нефти, угля, газа или других органических веществ, при производстве алюминия, железа, стали в коксовых печах. Указанное обусловливает поступление значительных объемов ПАУ в среду обитания человека [15, 16]. На уровни ПАУ в пищевой продукции влияют поверхностная контаминация, а также различные технологические процессы, используемые в промышленных и домашних условиях (приготовление на гриле, жарка, сушка, копчение, использование коптильных ароматизаторов) [13, 16]. В атмосферный воздух данные соединения поступают с выхлопами автомобильного транспорта, лесными пожарами, функционированием объектов теплоэнергетики и тяжелой промышленности [7, 13]. Основным источником загрязнения питьевой воды данными химическими веществами является битумное покрытие водопроводных труб, применяемое для их защиты от коррозии. В случае повышенного уровня загрязнения ПАУ из битумного покрытия водопроводных труб объемы поступления ПАУ с питьевой водой могут быть такими же, что и с продуктами питания, и даже превосходить их [7, 13, 18]. Таким образом, данные вещества поступают в объекты среды обитания множественными путями.

В последние годы определению уровня экспозиции населения ПАУ уделяется все большее внимание, так как они обладают различными негативными эффектами на здоровье: воздействуют на иммунную систему и репродуктивные функции, а также оказывают канцерогенное и мутагенное действие. В отношении веществ, обладающих генотоксическими и канцерогенными свойствами, необходимо применять принцип минимизации содержания данных соединений в пищевой продукции, водопроводной воде и атмосферном воздухе до максимально достижимого низкого уровня, что в случае ПАУ не представляется возможным в связи с их образованием в результате процессов жизнедеятельности человека. Наличие указанных соединений, несомненно, представляет опасность для здоровья, однако для принятия управленческих решений по профилактике онкологических заболеваний насе-

ления, имеющих ограничительный характер и экономические последствия, необходима оценка уровней формирующихся рисков для здоровья [7, 12–18].

ПАУ поступают в организм человека в виде смеси соединений. Согласно рекомендациям Агентства по охране окружающей среды США для оценки рисков здоровью населения необходимо учитывать комбинированное воздействие вышеназванных веществ [15]. В настоящее время данные о фактических уровнях контаминации пищевой продукции, атмосферного воздуха, воды ПАУ с учетом смеси указанных веществ, в том числе с учетом их индивидуального вклада в общий уровень ингаляционной и алиментарной нагрузки, различной степени канцерогенной и мутагенной активности, в Республике Беларусь ограничены.

Поскольку ПАУ представляют риск для здоровья населения, изучение уровней контаминации пищевой продукции, атмосферного воздуха, водопроводной воды обсуждаемыми соединениями является актуальным.

Целью работы является гигиеническая оценка уровней контаминации ПАУ пищевой продукции, атмосферного воздуха и водопроводной воды.

Определение ПАУ проводилось согласно ГОСТ 31745-2012 «Продукты пищевые. Определение содержания ПАУ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» в 278 пробах пищевой продукции: продуктах какао-переработки, масложировой, молочной, копченой мясной и рыбной продукции, копченых сырах, хлебобулочных изделиях, чае (здесь и далее – готовый напиток) и кофе (здесь и далее – готовый напиток), в 36 пробах атмосферного воздуха по СТБ ИСО 16362-2006 «Воздух атмосферный. Определение сорбированных на твердых частицах полициклических ароматических углеводородов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», в 100 образцах питьевой воды в соответствии с СТБ ИСО 17993-2005 «Качество воды. Определение 15 полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектором после экстракции жидкость – жидкость». Предел количественного определения (ПКО) в пищевых продуктах для БаА и БП составлял 0,01 мкг/кг, а для БbФ и ХР 0,1 мкг/кг. Предел обнаружения (ПО) в атмосферном воздухе для нафталина (НАФ), 2-метилнафталина (2-МНАФ), аценафтена (АНАФ), фенантрена (ФЕН), антрацен (АНТ), пирена (ПИР), БbФ, бензо(k)флуорантена (БkФ), БаА, дибензо(a,h)антрацена (ДБahA), индено(1,2,3-cd)пирена (ИП) составил 0,0016 мкг/м^3, для БП – 0,00033 мкг/м^3, в питьевой воде – для БbФ, БkФ, БП, ИП и бенз(g,h,i)перилена (БghiП) – 0,005 мкг/дм^3.

Отбор проб атмосферного воздуха проводился в районах города с различной антропогенной нагрузкой. Так, пробы атмосферного воздуха были отобраны в условно чистых (спальных) районах, характеризующихся низкой плотностью транспортных потоков, большой площадью рекреационных территорий и условно загрязненных районах (территориях с объектами промышленности и теплоэнергетики и высокой плотностью транспортных потоков).

Статистическая обработка полученных данных проведена с помощью пакета Statistica 12.0. Оценка соответствия полученных данных нормальному распределению осуществлялась с использованием критериев *W* теста Шапиро – Уилка (Shapiro – Wilk *W*-test) и Колмогорова – Смирнова с поправкой Лиллефорса (Kolmogorov – Smirnov & Lilliefors test for normality). Распределение данных считалось отличным от нормального (непараметрическим) при уровне значимости $p < 0,05$. Для характеристики уровня контаминации ПАУ пищевой продукции ис-

пользованы медиана (*Me*), интерквартильный размах [25 %; 75 %] и 95-й процентиль (95P).

Уровень контаминации является одной из переменных, используемых для оценки экспозиции. При этом ПАУ в изучаемых объектах могут быть в количестве ниже ПО или ПКО. Нами использованы модели, в которых оцениваются нижняя (НГ) и верхняя (ВГ) границы, а также средний уровень (СУ). В пищевой продукции для НГ значения приравниваются к пределу обнаружения (ПО), в атмосферном воздухе и водопроводной воде – к 0, для ВГ к ПКО и ПО, а для СУ они составляют (ПО+ПКО)/2 и 1/2 ПО соответственно [5–8, 10]. Достоверность различий между ВГ и НГ по отношению к СУ контаминации пищевой продукции по медиане определялась при уровне значимости $p < 0,05$ по *U*-критерию Манна – Уитни.

Характеристика уровней контаминации различных видов пищевой продукции, атмосферного воздуха, питьевой воды БП, 4 ПАУ на основе канцерогенных (ТЭ-БП) и мутагенных эквивалентов (МЭ-БП) с учетом низкоконтаминированных проб проводилась на основании инструкции по применению № 004-1618 [3].

На основании выполненного количественного определения ПАУ в пищевой продукции, атмосферном воздухе и питьевой воде оценены фактические уровни ПАУ в указанных объектах среды обитания. Средние уровни контаминации (по медиане) БаА составили от 0 мкг/кг в кофе до 0,67 мкг/кг в чае, БbФ – от 0 мкг/кг в молочных продуктах до 0,37 мкг/кг в масложировой продукции, ХР – от 0 мкг/кг в копченых сырах до 2,86 мкг/кг в чае, БП – от 0 мкг/кг в продуктах какао-переработки до 0,42 мкг/кг в чае, 4 ПАУ – от 0,07 мкг/кг в кофе до 4,24 мкг/кг в чае. В пределах чувствительности метода в отдельных пищевых продуктах исследуемые вещества на уровне медианы не регистрировались, в том числе БbФ в продуктах какао-переработки, хлебобулочных изделиях, кофе, копченых сырах, ХР в продуктах какао-переработки, копченых мясных и рыбных продуктах, кофе, молочных продуктах, БП в молочных продуктах и кофе [1]. В пробах питьевой воды из централизованных систем питьевого водоснабжения, отобранных в осенне-зимний период 2019–2020 гг., средние уровни загрязнения (по медиане) БkФ, бенз(ghi)перилена, ИП и БП в пределах чувствительности метода не зафиксированы. Содержание (по медиане) ФЕН и АНТ в атмосферном воздухе г. Минска в целом за аналогичный период составило 0,23 и 0,59 нг/м^3, 2-МНАФ, АНАФ, БbФ, БkФ – 0 нг/м^3. Концентрации НАФ, ПИР, БП, ДБahA, ИП в атмосферном воздухе г. Минска в целом в пределах чувствительности метода не регистрировались.

Гигиеническая оценка уровней контаминации показала отсутствие превышения максимальных допустимых концентраций ПАУ, установленных в Республике Беларусь [2, 4–6], Евразийском экономическом союзе и Европейском союзе [8–11], во всех исследованных образцах пищевых продуктов, водопроводной воды и атмосферного воздуха.

На основании изученных уровней контаминации химическими веществами оценена доля проб, в которых ПАУ содержатся в количествах ниже ПКО. В пищевой продукции и питьевой воде количество образцов с уровнями контаминации ПАУ ниже ПКО составило 0–100 % [1]. Результаты проведенной оценки проб атмосферного воздуха, которые «квалифицируются» как «не обнаружено», свидетельствуют, что количество проб с уровнями контаминации НАФ, БП, 2-МНАФ, АНАФ, ФЕН, АНТ, ПИР, БbФ, БkФ, ДБahA, ИП ниже ПКО составило 100; 100; 0–100; 0–100; 0–75; 16,7–100; 25–100; 0–100; 0–100; 50–100; 75–100 % соответственно. Поэтому для про-

ведения комплексной гигиенической оценки содержания ПАУ в вышеназванных объектах нами было осуществлено моделирование количественной характеристики проб, которые «квалифицируются» как «не обнаружено» [3, 7, 12, 14, 18].

Средние уровни (по медиане) контаминации изученных видов пищевой продукции БП составили от 0,003 до 0,42 мкг/кг, БаА – от 0,003 до 0,67 мкг/кг, ХР – от 0,03 до 2,86 мкг/кг, БbФ – от 0,03 до 0,37 мкг/кг, 4 ПАУ – от 0,13 до 4,28 мкг/кг. Наибольшее (95Р) содержание БП достигало 4,84 мкг/кг, БаА – 6,91 мкг/кг, ХР – 21,71 мкг/кг, БbФ – 4,28 мкг/кг, 4 ПАУ – 32,95 мкг/кг в чайных напитках. В некоторых группах исследованной пищевой продукции отличий в изучаемых уровнях не выявлено, что связано с малым размером выборок и большим количеством значений выше ПКО используемого метода [1].

Значения уровней загрязнения питьевой воды БbФ, БkФ, БП, БghiП, ИП варьировались от 0 до 0,005 мкг/дм^3 ($U = 0$, $Z = –12{,}22$, $p < 0{,}05$). Однако статистически значимых различий в уровнях содержания данных контаминантов в водопроводной воде не установлено.

Характеристика концентраций ПАУ в атмосферном воздухе г. Минска представлена в таблице.

Характеристика концентраций ПАУ в атмосферном воздухе г. Минска, нг/м^3

Контаминант	Min–Max	*Me* [25 %; 75 %]			95Р		
		НГ	СУ	ВГ	НГ	СУ	ВГ
НАФ	0–1,60	0* [0; 0]	0,80 [0,80; 0,80]	1,60* [1,60; 1,60]	0	0,80	1,60
2-МНАФ	0–9,59	0* [0; 2,56]	0,80 [0,80; 2,56]	1,60* [1,60; 2,56]	9,46		
АНАФ	0–10,67	0* [0; 5,91]	0,80 [0,80; 5,91]	1,60* [1,60; 5,91]	10,52		
ФЕН	0–9,72	0,23* [0; 2,99]	0,80 [0,80; 2,99]	1,60* [1,60; 2,99]	9,43		
АНТ	0–6,96	0,59* [0; 2,99]	0,99 [0,80; 2,99]	1,60* [1,60; 2,99]	6,71		
ПИР	0–2,11	0* [0; 0]	0,80 [0,80; 0,80]	1,60* [1,60; 1,60]	1,78		
БbФ	0–1,60	0* [0; 0,40]	0,80 [0,80; 0,80]	1,60* [0,86; 1,60]	0,89		
БkФ	0–1,60	0* [0; 0,46]	0,80 [0,65; 0,80]	1,60* [0,65; 1,60]	0,94		
БП	0–0,33	0* [0; 0]	0,17 [0,17; 0,17]	0,33* [0,33; 0,33]	0	0,17	0,33
ДБahA	0–70,53	0* [0; 0]	0,80 [0,80; 0,80]	1,60* [1,60; 1,60]	70,48		
ИП	0–1,60	0* [0; 0]	0,80 [0,80; 0,80]	1,60* [1,60; 1,60]	0,45	0,80	1,60

Примечание: min – минимальное значение, max – максимальное значение, *Me* – медиана, [25 %; 75 %] – интерквартильный размах, 95Р – 95-й процентиль.

Значения уровней загрязнения атмосферного воздуха г. Минска в целом НАФ, 2-МНАФ, АНАФ, ПИР, БbФ, БkФ, ДБahA, ИП варьировались от 0 до 1,60 нг/м^3, ФЕН – от 0,23 до 1,60 нг/м^3, АНТ – от 0,59 до 1,60 нг/м^3, БП – от 0 до

0,33 нг/м^3. Выявлены статистически значимые различия между ВГ и НГ по отношению к СУ контаминации для НАФ ($U = 0$, $Z = –7,29$, $p < 0,05$), 2-МНАФ ($U = 410,5$, $Z = –2,67$, $p < 0,05$), АНАФ ($U = 380,5$, $Z = –2,95$, $p < 0,05$), ФЕН ($U = 396$, $Z = –2,83$, $p < 0,05$), АНТ ($U = 450$, $Z = –2,22$, $p < 0,05$), ПИР ($U = 111,5$, $Z = –6,04$, $p < 0,05$), БbФ ($U = 60,5$, $Z = –6,61$, $p < 0,05$), БkФ ($U = 112,5$, $Z = –6,03$, $p < 0,05$), БП ($U = 112,5$, $Z = –6,03$, $p < 0,05$), ДБahA ($U = 136$, $Z = –5,76$, $p < 0,05$), ИП ($U = 2$, $Z = –7,27$, $p < 0,05$)

Средние концентрации (по медиане) НАФ, 2-МНАФ, АНАФ, ФЕН, АНТ, ПИР, БbФ, БkФ, ДБahA, ИП в атмосферном воздухе составили 0,80 нг/м^3, БП – 0,17 нг/м^3. Наибольшее содержание изучаемых веществ (по 95Р) установлено для 2-МНАФ (9,46 нг/м^3), АНАФ (10,52 нг/м^3), ДБahA (70,48 нг/м^3). В ходе сравнительного анализа данных установлены статистически значимые различия в концентрациях отдельных представителей ПАУ между условно чистыми и условно загрязненными районами города для 2-МНАФ ($U = 380$, $Z = –4,02$, $p < 0,05$), ФЕН ($U = 423$, $Z = –3,21$, $p < 0,05$) и АНТ ($U = 205,1$, $Z = –3,5$, $p < 0,05$).

После определения уровней загрязнения отдельными ПАУ проведена интегральная оценка уровней контаминации смесью ПАУ с учетом факторов канцерогенной и мутагенной эквивалентности (ТЭФ и МЭФ соответственно). Метод, основанный на указанных показателях, позволяет учитывать степень канцерогенной и мутагенной активности, индивидуальный вклад отдельных ПАУ в уровень загрязнения пищевой продукции их смесью. Средние уровни (по медиане) контаминации ПАУ изученных видов пищевой продукции, питьевой воды и атмосферного воздуха на основе ТЭ-БП составили от 0,01 до 0,55 мкг/кг, 0,0031 мкг/дм^3, 4,42 нг/м^3, ПАУ с учетом МЭ-БП – от 0,02 до 0,81 мкг/кг, 0,0047 мкг/дм^3, 0,93 нг/м^3 соответственно. В пищевой продукции, водопроводной воде, атмосферном воздухе наибольшее (95Р) содержание ПАУ на основе ТЭ-БП достигало 6,06 мкг/кг, 0,0061 мкг/дм^3, 352,76 нг/м^3, ПАУ с учетом МЭ-БП – 6,64 мкг/кг, 0,0093 мкг/дм^3, 21,02 нг/м^3.

Проведенные исследования показали, что наибольшие уровни контаминации ПАУ установлены для масложировой продукции и чая. Указанное обусловлено сочетанием последовательных технологических процессов, способствующих образованию обсуждаемых веществ и физико-химическими свойствами изученных пищевых продуктов. Загрязнение атмосферного воздуха ПАУ в целом зависит от плотности расположения объектов промышленности и транспортной инфраструктуры. В питьевой воде отдельные представители класса ПАУ присутствуют в незначительных количествах.

Таким образом, гигиеническая оценка уровней контаминации позволила оценить содержание ПАУ в изученных группах пищевой продукции, питьевой воде и атмосферном воздухе. Средние уровни (по медиане) контаминации изученных видов пищевой продукции БП составили от 0,003 до 0,42 мкг/кг, БаА – от 0,003 до 0,67 мкг/кг, ХР – от 0,03 до 2,86 мкг/кг, БbФ – от 0,03 до 0,37 мкг/кг, 4 ПАУ – от 0,13 до 4,28 мкг/кг. Значения уровней загрязнения питьевой воды БbФ, БkФ, БП, БghiП, ИП варьировались от 0 до 0,005 мкг/дм^3. Средние концентрации (по медиане) НАФ, 2-МНАФ, АНАФ, ФЕН, АНТ, ПИР, БbФ, БkФ, ДБahA, ИП в атмосферном воздухе составили 0,80 нг/м^3, БП – 0,17 нг/м^3. Полученные данные подтверждают необходимость дальнейшего изучения содержания и особенностей распространения в объектах окружающей среды и пищевых продуктах обсуждаемых соединений. Учитывая высокую гигиеническую значимость ПАУ, обладающих

канцерогенными свойствами, в отношении данных веществ требуется разработать алгоритм оценки их комплексного поступления и применять его в отношении водопроводной воды, атмосферного воздуха и пищевой продукции.

Исследования финансировались за счет средств отраслевой научно-технической программы «Здоровье и среда обитания», гранта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований «Наука М-2019», а также в рамках проекта COST CA18105.

Список литературы

1. Долгина Н.А., Федоренко Е.В., Сычик С.И. Оценка канцерогенного риска здоровью, обусловленного образованием полиароматических углеводородов при изготовлении пищевой продукции // Актуальные проблемы гигиены, токсикологии и профпатологии: материалы науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов с междунар. участием / под ред. В.Н. Ракитского. – Мытищи: ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, 2019. – С. 213–217.

2. Классы опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и установлении порядка отнесения загрязняющих веществ к определенным классам опасности загрязняющих веществ [Электронный ресурс] / утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 декабря 2010 г. № 174 // Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. – URL: http://minzdrav.gov.by/upload/dadvfiles/000352_397407_PostMZ_N174_2010_Sanpin_Classes.doc (дата обращения: 19.02.2020).

3. Метод гигиенической оценки содержания полиароматических углеводородов в пищевой продукции: инструкция по применению № 004-1618 / утв. зам. министра, Гл. гос. сан. врачом 22.06.2018 г. – Минск, 2018. – 14 с.

4. Нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения [Электронный ресурс] / утв. постановлением Министерства здравоохранения Респ. Беларусь от 8 ноября 2016 г. № 113 // Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. – URL: http://minzdrav.gov.by/upload/dadvfiles/000352_132617_postan113.doc (дата обращения: 19.02.2020).

5. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов: гигиенические нормативы [Электронный ресурс] / утв. постановлением Министерства здравоохранения Респ. Беларусь от 21 июня 2013 г. № 52 // Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. – URL: http://minzdrav.gov.by/dadvfiles/000358_263484_PostMZ_N52_2013_GigNormatives.zip (дата обращения: 20.07.2019).

6. СанПиН. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 РБ 99 [Электронный ресурс] / утв. постановлением Главного гос. сан. врача Республики Беларусь от 19 октября 1999 г. № 46 // Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. – URL: http://minzdrav.gov.by/upload/dadvfiles/000350_853875_SanPin_10124_1999.doc (дата обращения: 19.02.2020).

7. Ali N. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in indoor air and dust samples of different Saudi microenvironments; health and carcinogenic risk assessment for the general population // Science of the Total Environment. – 2019. – Vol. 696. – P. 133995.

8. Commission Regulation (EU) 2015/1933 of 27 October 2015 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in cocoa fibre, banana chips, food supplements, dried herbs and dried spices [Электронный ресурс] // EuroLex. – URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1933&qid=1563637498339&from=EN (дата обращения: 20.07.2019).

9. Commission Regulation (EU) 835/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs [Электронный ресурс] // EuroLex. – URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&qid=%201429 076106145 (дата обращения: 20.07.2019).

10. Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15.12.2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air [Электронный ресурс] // EuroLex. – URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1486475021303&uri=CELEX:02004L01 (дата обращения: 24.02.2020).

11. Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption [Электронный ресурс] // EuroLex. – URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1998/83/2015-10-27 (дата обращения: 24.02.2020).

12. Health risk from dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in a typical high cancer incidence area in southwest China / Y. Zhu, X. Duan, N. Qin [et al.] // Science of the Total Environment. – 2019. – № 649. – P. 731–738. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.157

13. Multi-pathway assessment of human health risk posed by polycyclic aromatic hydrocarbons / C. Qu, B. Li, H. Wu [et al.] // Environmental Geochemistry and Health. – 2015. – Vol. 37, № 3. – P. 118–129. DOI: 10.1007/s10653-014-9675-7

14. Pogorzelec M., Piekarska K. Application of semipermeable membrane devices for long-term monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons at various stages of drinking water treatment // Science of the Total Environment. – 2018. – Vol. 631–632. – P. 1431–1439. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.105

15. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain [Электронный ресурс] // The EFSA Journal. – URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2008.724/epdf (дата обращения: 04.03.2019).

16. Singh L., Agarwal T. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in diet: Concern for public health // Trends in Food Science & Technology. – 2019. – № 79. – P. 160–170. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.07.017

17. Wenzl T., Zelinkova Z. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food and Feed. – Encyclopedia of Food Chemistry, 2019. – P. 455–469.

18. Zhang Y., Zhang L., Huang Z. [et al.]. Pollution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in drinking water of China: Composition, distribution and influencing factors // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2019. – Vol. 177. – P. 108–116. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.03.119

Гигиеническая оценка комплекса физических факторов неионизирующей природы, воздействующих на обучающихся

Д.В. Ланин[1,2,3], К.Н. Лихачев[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[3]ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера», Минздрава РФ,
г. Пермь, Россия

Проведен анализ физических факторов неионизирующей природы, оказывающих влияние на обучающихся в общеобразовательном учреждении. Описаны натурные исследования (измерения) физических факторов, наличествующих при образовательном процессе в учебных кабинетах. По результатам исследования установлено, что параметры искусственной освещенности, шума, электромагнитного излучения, действующие на обучаемых, находятся в нормативных пределах. Вместе с тем при измерении и оценке аэроионного состава воздуха обнаружены отклонения от предельно допустимых уровней в сторону уменьшения.

Ключевые слова: физические факторы, электромагнитное излучение, учебное место, гигиеническая оценка, среда обитания.

Воздействие факторов среды обитания на человека является основной проблемой гигиены как в историческом плане, так и на современном этапе. В частности, изучению воздействия различных физических факторов на организм работающих и обучающихся посвящены исследования [1, 8–10], показывающие, что эти факторы могут влиять на различные органы и системы человека, а также приводить к патологическим сдвигам и заболеваниям [7, 20]. Так, воздействие шума на работающих показано в работах [1, 6], пульсации света – в исследованиях [3, 19], влияние отрицательно и положительно заряженных частиц в воздухе (аэроионов) – в работах [13, 21].

В современных образовательных учреждениях в рамках образовательного процесса в ряде школ широко используется различное, в том числе электронное, оборудование, которое, согласно требованиям, должно соответствовать критериям безопасности (сертификация). Однако необходимо учитывать, что все оборудование может работать как по отдельности (изолированно), так и совместно (в комплексе). Проблема оценки уровней различных физических факторов, воздействующих на обучающихся, изучена недостаточно.

Цель исследования – провести гигиеническую оценку уровней физических факторов неионизирующей природы, воздействующих на обучающихся.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования выбраны классные комнаты (учебные классы) одной из гимназий г. Перми. Четыре классных комнаты (по одной классной комнате для каждой параллели), в которых проводятся занятия для параллелей 1, 4, 7-х и 11-х классов, а также кабинет информатики,

в котором проходят занятия у учеников 7-х и 11-х классов. Всего обследовано 5 классных комнат, в каждой классной комнате от 15 до 33 учебных мест.

Проведена гигиеническая оценка комплекса физических факторов, на каждом учебном месте производимых следующим оборудованием: лампы дневного света, электронные («умные») доски (Smartboard SBD600 series), передатчики Wi-Fi сигнала (роутеры) для каждой из 5 классных комнат. Оборудование и его расположение в исследуемых комнатах (помещениях) носит однотипный характер. Исключение составляет кабинет информатики, в котором имеются персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ, компьютеры) на каждом рабочем месте (персональное место учащегося) общим числом 15. На каждом рабочем месте в каждой классной комнате исследованы: шум, освещенность искусственная, коэффициент пульсации освещенности, электромагнитное излучение частотой от 5 Гц до 400 кГц, аэроионный состав воздуха.

Измерения проводились на основании действующих методик, используемых органами и учреждениями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, нормативно-методических документов в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Так, измерения параметров шума проводились шумомером-анализатором спектра, виброметром портативным «Октава-110А» по методикам ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданиях» [3], МУ № 1844-78 «Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценки шумов на рабочих местах» [11]. Замеры уровней искусственной освещенности и коэффициента пульсации освещенности проводились прибором: люксметр-пульсметр «Аргус-07» по ГОСТ 24940-2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности» [4] и ГОСТ 33393-2015 «Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности» [5] соответственно. Измерения электромагнитных составляющих проводились измерителем параметров электрического и магнитного полей трехкомпонентный ВЕ-метр-АТ-003 по методике, указанной в СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [17]. С целью измерения количества отрицательных и положительных ионов в воздухе исследуемых объектов применялся счетчик аэроионов «МАС-01», измерения проводили согласно методике МУК 4.3.1675-03 «Общие требования к проведению контроля аэроионного состава воздуха» [12]. Все приборы имели действующие сертификаты поверки, измеренные показатели записывались с оформлением специальной документации. Полученные результаты сравнивались с нормативными показателями [14–16, 18]. Данный фрагмент исследования проведен совместно с Лабораторией физических факторов (ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» Роспотребнадзора).

Проведено анкетирование учителей. Всего проанализировано 9 анкет. Анкеты включали вопросы, связанные с временем воздействия исследуемых физических факторов и касающиеся организации работы с электронными устройствами. Для времени включения оборудования (интерактивные умные доски, ПЭВМ) на каждом уроке по анкетным данным произведен расчет медиан. С целью верификации анкетных данных по времени активности учащихся, связанных с воздействием электронного и прочего оборудования, проведен хронометраж (измерение времени, для включенного оборудования отдельно для доски, отдельно для персональных электронно-вычислительных машин в кабинетах информатики, для шумового воздейст-

вия в периоды относительной тишины (минимум) и относительной громкости (максимум) на занятиях). Так как свет в кабинетах включен постоянно – факторы «Освещенность искусственная» и «Коэффициент пульсации освещенности» принимались равными 45 мин воздействия. Проведен анализ расписания уроков исследуемых параллелей.

Результаты. В ходе анализа анкет учителей выявлено, что интерактивные электронные доски используют практически все преподаватели за исключением учителей физкультуры. Установлено, что время использования данного оборудования на большинстве уроков составляет в параллели 1-х классов – от 3 до 12 мин (медианное значение 11 мин). В параллели 4-х классов время использования смартборда составило – от 5 до 20 мин (медиана – 12,5 мин). При этом на одном из уроков (изобразительное искусство) в каждой из параллелей 1-х и 4-х классов умная доска используется в течение всего урока (45 мин). При анализе расписания данный предмет проходит в каждом классе обеих параллелей по одному разу в неделю.

В параллели 7-х классов время использования умной доски составило – от 5 до 45 мин (медианное значение 15 мин). В параллели 11-х классов время использования смартборда составило – от 5 до 45 мин (медиана – 10 мин). При этом на предмете информатики в обеих параллелях время использования ПЭВМ на каждом рабочем месте каждым учеником составило 45 мин (все время занятия). Частота урока информатика в параллелях 7-х и 11-х классов – по 2 раза в неделю в каждом классе. Эти факты подтверждаются как данными анкетирования учителей, так и собственными натурными наблюдениями (хронометражем).

Персональные смартфоны и планшеты в процессе обучения не используются (табл. 1).

Таблица 1

Максимальные зафиксированные значения электромагнитного излучения в учебных кабинетах по параллелям

Наименование фактора	Диапазон частот	Норматив (ПДУ)	1-е классы	4-е классы	7-е классы	11-е классы
Кабинеты для теоретических занятий						
Напряженность электрического поля, в/м	5 Гц–2 кГц	Не более 25	<5	<5	<5	<5
	2–400 кГц	Не более 2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Плотность магнитного потока, мТл	5 Гц–2 кГц	Не более 250	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
	2–400 кГц	Не более 25	<5	<5	<5	<5
Кабинет информатики						
Напряженность электрического поля, в/м	5 Гц–2 кГц	Не более 25	–	–	6,5	5,1
	2–400 кГц	Не более 2,5	–	–	0,65	1,2
Плотность магнитного потока, мТл	5 Гц–2 кГц	Не более 250	–	–	0,09	0,12
	2–400 кГц	Не более 25	–	–	<5	<5

Как видно из табл. 1, при анализе электромагнитного излучения в каждом из 4 кабинетов для теоретических занятий для каждой параллели на каждом учебном месте величина напряженности электрического поля в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц составила менее 5 мТл, для диапазона от 2 до 400 кГц – менее 0,5 в/м, что ниже предела чувствительности прибора. Плотность магнитного потока (см. табл. 1) для диа-

пазона от 5 Гц до 2 кГц составляла менее 0,06 мТл, а для 2–400 кГц – менее 5 мТл, что также ниже предела чувствительности прибора.

В кабинете информатики (обучение информатики в данной гимназии начинается с 7-го класса) были зафиксированы наибольшие значения напряженности электрического поля не выше 6,5 и 1,2 в/м для диапазонов 5 Гц–2 кГц и 2–400 кГц соответственно, это превышает аналогичные показатели для кабинетов для теоретических занятий. Плотность магнитного потока в этом кабинете составляла значения от менее 0,06 до 0,12 мТл для диапазона 5 Гц–2 кГц (выше аналогичного показателя в других кабинетах) и практически не отличалась от таковой в других кабинетах (менее 5 мТл) в диапазоне 2–400 кГц. Таким образом, натурные измерения показателей электромагнитного излучения во всех изученных классных комнатах на каждом из мест обучаемых, включая кабинет информатики, в котором из-за присутствия большого числа компьютеров, выявили, что фон электромагнитного излучения чуть более повышен, но не превысил предельно допустимых уровней и соответствует требованиям (табл. 2) [15].

Таблица 2

Показатели физических факторов, воздействующих на учащихся по параллелям

Наименование фактора		Норматив	1-й класс	4-й класс	7-й класс	11-й класс
Шум (эквивалентный уровень звука), дБА, минимум		Не более 65	52,6	55,1	50,5	49,7
Шум (эквивалентный уровень звука), дБА, максимум		Не более 65	62,3	64,1	60,2	59,3
Освещенность искусственная, лк		Не менее 300	588	612	572	602
Коэффициент пульсации освещенности, %		Не более 5	0,1	0,2	0,1	0,1
Аэроионы, ион/см^3·10^{-3}	положительно заряженные (N^+)	Не менее 400	<100	<100	<100	<100
	отрицательно заряженные (N^-)	Не менее 600	0,11	0,1	<100	<100

Хронометраж времени воздействия физических факторов показал, что освещенность искусственная воздействует на учащихся (фактически присутствует) в течение всего урока – 45 мин. Время воздействия коэффициента пульсации освещенности и отрицательных и положительных ионов в воздухе также составило 45 мин на каждом из занятий.

Шум, производимый на занятии, по данным анкет составлял от 20 мин до 45 мин и был комфортным. По данным проведенного нами хронометража: шум – относительная тишина – 50 % времени урока (около 22,5 мин) относительно громко 50 % (около 22,5 мин) в каждой из параллелей, но не более 65 дБ (см. табл. 2), что соответствует уровню громкой речи человека. Согласно проведенным натурным исследованиям, эквивалентный уровень звука (шум) без учащихся в каждом кабинете составил не более 40 дБ (см. табл. 2), что соответствует нормативу для учебных кабинетов в образовательных организациях п. 6.3 СП 51.13330.2011 [18] и позволяет констатировать, что при измерении уровней звука в классных комнатах при занятии школьников никакие посторонние источники шума не вносили вклад в измеренные значения.

Уровни искусственной освещенности во всех параллелях составили от 588 до 612 лк (см. табл. 2), это более 300 лк и является нормативным значением для учебных классов в образовательных организациях. Уровни коэффициента пульсации

освещенности во всех параллелях составили от 0 до 0,2 % (табл. 2), т.е. во много раз ниже максимального нормативного значения 5 % и являются нормативными для учебных классов в школе. Хорошие показатели параметров освещения обусловлены качественными источниками искусственного света (качественные светодиодные лампы) [2].

По результатам измерений уровней аэроионного состава воздуха было выявлено недостаточное количество отрицательных и положительных аэроионов в воздухе учебных кабинетов (см. табл. 2). Так, концентрация отрицательных аэроинов (N^-) составила менее 100 ион/см$^3 \cdot 10^{-3}$ во всех кабинетах, что менее чувствительности прибора. Концентрация положительных аэроионов составила от менее 100 до 0,11 ион/см$^3 \cdot 10^{-3}$, что не соответствует нормативу, установленному для рабочих мест [16]. Данная проблема, связанная с недостаточным уровнем аэроионов в воздухе, качеством аэроионного состава воздуха встречается довольно часто [21]. Так, в работе Т.В. Плетеневой [13] сообщается об эксперименте в одном из образовательных учреждений, в ходе которого проведены исследования состава воздуха рабочих кабинетов, учебных аудиторий и химической лаборатории. В ходе эксперимента оценивали параметры ионизации воздуха: концентрацию аэроионов обоих зарядов (N^+ и N^-, ионов/см^3) и коэффициент униполярности ($K = N^+/N^-$). За исключением загородного дома (контроль), во всех помещениях количество аэроионов не соответствовало нормативным требованиям [16]. Однако вопрос влияния аэроионного состава на здоровье человека является достаточно дискуссионным, а в ряде работ подвергается критическим замечаниям и сомнению.

Таким образом, проведенный гигиенический анализ полученных данных позволяет сделать **вывод** о том, что комплекс физических факторов неионизирующей природы, воздействующих на обучающихся, включающий показатели освещенности искусственной, коэффициента пульсации освещенности, электромагнитного излучения, обусловленного электронными устройствами, не превышал предельно допустимых уровней ни по одному из изученных параметров, за исключением аэроионного состава воздуха. В целом данное исследование является поисковым. В дальнейшем предполагается дополнить исследование изучением рада дополнительных факторов учебного процесса в школе с менее нагруженной электронным оборудованием образовательной средой и выявить влияние изученных факторов на состояние здоровья обучающихся.

Список литературы

1. Алексеев С.В. Иммунологическая оценка действия шума // Гигиена труда и профессиональные заболевания. – 1989. – № 3. – С. 45–47.

2. Гигиенические основы использования светодиодов в системах искусственного освещения / В.Р. Кучма, Л.М. Текшева, Л.М. Сухарева [и др.]. – М.: ФГБУ «Научный центр здоровья детей» РАМН, 2013. – 246 с.

3. ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданиях [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200114242 (дата обращения: 08.04.2020).

4. ГОСТ 24940-2016. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-

технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200140599 (дата обращения: 08.04.2020).

5. ГОСТ 33393-2015. Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200127444 (дата обращения: 08.04.2020).

6. Денисов Э.И., Чесалин П.В. Неспецифические эффекты воздействия шума // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 54–56.

7. Изменение кристаллографического состояния ротовой жидкости и растворимости эмали зубов пользователей под влиянием электромагнитного излучения от компьютера / Н.А. Васильева, А.Н. Питаева [и др.] // Проблемы стоматологии. Терапевтическая стоматология. – 2016. – Т. 12, № 1. – С. 19–24.

8. Карагодина И.Л., Солдаткина С.А. Транспортный шум в современном городе // Природа. – 1975. – № 3. – С. 26–36.

9. Коневских Л.А., Макогон И.С. Влияние производственных условий на показатели качества жизни горнорабочих профессий // Уральский медицинский журнал. – 2010. – № 2. – С. 56–59.

10. Королев А.А., Кучма В.Р., Гильденскиольд Р.С. Оценка риска ухудшения состояния здоровья населения в связи с воздействием факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. – 1994. – № 2. – С. 11–13.

11. МУ № 1844-78. Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценки шумов на рабочих местах [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docplan.ru/Data2/1/4294846/4294846739.htm (дата обращения: 08.04.2020).

12. МУК 4.3.1675-03. Общие требования к проведению контроля аэроионного состава воздуха [Электронный ресурс] // Меганорм. – URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4293855/4293855481.pdf (дата обращения: 08.04.2020).

13. Плетенева Т.В., Максимова Т.В. Аэроионы и среда обитания человека // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2012. – № 2. – С. 28–34.

14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901859404 (дата обращения: 08.04.2020).

15. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901865498 (дата обращения: 08.04.2020).

16. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901860667 (дата обращения: 08.04.2020).

17. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901858498 (дата обращения: 08.04.2020).

18. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003: санитарные правила [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200084097 (дата обращения: 08.04.2020).

19. Сравнительный анализ влияния светодиодных источников освещения на психофизиологический статус и адаптационные возможности волонтеров [Электронный ресурс] / О.А. Гизингер, М.В. Осиков [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=10460 (дата обращения: 08.04.2020).

20. Хрупачев А.Г., Хадарцев А.А. Количественная оценка вредного воздействия производственного шума и вибрации на здоровье человека // Угрозы и безопасность. – 2013. – № 28. – С. 44–52.

21. Шевченко Е.В., Коржуев А.В. Изучение влияния аэроионов на организм человека в первой половине XX столетия: краткий исторический обзор // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – № 1. – С. 131–133.

Сравнительная гигиеническая оценка лазерного излучения проекторов в натурных условиях

М.Д. Петрова, Н.Ю. Малькова

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
г. Санкт-Петербург, Россия

Одним из наиболее популярных технических средств, используемых во время проведения культурно-зрелищных мероприятий, являются лазерные проекторы. В силу специфики профессии артисты во время представлений не используют средства индивидуальной защиты органов зрения. В подобных ситуациях особенно важна правильная оценка опасности уровней лазерного излучения от проекторов.

Целью работы являлась гигиеническая оценка лазерного излучения идентичных моделей лазерных проекторов. Результаты исследования показали, что уровень лазерного излучения даже у самых маломощных идентичных проекторов может значительно различаться. Эти данные позволяют сделать заключение о невозможности использования протоколов замеров объектов-аналогов при вынесении решения о безопасности использования лазерных проекторов.

Ключевые слова: лазерное излучение, проекторы, лазероопасные зоны, зрение, гигиеническая оценка.

В XXI в. общество предъявляет повышенные требования к качеству зрелищных мероприятий, количество которых из года в год стремительно увеличивается. Организаторы культурно-массовых мероприятий, стремясь привлечь внимание публики, ищут все более инновационные подходы и новые способы, подталкивая инженеров создавать все более разнообразное по характеристикам оборудование.

Одним из наиболее популярных современных технических средств, используемых во время проведения культурно-зрелищных мероприятий, являются лазерные проекторы. Они позволяют выводить на различные плоскости лазерные графические изображения высокой интенсивности и четкости: голограммы, тексты, 3D-фигуры, логотипы. Проекторы могут различаться в широком спектре характеристик: мощность, длина волны, одно- и многоцветность и т.д. Во время представлений можно заметить, что у идентичных моделей проекторов при одном режиме работы может наблюдаться разница в интенсивности цвета лазерного луча и в величине расходимости пучка. Из этого следует предположение, что даже у идентичных моделей в сходных условиях использования могут варьироваться интенсивности лазерного излучения.

Подобные лазерные конструкции часто используются во время концертов и спектаклей, где перед зрителями выступают актеры и певцы. В силу специфики профессии, в отличие от операторов лазерных установок, артисты не используют средства индивидуальной защиты органов зрения. Это может быть опасно не только для лиц с недиагностированными заболеваниями органа зрения, у которых еще не проявились клинические симптомы, но и для людей без функциональных нарушений зрения. В ранних исследованиях показано, что однократное действие лазерного излучения на глаза красной, зеленой, синей областей спектра, применяемых при проведении лазерных шоу, приводят к кратковременным изменениям функции зрения по состоянию световой и цветовой чувствительности [3]. Однако во время одного представления лазерный луч может попадать на глаза зрителей до 20 раз [1].

В подобных ситуациях особенно важна правильная оценка опасности уровней лазерного излучения от проекторов.

В связи с этим **целью исследования** являлась гигиеническая оценка лазерного излучения идентичных моделей лазерных проекторов в натурных условиях.

Материалы и методы. Измерения проводились на 10 одно- и многоцветных проекторах с мощностями от 1 до 20 Вт марки Kwant и длинами волн 445, 532 и 640 нм при настроенной проекционной системе поверенным лазерным дозиметром на возможных местах нахождения артиста. Замеры проводились на основании разработанных специально для проекторов МР 2.2.4.0115-16 «Оценка безопасности использования лазерных проекторов» [3], и для оценки использовались наиболее яркие опорные точки тестовой картины, выбранные в соответствии с методическими рекомендациями.

Измерение рассеянного излучения проводилось в натурных условиях на расстояниях, в пределах которых может находиться артист: 7 и 17 м от сканирующей системы.

Для оценки безопасности измеренных величин проведено сравнение с ПДУ, рассчитанных для операторов и артистов в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4.3359 – 16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [4]. Время действия рассеянного излучения на глаза артистов и зрителей принималось за время реакции глаза 0,25 с.

В случае выявления превышения ПДУ согласно МР 2.2.4.0115-16 рассчитывалась лазероопасная зона.

Результаты. Данные, полученные в ходе исследования, представлены в таблице.

Результаты проведенных исследований показали, что значительная доля проекторов (90 %) имеют превышения допустимых уровней лазерного излучения на расстоянии 7 м и 50 % имеют превышения на расстоянии 17 м.

Результаты замеров энергетической освещенности рассеянного лазерного излучения

Название установки	Длина волны, нм	Место нахождения артиста, м		ПДУ, Вт/см^2
		7	17	
Kvant Maxim № 1	532	**(3,3–3,7) · 10^{-4}**	(2,2–2,5) · 10^{-4}	2,5 · 10^{-4}
Kvant Maxim № 2	532	**(2,4–3,3) · 10^{-4}**	19 (0,2–1,1) · 10^{-4}	2,5 · 10^{-4}
Kvant Maxim № 3	532	(0,4–1,9) · 10^{-4}	19 (0,1–4,5) · 10^{-5}	2,5 · 10^{-4}
Kvant SPECTRUM 6W	445	**(1,8–2,9) · 10^{-4}**	(1,1–1,9) · 10^{-4}	2,5 · 10^{-4}
	532	**(2,3–4,3) · 10^{-4}**	**(1,6–3,6) · 10^{-4}**	2,5 · 10^{-4}
	640	**(1,7–5,1) · 10^{-4}**	(1,1–4,5) · 10^{-4}	5,0 · 10^{-4}
Kvant Maxim 8 W № 1	532	**(3,9–7,3) · 10^{-4}**	**(1,9–3,8) · 10^{-4}**	2,5 · 10^{-4}
Kvant Maxim 8 W № 2	532	**(2,6–6,1) · 10^{-4}**	(1,7–2,4) · 10^{-4}	2,5 · 10^{-4}
Kvant SPECTRUM 10W № 1	445	**(2,8–4,9) · 10^{-4}**	(1,8–2,6) · 10^{-5}	2,5 · 10^{-4}
	532	**(2,9–6,3) · 10^{-4}**	**(1,7–4,1) · 10^{-4}**	2,5 · 10^{-4}
	640	**(2,7–6,1) · 10^{-4}**	(1,7–2,3) · 10^{-5}	5,0 · 10^{-4}
Kvant SPECTRUM 10W № 2	445	**(2,5–3,9) · 10^{-4}**	(1,5–2,9) · 10^{-5}	2,5 · 10^{-4}
	532	**(2,6–4,1) · 10^{-4}**	(0,8–1,3) · 10^{-4}	2,5 · 10^{-4}
	640	**(2,8–5,9) · 10^{-4}**	(1,5–2,7) · 10^{-5}	5,0 · 10^{-4}
Kvant SPECTRUM 14W	445	**(3,8–6,3) · 10^{-4}**	**(0,5–2,9) · 10^{-4}**	2,5 · 10^{-4}
	532	**(4,4–8,1) · 10^{-4}**	**(2,1–4,9) · 10^{-4}**	2,5 · 10^{-4}
	640	**(3,7–9,1) · 10^{-4}**	**(2,6–5,6) · 10^{-4}**	5,0 · 10^{-4}
Kvant SPECTRUM 20W	445	**(3,8–5,9) · 10^{-4}**	**(2,3–4,4) · 10^{-4}**	2,5 · 10^{-4}
	532	**(3,9–7,3) · 10^{-4}**	**(2,8–6,4) · 10^{-4}**	2,5 · 10^{-4}
	640	**(3,7–6,9) · 10^{-4}**	**(2,4–5,3) · 10^{-4}**	5,0 · 10^{-4}

Примечание: жирным шрифтом обозначены величины энергетической освещенности, превышающие предельно допустимые уровни.

Также в соответствии с полученными результатами можно сделать вывод о значительных расхождениях уровней энергетической освещенности лазерного излучения у идентичных моделей приборов в разных натурных условиях. Наиболее показательным является сравнение результатов замеров лазерного излучения трех одноцветных проекторов Kwant Maxim мощностью 1 Вт (рис. 1).

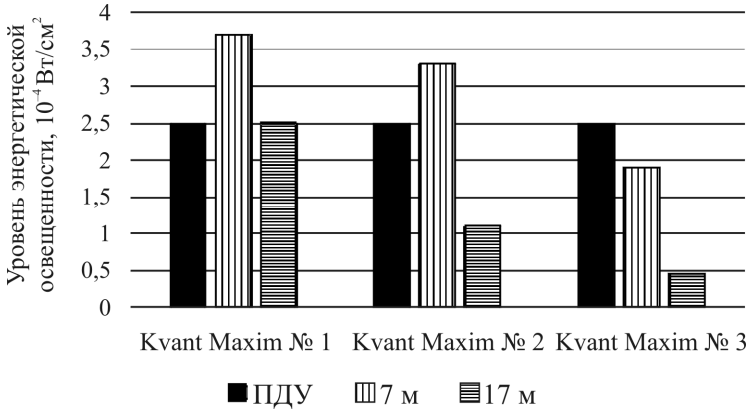


Рис. 1. Уровни энергетической освещенности проекторов Kwant Maxim на расстоянии 7 и 17 м

Из графика следует, что у первого и второго приборов на расстоянии 7 м уровень лазерного излучения значительно превышает предельно допустимый. В то же время у образца № 3 уровни излучения не превышают допустимых на измеренных расстояниях.

При работе многоцветных проекторов на артиста воздействует лазерное излучение трех разных областей спектра: синей (445 нм), зеленой (532 нм) и красной (640 нм). В связи с этим каждая из длин волн оценивается отдельно. Таким образом, для длин волн 445 и 532 нм ПДУ лазерного излучения, согласно расчетам, составляет $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ Вт/см^2, для длины волны, равной 640 нм, – $5 \cdot 10^{-4}$ Вт/см^2. На рис. 2 и 3 представлены сравнения энергетической освещенности проекторов Kvant SPECTRUM 10W № 1 и Kvant SPECTRUM 10W № 2 на расстояниях 7 и 17 м.

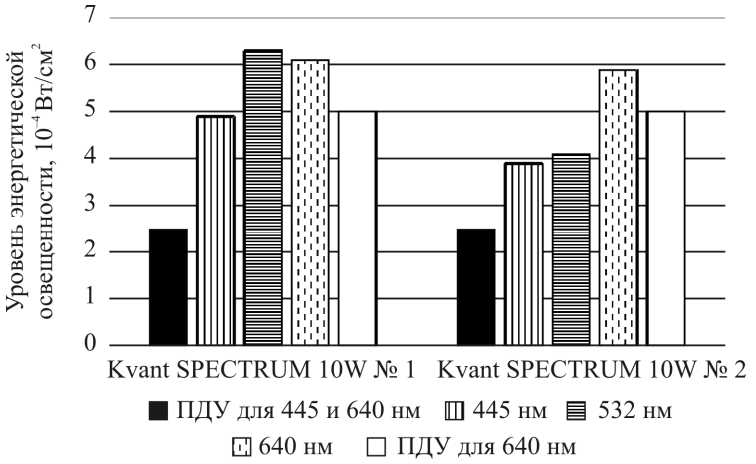


Рис. 2. Уровни энергетической освещенности проекторов Kvant SPECTRUM 10W № 1 и Kvant SPECTRUM 10W № 2 на расстоянии 7 м от установки

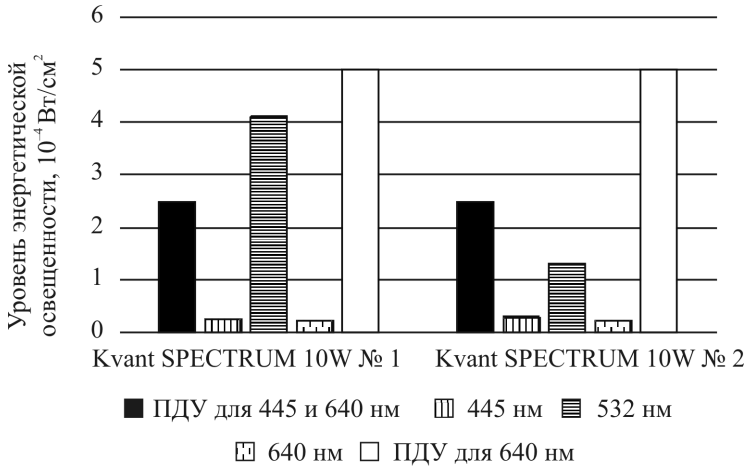


Рис. 3. Уровни энергетической освещенности проекторов Kvant SPECTRUM 10W № 1 и Kvant SPECTRUM 10W № 2 на расстоянии 17 м от установки

Их графиков следует, что на расстоянии 7 м у обоих проекторов наблюдаются превышения предельно допустимых уровней лазерного излучения на всех длинах волн, в то время как на расстоянии 17 м превышение отмечается только в зеленой области спектра (532 нм). Это позволяет, как и в случае с одноцветными проекторами, сделать вывод о расхождениях уровней лазерного излучения на отдельно взятых длинах волн у идентичных моделей.

Для установок, уровень лазерного излучения которых превышает ПДУ, рассчитывалась лазероопасная зона.

Расчеты показали, что длина лазероопасной зоны у исследуемых проекторов варьировалась от 15,3 до 20,9 м.

Расчет лазероопасной зоны позволяет дать практические рекомендации по использованию проекторов в случаях наличия возможности корректировать положение проектора.

Выводы. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что уровень лазерного излучения даже у самых маломощных идентичных проекторов может различаться от безопасных уровней у одного проектора до превышения допустимых уровней у другого проектора аналогичной модели. Различия, вероятно, могут быть связаны с конструктивно-техническими особенностями установок. Данный вывод позволяет сделать заключение о невозможности использования протоколов замеров объектов-аналогов при вынесении решения о безопасности использования лазерного проектора.

Список литературы

1. Малькова Н.Ю. Оценка риска неблагоприятного действия лазерного излучения на орган зрения при проведении культурно-массовых мероприятий // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 5. – С. 54–57.

2. Малькова Н.Ю. Романенко Е.И, Спиридонов П.Ю. Влияние лазерного излучения проекторов на функциональное состояние зрительного анализатора подростков // Профилактическая и клиническая медицина. – 2014. – № 3 (52). – С. 81–84.

3. МР 2.2.4.0115-16. Оценка безопасности использования лазерных проекторов: метод. рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2017. – 12 с.

4. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/420362948 (дата обращения: 04.03.2020).

Особенности микроэлементного статуса населения горнорудной геохимической провинции

И.Н. Семенова[1,2], Ю.С. Рафикова[1], Я.Т. Суюндуков[1,2], Л.М. Саптарова[3]

[1]Сибайский филиал ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»,
[2]Сибайский институт – филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» Минздрава РФ,
г. Сибай, Россия,
[3]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» Минздрава РФ,
г. Уфа, Россия

Объектом исследования является население г. Сибай Республики Башкортостан. Цель – изучить содержание химических элементов в волосах и сыворотке крови рабочих Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината.

Химико-аналитические исследования волос и крови проводились в лицензированной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой. Статистический анализ выполнялся с использованием программы Statistica 6.0, при $p < 0,05$ различия оценивались как статистически значимые.

Распределение содержания изученных химических элементов в волосах и сыворотке крови обследованных лиц отличалось от нормального. В волосах пониженный по сравнению с референсными показателями уровень микроэлементов наблюдали у следующего количества обследованных (%): по содержанию Se – у 52,4; I – у 50,0; Cu – у 28,6; Zn – у 14,3; Co – у 9,5. В сыворотке крови у 50,0 и 42,5 % рабочих выявлен пониженный уровень I и Se соответственно, у 32,5 % обнаружен повышенный уровень Cd и Co, у 20,0 % – Tl, у 12,5 % – Mn.

В результате проведенного обследования рабочих горнорудного предприятия зауральской зоны Башкортостана в крови выявлены повышенные концентрации токсичных металлов кадмия, таллия, кобальта и марганца, а также дефицит эссенциальных микроэлементов йода и селена. Кроме того в волосах ряда обследованных лиц показаны пониженные содержания йода, селена, меди, цинка, кобальта. Полученные результаты свидетельствуют о том, что население указанного региона подвержено риску развития как металлотоксикозов, так и дефицита жизненно необходимых микроэлементов. Данный факт требует усиления контроля над уровнем тяжелых металлов в атмосферном воздухе, почве, воде, продуктах питания и проведению мероприятий по снижению риска для здоровья населения, в том числе по коррекции микроэлементного статуса.

Ключевые слова: волосы, кровь, горнорудный регион, микроэлементный статус, химико-аналитическое исследование.

На современном этапе развития общества происходит ухудшение здоровья населения. Важной причиной этого является загрязнение окружающей среды в результате антропогенного воздействия. По данным ВОЗ к рискам, связанным с состоянием окружающей среды, относятся не пригодная для питья вода, загрязнение атмосферного воздуха в городах, воздействие свинца и др. [2].

Свинец и другие тяжелые металлы (кадмий, ртуть, кобальт, марганец, никель, медь, цинк, олово и др.) чаще всего присутствуют в окружающей среде в зоне влияния промышленных предприятий в виде ассоциаций, способных комбинированно воздействовать на организм и суммировать или потенцировать негативные эффекты. Население, проживающее в таких зонах, подвержено риску развития так называемых экологически обусловленных заболеваний. Данные заболевания не выделены в отдельную группу по МКБ-10, их симптоматика сходна с проявлениями других патологий и может маскироваться ими. Эколого-зависимые заболевания редко диагностируются ввиду того, что на ранних стадиях их развития включается система компенсаторных реакций организма, которая обеспечивает сохранение его функций. Однако при длительном воздействии неблагоприятного фактора такая защита перестает срабатывать, и наступает декомпенсация, приводящая к развитию процессов деградации организма. При этом может происходить не только развитие новых заболеваний, но и утяжеление течения уже имеющихся.

Город Сибай является наиболее крупным населенным пунктом Зауралья Республики Башкортостан и одним из наиболее значимых промышленных, культурных и образовательных центров. Для Зауралья Республики Башкортостан, где развитым является горнорудное производство, характерны экологические проблемы, связанные с загрязнением объектов окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ). Характерными загрязнителями являются Cu, Zn, Fe, Mn, Cd, Ni, Co Pb. Основным источником загрязнения окружающей среды в г. Сибай является Сибайский филиал Учалинского горно-обогатительного комбината (СФ УГОК) – градообразующее предприятие по добыче и обогащению медных руд, в состав которого входят карьеры, подземные рудники, отвалы, хвостохранилища и обогатительная фабрика. Также в городе функционирует Зауральская ТЭЦ – одна из крупнейших газопоршневых электростанций в России, запущенная в эксплуатацию в марте 2004 г.

Деятельность горнорудного производства вызывает в окружающей среде повышенный уровень ряда химических элементов. Многолетняя разработка Сибайского и Камаганского месторождений оказала негативное воздействие на состояние почвенного покрова и водных объектов территории [3–5, 9, 10].

Население, проживающее на территории геохимической провинции с наличием разрабатываемых месторождений, подвержено воздействию двух факторов: техногенному со стороны горнорудного производства (шахты, карьеры, обогатительные фабрики, отвалы породы, хвостохранилища) и природному, обусловленному повышенным содержанием ряда химических элементов в объектах окружающей среды.

Цель исследования – оценить особенности элементного состава биосубстратов населения горнорудного региона РБ, подверженного техногенному воздействию.

Материалы и методы. Исследования были проведены на территории промышленного центра юго-востока РБ, г. Сибай. Оценку содержания химических элементов в организме обследованных проводили по результатам одновременного определения их уровня в индикаторных биосубстратах – в крови и волосах. Изучено содержание 25 химических элементов в волосах и 19 – в сыворотке крови 40 рабочих известкового карьера, входящих в состав Учалинского горно-обогатительного комбината.

У обследуемых одновременно проведен забор крови и отбор волос. Взятие крови проводилось из локтевой вены утром натощак в объеме не менее 5 мл. Сыворотку при комнатной температуре после образования сгустка центрифугировали при 1500 об./мин в течение 15 мин, переносили в микропробирку и хранили при

температуре –70 °С. Образцы волос состригали с затылочной части головы, помещали в конверты, имеющие идентификационные записи. Исследование элементного состава сыворотки крови и волос проводили в АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва) методами атомной эмиссионной спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргоновой плазмой на приборах Optima 2000 DV и ELAN 9000 (Perkin Elmer Corp., США). В качестве референтных величин концентраций элементов использованы среднероссийские показатели [8] и нормы, указные в бланке лаборатории АНО «Центр биотической медицины». Полученные данные обрабатывали с использованием прикладных программ Microsoft Exel 2003 и Statistica 6.0. Вычисляли среднюю арифметическую (*M*), среднеквадратичное отклонение (σ), стандартное отклонение (*SD*), медиану (*Me*), в качестве мер рассеивания параметров с распределением, отличающимся от нормального и наличием экстремальных значений, использовали 25-й и 75-й перцентили. Для установления статистической связи между содержанием элементов в биосубстратах применялся коэффициент корреляции Спирмена. Критический уровень значимости (*p*) при проверке статистических гипотез принимали за 0,05.

Результаты. В табл. 1 показано содержание химических элементов в сыворотке крови рабочих известкового карьера СФ УГОК.

Таблица 1

Содержание химических элементов в сыворотке крови рабочих известкового карьера СФ УГОК, мкг/мл

Химический элемент	*M* ± σ (SD)	*Me* (25↔75)	Границы нормы
K	249,5 ± 1,3 (8,1)	248,0 (242,0↔256,0)	150–285
Ca	106,3 ± 0,9 (5,7)	107,5 (103,0↔110,0)	90–120
Mg	22,0 ± 0,3 (2,0)	21,8 (21,1↔20,25)	20–25
Fe	1,77 ± 0,02 (0,14)	1,80 (1,74↔1,83)	0,65–2,00
Zn	1,07 ± 0,02 (0,11)	1,05 (1,00↔1,13)	0,75–1,5
Cu	0,98 ± 0,04 (0,23)	1,02 (0,87↔1,10)	0,75–1,5
Se	0,07 ± 0,002 (0,01)	0,07 (0,07↔0,08)	0,07–0,12
I	0,05 ± 0,002 (0,01)	0,05 (0,05↔0,06)	0,05–0,1
Mn	0,0029 ± 0,0002 (0,0015)	0,0027 (0,0021↔0,0031)	0,0015–0,004
Co	0,0019 ± 0,0004 (0,0026)	0,0010 (0,0007↔0,0014)	0,00045–0,0010
Cr	0,0022 ± 0,0001 (0,0026)	0,0026 (0,0020↔0,0027)	0,0003–0,0030
Mo	0,0011 ± 0,0002 (0,0011)	0,0009 (0,0007↔0,0011)	0,0004–0,0015
As	0,0021 ± 0,0002 (0,0012)	0,0018 (0,0016↔0,0022)	0–0,010
Ni	0,0037 ± 0,0002 (0,0012)	0,0036 (0,0031↔0,0040)	0–0,010
V	0,0039 ± 0,00004 (0,0002)	0,0039 (0,0038↔0,0041)	0–0,010
Cd	0,0005 ± 0,0003 (0,0022)	0,0001 (0,0000↔0,0002)	0–0,00015
Tl	0,00005 ± 0,00001 (0,00005)	0,00004 (0,00003↔0,00005)	0–0,00005
Al	0,0223 ± 0,0021 (0,0133)	0,0180 (0,0150↔0,0255)	0–0,040
Au	0,0001 ± 0,000 (0,0000)	0,0001 (0,0001↔0,0001)	0–0,010

Распределение содержания большинства изученных химических элементов в сыворотке крови не соответствовало нормальному. Почти все средние величины концентрации химических элементов находились в пределах физиологически нормальных значений. Исключение составили такие элементы, как кобальт, кадмий и таллий. Среднее арифметическое содержания последнего элемента соответство-

вало верхней границе нормы. Кроме того, содержание эссенциальных микроэлементов селена и йода соответствовало нижней границе референтных значений.

В табл. 2 представлена встречаемость отклонений от референтных значений показателей концентрации химических элементов в сыворотке крови у обследуемых лиц.

Таблица 2

Частота отклонений содержания химических элементов в сыворотке крови рабочих известкового карьера СФ УГОК от нормальных значений, %

Элемент	Mg	Cu	Se	I	Mn	Co	Cr	Mo	Cd	Tl	Al
Понижено	2,5	5,0	42,5	50	7,5	–	–	–	–	–	–
Повышено	–	–	–	–	12,5	32,5	2,5	7,5	32,5	20	2,5

Среди эссенциальных химических элементов в сыворотке крови значимыми отклонениями от физиологической нормы явились следующие:

– у 50 % обследованных лиц показан дефицит содержания йода;

– более чем у 40 % обследованных лиц выявлен недостаток селена;

– у менее 10 % лиц зарегистрировано пониженное содержание марганца, меди и магния.

Из токсичных химических элементов нами было выявлено повышенное содержание:

– примерно у трети рабочих – кадмия и / или кобальта;

– у пятой части мужчин – таллия;

– у 12,5 % – марганца;

– у 7,5 % – молибдена

– у 2,5 % – алюминия.

Остальные химические элементы находились в диапазоне референтных значений.

Показано, что с повышением возраста обследуемых лиц в сыворотке крови происходило снижение содержание железа ($r = –0,31$).

В табл. 3 показано содержание химических элементов в волосах рабочих известкового карьера СФ УГОК.

Таблица 3

Содержание химических элементов в волосах рабочих известкового карьера СФ УГОК

Химический элемент	$M \pm \sigma$ (SD)	*Me* (25↔75)	Границы нормы
K	350,04 ± 92,45 (584,68)	102,88 (34,00↔240,50)	40–2000
Na	577,42 ± 161,79 (1023,22)	314,50 (158,00↔574,50)	50–2000
Ca	1004,45 ± 106,24 (671,92)	784,50 (54,50↔1124,50)	200–2000
Mg	82,83 ± 7,92 (50,09)	65,89 (54,27↔103,63)	20–200
P	193,71 ± 16,13 (38,76)	195,50 (174,50↔220,00)	120–200
Fe	22,19 ± 2,66 (16,80)	18,84 (13,80↔27,04)	7–40
Zn	195,71 ± 14,71 (93,06)	179,00 (158,00↔201,00)	125–400
Cu	12,86 ± 1,16 (7,35)	10,30 (8,89↔13,16)	9–40
Se	0,34 ± 0,08 (0,53)	0,25 (0,21↔0,31)	0,25–2
I	0,17 ± 0,01 (0,09)	0,15 (0,12↔0,19)	0,15–10
Mn	0,59 ± 0,07 (0,47)	0,46 (0,25↔0,72)	0,15–2
Co	0,02 ± 0,001 (0,01)	0,01 (0,01↔0,02)	0,004–0,3

Окончание табл. 3

Химический элемент	*M* ± σ (SD)	*Me* (25↔75)	Границы нормы
Cr	0,42 ± 0,03 (0,20)	0,38 (0,33↔0,45)	0,04–1
As	0,05 ± 0,01 (0,05)	0,04 (0,03↔0,06)	0–1
Sn	0,36 ± 0,03 (0,22)	0,31 (0,20↔0,43)	0–3
B	0,64 ± 0,12 (0,76)	0,37 (0,25↔0,65)	0–5
Li	0,03 ± 0,001 (0,02)	0,02 (0,01↔0,03)	0–0,1
Ni	0,20 ± 0,02 (0,12)	0,16 (0,12↔0,23)	0–2
V	0,05 ± 0,001	0,04 (0,03↔0,06)	0,005–0,1
Si	19,10 ± 2,22 (14,02)	15,95 (10,97↔23,22)	11–70
Hg	0,26 ± 0,04 (0,25)	0,17 (0,10↔0,34)	0–1
Pb	1,34 ± 0,35 (2,21)	0,69 (0,28↔1,21)	0–5
Cd	0,07 ± 0,02 (0,12)	0,03 (0,02↔0,08)	0,25
Be	0,001 ± 0,0001 (0,001)	0,0001 (0,000-0,001)	0,005
Al	6,15 ± 0,68 (4,31)	5,42 (2,89↔7,96)	0–25

Все средние показатели концентрации химических элементов в волосах находились в пределах референтных значений. Вместе с тем у отдельных лиц были выявлены отклонения от нормы.

В табл. 4 представлена встречаемость отклонений от референтных значений показателей концентрации в волосах химических элементов у обследуемых.

Таблица 4

Частота встречаемости отклонений в содержании химических элементов в волосах рабочих известкового карьера СФ УГОК от нормальных значений, %

Химический элемент	Понижено	Повышено
K	26,2	2,4
Na	2,4	2,4
Ca	4,8	16,7
Mg	2,4	9,5
P	2,4	33,3
Fe	2,4	7,1
Zn	14,3	7,1
Cu	28,6	2,4
Se	52,4	2,4
I	50	0
Mn	7,1	0
Co	9,5	0
Cr	2,4	4,8
As	0	0
Sn	0	0
B	0	0
Li	0	2,4
Ni	0	0
V	0	0
Si	23,8	2,4
Hg	0	2,4
Pb	0	2,4
Cd	0	4,8
Be	0	2,4
Al	0	0

Среди эссенциальных химических элементов значимые отклонения от физиологической нормы в волосах выявлены для Se (у 52,4 % обследованных лиц), I (у 50,0 %), Cu (у 28,6 %), Si (у 23,8 %), Zn (у 14,3 %), K (у 26,2 %), Co (у 9,5 %), Mn (у 7,1 %), Ca (у 4,8 %), а также для Na, Mg, P, Fe, Cr (по 2,4 % обследованных).

Выявлено повышенное содержание P (у 33,3 %), Ca (у 16,7 %), Mg (у 9,5 %), Fe (у 7,1 %), Zn (у 7,1 %), Cd (у 4,8 %), а также Na, K, Cu, Se (по 2,4 % обследованных).

Остальные химические элементы находились в диапазоне референтных значений.

С повышением возраста в волосах рабочих происходило снижение фосфора и селена.

На следующем этапе работы были изучена взаимосвязь между содержанием химических элементов в сыворотке крови и волосах.

Анализ корреляционных взаимоотношений уровней химических элементов в сыворотке крови и волосах показал наличие статистически значимой прямой взаимосвязи для такого химического элемента, как мышьяк ($r = 0,34$). Другими словами, при увеличении / снижении концентрации этого элемента в одном субстрате происходит пропорциональное увеличение / снижение его содержания в другом.

Также показано, что содержание ряда элементов в волосах определяется изменением в сыворотке крови уровней As (7 элементов), Co (3 элемента) (табл. 5). Обратные корреляционные взаимосвязи установлены между сывороточным Ca и Cr волос (($r = –0,32$), Fe и Be ($r = –0,34$), Zn и Pb ($r = –0,32$)), Zn и Cd ($r = –0,32$), Mn и Zn ($r = –0,30$), Ni и Cr ($r = –0,31$), V и B ($r = –0,3$ Mn и Zn ($r = –0,34$), Tl и Fe ($r = –0,32$)).

Таблица 5

Взаимосвязь между содержанием химических элементов (ХЭ) в волосах рабочих известкового карьера СФ УГОК, *r*

ХЭ волос	Сывороточные ХЭ									
	K	Ca	Fe	Zn	Mn	Co	As	Ni	V	Tl
Na						0,33				
Ca	0,35									
Fe							0,46			–0,32
Zn					–0,30					
Se			0,31							
Mn							0,37			
Cr		–0,32					0,36	–0,31		
As							0,34			
Sn						0,36				
B									–0,34	
Ni									0,35	
V						0,39	0,40			
Pb				–0,32						
Cd				–0,32			0,37			
Be			–0,34							
Al							0,51			

В данной статье мы приводим результаты изучения особенностей содержания химических элементов в крови и в волосах лиц, проживающих в г. Сибай Республики Башкортостан, на территории которого расположен ряд предприятий гор-

норудной промышленности. Все исследованные лица являлись работниками известкового карьера, входящего в структуру Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината. Волосы имеют преимущество перед другими биологическими тканями, рассматриваемыми в качестве биомаркеров химического воздействия, прежде всего как аккумуляторы химических элементов, анализ содержания которых дает возможность ретроспективно восстановить воздействие поллютантов за определенный промежуток времени [13].

У части обследованных лиц были выявлены отклонения от референтных значений в содержании химических элементов: в сыворотке крови примерно у трети рабочих было выявлено повышенное содержание кадмия (превышение нормы до 93 раз) и / или кобальта (до 21,3 раза); у пятой части мужчин – таллия (до 6,4 раза); у 12,5 % – марганца (до 2,0 раза); у 7,5 % – молибдена (до 4,7 раза); у 2,5 % – алюминия (до 2,3 раза). В волосах обследованных лиц выявлено повышенное содержание P (у 33,3 %), Ca (у 16,7 %), Mg (у 9,5 %), Fe (у 7,1 %), Zn (у 7,1 %), Cd (у 4,8 %), а также Na, K, Cu, Se (по 2,4 % обследованных лиц).

Кадмий обладает канцерогенным, гонадотропным, эмбриотропным, мутагенным и нефротоксическим действием. Повышенное накопление кадмия в организме рабочих может быть связано с их профессиональной деятельностью. Как известно, предприятия цветной металлургии являются источником антропогенного кадмия в окружающей среде. Ранее показано, что у работников Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината, работающих в Сибайском карьере и обогатительной фабрике, содержание кадмия в волосах составляло 0,3 мкг/г, что в три раза превышало этот показатель для лиц мужского пола, профессионально не связанных с горнорудным производством и цветной металлургией [6].

Еще одной возможной причиной повышенного содержания кадмия в крови и в волосах является табакокурение, поскольку кадмий в большом количестве накапливается в листьях табака и, соответственно, в табачном дыме [11]. Также возможной причиной повышенного содержания кадмия в крови и волосах, по нашему мнению, является тот факт, что большинство мужчин водят автомобиль, и, следовательно, подвергаются воздействию дорожной пыли, получающейся при истирании шин и тормозных колодок, в состав которых входит кадмий. Так, показано, что у городских некурящих регулировщиков дорожного движения содержание кадмия в организме в полтора раза больше, чем у некурящих дорожных рабочих из сельской местности [12].

Кобальт, отнесенный к эссенциальным микроэлементам, не является высокотоксичным металлом, однако в высоких дозах он может оказывать нежелательное воздействие на организм человека. Острыми симптомами отравления могут быть отек легких, тошнота, рвота, кровотечение, почечная недостаточность. При хронической интоксикации может возникнуть патология легких, аллергический дерматит, нарушения функции щитовидной железы, кардиомиопатия и сердечная недостаточность [7]. Имеются данные о возможной канцерогенной роли Co в патогенезе некоторых опухолевых заболеваний [1].

Таллий очень токсичен, зачастую его называют «химическим СПИДом». Таллий, проникая через клеточные мембраны, образует сильные комплексы, например, нерастворимый комплекс с рибофлавином. Это приводит к нарушению метаболизма серы и разрушению иммунной системы. Отравление таллием приводит к гастроэнтеритам, периферической нефропатии, при большой абсорбции к смерти. Через 2–3 недели после небольшого отравления у человека выпадают волосы [7].

Проведенное нами исследование выявило, что содержание эссенциальных микроэлементов селена и йода в биосубстратах рабочих известкового карьера соответствовало нижней границе референтных значений. Данный факт может свидетельствовать о возможном воздействии токсических веществ на организм рабочих, приводящем к снижению усвоения селена и йода в организме.

Выводы. В результате проведенного обследования рабочих горнорудного предприятия зауральской зоны Башкортостана в крови выявлены повышенные концентрации токсичных металлов кадмия, таллия, кобальта и марганца, а также дефицит эссенциальных микроэлементов йода и селена. Кроме того в волосах ряда обследованных лиц показаны пониженные содержания йода, селена, меди, цинка, кобальта. Полученные результаты свидетельствуют о том, что население указанного региона подвержено риску развития как металлотоксикозов, так и дефицита жизненно необходимых микроэлементов. Данный факт требует усиления контроля над уровнем тяжелых металлов в атмосферном воздухе, почве, воде, продуктах питания и проведению мероприятий по снижению риска для здоровья населения, в том числе по коррекции микроэлементного статуса.

Работа подготовлена за счет финансового обеспечения выполнения государственного задания ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» на 2020 год (руководитель темы – Я.Т. Суюндуков).

Список литературы

1. Активация липопероксидации как ведущий патогенетический фактор развития типовых патологических процессов и заболеваний различной этиологии: монография / В.М. Попков, Н.П. Чеснокова, М.Ю. Ледванов [и др.]. – Пенза: Академия естествознания, 2012. – 275 с.

2. Глобальные факторы риска для здоровья [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2015. – URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44203/9789244563878_rus.pdf;jsessionid=3C0AC52FD731B6E91A9AE1000F1FC189?sequence=8 (дата обращения: 04.02.2020).

3. Загрязнение почв селитебной зоны города Сибай тяжелыми металлами / И.Н. Семенова, Ю.С. Рафикова, Р.Ф. Хасанова [и др.] // Современные проблемы экологии: сборник докладов XIX Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. В.М. Панарина. – 2017. – С. 60–63.

4. Оценка фитотоксичности поверхностных вод р. Карагайлы (Республика Башкортостан) / И.Н. Семенова, Г.Ш. Кужина, Г.А. Ягафарова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. – С. 179.

5. Оценка качества питьевой воды горнорудных территорий / Р.Ф. Хасанова, Я.Т. Суюндуков, И.Н. Семенова [и др.] // Вестник Нижневартовского государственного университета. – 2019. – № 2. – С. 104–109.

6. Рафикова Ю.С. Микроэлементный статус населения г. Сибай в условиях техногенного загрязнения: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Тольятти, 2010. – 18 с.

7. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: ОНИКС 21 век, 2004. – 216 с.

8. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр Биотической медицины) // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т. 4, № 1. – С. 55–56.

9. Эколого-токсикологическое состояние городских почв в условиях геохимических аномалий / Р.Ф. Хасанова, И.Н. Семенова, Я.Т Суюндуков. [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2017. – № 5. – С. 5.

10. Экологическая оценка загрязнения тяжелыми металлами почв промышленных зон города Сибай / Р.Ф. Хасанова, Я.Т. Суюндуков, И.Н. Семенова [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 12 (212). – С. 74–77.

11. Cellular mechanisms of cadmium-induced toxicity: a review / A. Rani, A. Kumar, A. Lal [et al.] // International Journal of Environmental Health Research. – 2014. – Vol. 24, № 4. – P. 378–399. DOI: 10.1080/09603123.2013.835032

12. Exposure to cadmium in male urban and rural workers and effects on FSH, LH and testosterone / M. Ciarrocca, A. Capozzella, F. Tomei [et al.] // Chemosphere. – 2013. – Vol. 90, № 7. – P. 2077–2084. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2012.10.060

13. Jursa T., Stein C.R., Smith D.R. Determinants of Hair Manganese, Lead, Cadmium and Arsenic Levels in Environmentally Exposed Children // Toxics. – 2018. – Vol. 2, № 6 (2). – P. 19. DOI: 10.3390/toxics6020019

Факторы, влияющие на формирование здоровья и анализ тенденций приоритетных неинфекционных заболеваний детей и подростков

В.В. Васильев[1,2], М.В. Перекусихин[2], Е.В. Васильев[3,4]

[1]ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,
[2]Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ВО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава РФ,
[3] Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пензенской области,
[4]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пензенской области» Роспотребнадзора,
г. Пенза, Россия

Объектами исследования явились заболеваемость детей и подростков региона за последний десятилетний период, единая профилактическая среда учащихся образовательных организаций.

Изучено влияние единой профилактической среды на формирование здоровья детей и определены тенденции заболеваемости по обращаемости. В работе использованы традиционные статистические, социально-гигиенические и эпидемиологические методы изучения здоровья.

Среди детей региона наблюдается устойчивая тенденция снижения заболеваемости в целом и по большинству классов болезней. Создание единой профилактической среды, включающей медицинское обеспечения школьников по месту обучения, гигиеническое воспитание педагогического персонала, родителей, формирование у учащихся навыков

здорового образа жизни, повышение уровня санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций, сопровождается положительным трендом заболеваемости детей и подростков.

Ключевые слова: единая профилактическая среда, санитарно-эпидемиологическое благополучие образовательных организаций, тенденции заболеваемости детей и подростков, формирование здоровья детей, здоровый образ жизни.

Состояние здоровья детей, являясь интегральным показателем благополучия общества, определяет потенциал воспроизводства населения и здоровье будущего поколения, что приобретает особую значимость на фоне демографического кризиса в стране [14]. Между тем общая и впервые в жизни зарегистрированная заболеваемость детей 0–14 и 15–17 лет в Российской Федерации за период 2000–2018 гг. выросла практически по всем классам болезней. При этом в патологии детского возраста отмечается учащение перехода острых форм заболеваний в рецидивирующие и хронические, а также нарастание первичной хронической патологии [5, 6, 13].

Среди множества факторов, вызывающих или способствующих снижению уровня здоровья детей, образовательная среда часто выступает как фактор риска развития негативных отклонений в состоянии здоровья детей школьного возраста, у которых чаще выявляются пограничные психические расстройства, нарушения со стороны органов зрения и костно-мышечной системы, нарушения физического развития, патология со стороны пищеварительного тракта, частые острые респираторно-вирусные инфекции [1, 11].

В связи с вышесказанным обучение детей, позволяющее не только сохранять, но даже укреплять их здоровье, становится чрезвычайно важным как для самой образовательной организации, так и общества в целом.

Образовательная среда в настоящее время рассматривается как многокомпонентная среда, включающая в себя образовательный процесс и учебную нагрузку, санитарно-гигиенические условия, физическое воспитание и физическую активность, питание, психологический микроклимат, формирование здорового образа жизни (ЗОЖ) и гигиеническое воспитание, медицинское обеспечение учащихся [9]. В последние годы во многих исследованиях, посвященных роли образовательной среды в сохранении здоровья обучающихся, большое внимание уделяется созданию профилактической среды в школах [10, 15, 17], в том числе медицинскому обеспечению обучающихся по месту обучения [4], позволяющими управлять многими факторами риска здоровью школьников. Создание профилактической среды способствует приобретению прочных знаний учащимися, формированию мотивации к здоровому образу жизни и укреплению их здоровья [4]. Исследований, посвященных практическому внедрению данного направления, тем более результатам внедрения, крайне мало, что и предопределило выполнение настоящей работы.

Целью исследования явилось изучение влияния функционирующей в образовательных организациях профилактической среды на формирование здоровья детей и выявление основных тенденций уровня общей и впервые в жизни зарегистрированной заболеваемости детей 0–17 лет в Пензенской области за период 2008–2017 гг.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе общеобразовательных организаций Пензенской области. Объектами наблюдения являлись образовательные организации, единицей наблюдения – дети. На основании данных форм статистического наблюдения № 18, № 9–14 за 2008–2017 гг. определен уровень сани-

тарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций в динамике за 10 лет. По данным, содержащимся в форме № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», с применением методов сводки и группировки материалов, путем дескриптивного анализа рассчитаны и изучены статистические показатели общей заболеваемости и впервые в жизни зарегистрированной заболеваемости у детей 0–14 и 15–17 лет. Проведен анализ прироста (убыли) показателей в 2017 г. по отношению к 2008 г. Для обобщенной количественной оценки тенденций заболеваемости рассчитан средний темп прироста показателей за отдельные периоды: 2008–2017, 2008–2012, 2013–2017 гг. Данные по заболеваемости приводятся в разрезе классов в соответствии с МКБ. Достоверность информации, приведенная в ф. № 12, по Пензенской области не вызывает сомнений [8]. Для статистической обработки информации использованы электронные таблицы Microsoft Excel 2010.

Результаты. Учитывая недостаточную профилактическую направленность действовавшей системы медицинского обеспечения в образовательных организациях, отсутствие взаимодействия с педагогами по их включению в деятельность медицинского обеспечения образовательного процесса и в формирование здорового образа жизни учащихся, в конце первого десятилетия XXI в. во многих школах Пензенской области было положено начало созданию единой профилактической среды, охватывающей организацию медицинского обеспечения учащихся по месту обучения; формирование здорового образа жизни учащихся и их родителей, гигиеническое воспитание педагогического персонала; обеспечение в школах благоприятных санитарно-гигиенических условий; физическое воспитание и физическую активность учащихся; школьное питание.

В 2006–2008 гг. на базе 61 крупной школы были открыты отделения профилактики и реабилитации (ОПР), где без отрыва от учебно-воспитательного процесса по назначению врача учащиеся получают физиотерапевтические процедуры, осуществляется прием врача-педиатра, работает врач-стоматолог. Услугами ОПР в регионе было охвачено в разные годы от 33 до 63 % учащихся школ. Причем услугами ОПР пользуются также дети, посещающие во время осенних, весенних и летних каникул оздоровительные организации с дневным пребыванием.

ОПР является структурным подразделением территориальной медицинской организации, которая укомплектовывает штаты сотрудниками и оснащает медицинские кабинеты оборудованием. В структуру ОПР входят кабинет врача-педиатра, кабинет ЛФК, физиотерапевтический и массажный кабинеты, стоматологический кабинет. Образовательная организация на безвозмездной основе предоставляет подготовленные помещения для развертывания ОПР. Целью ОПР является проведение профилактической и оздоровительно-реабилитационной работы среди школьников, оздоровление нуждающихся без отрыва от учебного процесса, снижение заболеваемости. По функциональной сущности ОПР выполняет задачи отделения медицинской помощи обучающимся (ОМПО) детской поликлиники и гармонизирует с европейскими подходами к теории и практике школьной медицины [16].

Эффективность реабилитации детей в ОПР в среднем за 2008–2017 гг. по региону выглядит следующим образом: из всех оздоровленных детей выздоровление наступило у 27,3 %, улучшение – у 71,8 %. У 0,9 % оздоровленных изменений состояния здоровья не наступило, случаев ухудшения здоровья не зарегистрировано. Практически у всех детей, у которых не было достигнуто выздоровление, получен эффект улучшения состояния здоровья.

Об эффективности деятельности ОПР можно судить также по увеличению числа учащихся, занимающихся физкультурой в основной группе здоровья, и по показателю острой заболеваемости в случаях пропусков на одного ребенка. В 2016–2017 учебном году по сравнению с 2008–2009 учебным годом количество учащихся основной группы здоровья в школах, где функционировали ОПР, увеличилось с 86,7 до 91,3 % ($p = 0{,}009$), показатель пропуска по причине острой заболеваемости уменьшился с 45,8 до 41,7 % ($p = 0{,}033$).

Начиная с 2008 г. во многих школах региона формирование здорового образа жизни проводится на основе межведомственного взаимодействия и секторального партнерства [3]. Наиболее тесное социальное партнерство в школах налажено с ОМПО, центром здоровья, физкультурно-спортивными учреждениями, управлением Роспотребнадзора, центром гигиены и эпидемиологии. В процессе формирования ЗОЖ в школах используется авторская методика, разработанная научными сотрудниками в содружестве со специалистами управления Роспотребнадзора по региону и педагогами школ. Авторским коллективом в 2008–2011 гг. подготовлен учебно-методический комплект, состоящий из 11 пособий и учебников, в том числе электронных, содержащих развивающие и ролевые игры. Компоненты формирования ЗОЖ во многих школах входят не только в урочную, но и внеурочную, проектную деятельность обучающихся. Наряду с обучением и воспитанием, при формировании ЗОЖ активно используются различные технологии: коммуникации (телевидение, радио, в том числе школьное, мобильные средства связи, интернет, наружная реклама в виде щитов, флешмобы), волонтерство и партнерство. В системе формирования ЗОЖ обучающихся опытной школы принимает участие волонтерское движение «Волонтеры-медики» (студенты медицинского института) и «Волонтеры-школьники». Все это вместе взятое позволяет расширить информирование учащихся и родителей, педагогов и персонал школы о факторах риска и обеспечить мотивирование и создание условий для формирования навыков ЗОЖ.

В результате участия общеобразовательных организаций Пензенской области в 2008–2010 гг. в федеральном экспериментальном проекте, в 2011–2012 гг. – в региональном проекте по совершенствованию школьного питания охват горячим питанием учащихся в 2017 г. по сравнению с 2008 г. увеличился с 84,5 до 96,3 % ($p < 0{,}05$). Наибольший темп прироста охвата горячим питанием был среди учащихся 5–11-х классов – 18,7 %. Существенно увеличился охват обучающихся двухразовым горячим питанием в целом по всем классам в 2,5 раза – с 16,7 до 41,8 % ($p < 0{,}01$), по 5–11-м классам в 15,1 раза – с 2,3 до 34,76 % ($p < 0{,}05$).

После ввода в эксплуатацию в 2006–2012 гг. 19 новых спортивных залов, 47 физкультурно-оздоровительных комплексов в школах области доля учащихся, систематически занимающихся физической культурой и спортом в общей численности школьников, увеличилось с 24,3 % в 2008 г. до 42,9 % в 2017 г. ($p < 0{,}01$) [3].

В 2017 г. по сравнению с 2008 г. в Пензенской области число школ, отнесенных к первой группе санитарно-эпидемиологического благополучия (СЭБ), увеличилось с 28,18 до 57,0 % ($p < 0{,}01$), число школ второй группы СЭБ уменьшилось с 71,87 до 43,0 % ($p < 0{,}01$). С 2010 г. школ, относящихся к третьей группе СЭБ, в регионе не имеется [2].

Общая зарегистрированная заболеваемость детей 0–14 лет за период 2008–2017 гг. в регионе уменьшилась на 10,46 % – с 2296,7 до 2056,4 на 1000 детей соответствующего возраста. Анализ динамики заболеваемости показал, что за 10-летний пе-

риод прослеживается тенденция снижения общей заболеваемости по большинству классов болезней, за исключением таких классов, как: новообразования (темп прироста в 2017 г. по отношению к 2008 г. составил 1,4 %), болезни нервной системы (темп прироста 3,95 %), болезни мочеполовой системы (темп прироста 5,86 %), травмы, отравления и некоторые последствия воздействия внешних причин (темп прироста 2,03 %). Расчет среднегодовых темпов прироста позволил выявить выраженное снижение заболеваемости детей по следующим классам: болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (–6,55 %), болезни системы кровообращения (–5,36 %), болезни кожи и подкожной клетчатки (–4,83 %), психические расстройства и расстройства поведения (–3,82 %), болезни уха и сосцевидного отростка (–3,32 %), болезни крови и кроветворных органов (–2,85 %), болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (–2,76 %), врожденные аномалии (–2,58 %), болезни глаза и его придаточного аппарата (–2,48 %) (табл. 1).

Таблица 1

Темпы прироста общей заболеваемости детей 0–14 лет

Наименование классов и отдельных болезней	Темп прироста в 2017 г. к 2008 г., %	Средний темп прироста, %		
		2008–2017 гг.	2008–2012 гг.	2013–2017 гг.
Все классы болезней	–10,46	–1,43	–1,14	–1,29
ИПБ	–20,44	–0,94	–5,7	–1,43
1	2	3	4	5
Н	+1,40	–1,26	–1,03	+2,57
БККО	–10,78	–2,85	–0,34	+4,13
БЭСРП	–12,27	–2,76	–2,74	+1,29
ПРРП	–20,26	–3,82	–2,03	–2,97
БНС	+3,95	–1,78	–1,43	–0,32
БГПА	–23,95	–2,48	–0,19	–6,68
БУСО	–30,61	–3,32	–1,33	–10,07
БСК	–33,32	–5,36	–3,82	–9,19
БОД	–2,63	–0,46	–0,41	–0,17
БОП	–1,46	–0,48	–2,92	+2,74
БКПК	–34,04	–4,83	–6,58	–5,19
БКМССТ	–38,45	–6,55	–6,53	–6,5
БМПС	+5,86	+0,72	–1,35	+0,02
ВА	–22,68	–2,58	–1,35	–2,22
ТОПВВП	+2,03	+0,25	+1,58	+0,17

Примечание: здесь и далее в табл. 2–4: ИПБ – некоторые инфекционные и паразитарные болезни, Н – новообразования, БККО – болезни крови и кроветворных органов, БЭСРП – болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, ПРРП – психические расстройства и расстройства поведения, БНС – болезни нервной системы, БГПА – болезни глаза и его придаточного аппарата, БУСО – болезни уха и сосцевидного отростка, БСК – болезни системы кровообращения, БОД – болезни органов дыхания, БОП – болезни органов пищеварения, БКПК – болезни кожи и подкожной клетчатки, БКМССТ – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, БМПС – болезни мочеполовой системы, ВА – врожденные аномалии, ТОПВВП – травмы, отравления и некоторые последствия воздействия внешних причин.

Впервые в жизни зарегистрированная заболеваемость детей 0–14 лет за 10-летний период уменьшилась с 1812,2 до 1666,3 ‰ (на 8,05 %). Рост первичной заболеваемости выявлен только по четырем классам: новообразования (темп прироста

в 2017 г. по отношению к 2008 г. составил 17,69 %), болезни нервной системы (темп прироста 14,63 %), травмы, отравления и некоторые последствия воздействия внешних причин (темп прироста 4,94 %), болезни органов дыхания (2,89 %). Существенная убыль первичной заболеваемости детей 0–14 лет за период с 2008 по 2017 г. по величине среднего темпа прироста отмечена по следующим классам болезней: болезни системы кровообращения (–8,31 %), врожденные аномалии (–6,99 %), кожи и подкожной клетчатки (–5,68 %), болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (–5,59 %), болезни крови и кроветворных органов (–4,83 %), психические расстройства и расстройства поведения (–3,95 %), болезни уха и сосцевидного отростка (–3,31 %), болезни глаза и его придаточного аппарата (–3,14 %) (табл. 2).

Таблица 2

Темпы прироста первичной заболеваемости детей 0–14 лет

Наименование классов и отдельных болезней	Темп прироста в 2017 г. к 2008 г., %	Средний темп прироста, %		
		2008–2017 гг.	2008–2012 гг.	2013–2017 гг.
Все классы болезней	–8,05	–1,19	–0,46	–1,29
ИПБ	–18,10	–0,64	–5,50	–1,35
Н	+17,69	–0,97	+0,62	+5,12
БККО	–32,63	–4,83	+0,09	+0,61
БЭСРП	–37,24	–5,59	–5,15	–4,78
ПРРП	–23,89	–3,95	–4,26	–3,02
БНС	+14,63	–1,42	+7,90	–2,44
1	2	3	4	5
БГПА	–28,01	–3,14	–0,87	–7,7
БУСО	–29,41	–3,31	+2,76	–10,64
БСК	–48,76	–8,31	–3,48	–16,53
БОД	+2,89	+0,07	+0,40	+0,49
БОП	–8,86	–1,28	–1,71	+0,23
БКПК	–35,41	–5,68	–6,89	–6,32
БКМССТ	–51,25	–10,2	–9,0	–11,41
БМПС	–9,21	–0,73	+0,10	–3,84
ВА	–51,83	–6,99	–6,67	–8,72
ТОПВВП	+4,94	+0,62	–2,14	+0,17

Уровень общей зарегистрированной заболеваемости детей 15–17 лет на протяжении 10 лет оставался стабильным без существенных изменений: темп прироста в 2017 г. по сравнению с 2008 г. составил 0,32 %. Вместе с тем по отдельным классам отмечается значительный рост общей заболеваемости. Увеличение темпа прироста отмечается по следующим классам: новообразования (35,09 %), болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (35,46 %), болезни органов пищеварения (39,7 %), болезни мочеполовой системы (21,95 %), травмы, отравления и некоторые последствия воздействия внешних причин (30,09 %). По некоторым классам болезней выявлено значительное снижение распространенности болезней (табл. 3).

Убыль общей заболеваемости среди детей 15–17 лет за 2008–2017 гг. отмечена по следующим классам: некоторые инфекционные и паразитарные болезни (средний темп прироста –4,34 %), болезни эндокринной системы, расстройства пи-

тания и нарушения обмена веществ (средний темп прироста –3,13 %), психические расстройства и расстройства поведения (–4,02 %), болезни нервной системы (средний темп прироста –2,95 %), болезни глаза и его придаточного аппарата (средний темп прироста –4,29 %), болезни уха и сосцевидного отростка (средний темп прироста –1,86 %), болезни системы кровообращения (средний темп прироста –3,15 %), болезни кожи и подкожной клетчатки (средний темп прироста –3,30 %). За второй пятилетний период наблюдения (2013–2017 гг.) средний темп прироста по классу болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ составил минус 12,47 %, по классу психические расстройства и расстройства поведения – минус 10,22 %.

Таблица 3

Темпы прироста общей заболеваемости детей 15–17 лет

Наименование классов и отдельных болезней	Темп прироста в 2017 г. к 2008 г., %	Средний темп прироста, %		
		2008–2017 гг.	2008–2012 гг.	2013–2017 гг.
Все классы болезней	+0,32	–0,3	–1,26	–0,15
ИПБ	–44,30	–4,34	–7,19	–5,19
Н	+35,09	+1,03	+9,26	+4,81
БККО	+2,07	+1,36	+8,77	+0,31
БЭСРП	+35,46	–3,13	+1,67	–12,47
ПРРП	–29,54	–4,02	–1,66	–10,22
БНС	–13,04	–2,95	–0,09	–4,05
БГПА	–28,0	–4,29	–7,04	–2,34
БУСО	–25,12	–1,86	–0,64	–6,99
БСК	–19,67	–3,15	–5,28	–4,56
БОД	+2,61	+0,01	–2,26	+0,44
БОП	+39,70	+5,78	+2,59	+9,35
БКПК	–22,60	–3,30	–4,24	–3,74
БКМССТ	–10,79	–2,32	–0,63	–2,26
БМПС	+21,95	+1,93	+2,39	–2,26
ВА	+1,82	+0,71	+3,59	–3,0
ТОПВВП	+30,09	+4,24	+5,46	+0,6

Впервые в жизни зарегистрированная заболеваемость детей 15–17 лет в 2017 г. по сравнению 2008 г. увеличилась с 1516,9 до 1571,6 ‰ (на 3,61 %). Рост первичной заболеваемости произошел по таким классам, как болезни органов пищеварения (на 35,74 %), травмы, отравления и некоторые последствия воздействия внешних причин (на 34,54 %), новообразования (на 34,03 %), болезни мочеполовой системы (на 28,03 %), болезни органов дыхания (на 14,53 %), врожденные аномалии (на 9,24 %), болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (на 7,38 %) (табл. 4). Убыль первичной заболеваемости детей 15–17 лет за десятилетний период отмечена по классам: некоторые инфекционные и паразитарные болезни (средний темп прироста –5,08 %), болезни системы кровообращения (средний темп прироста –5,46 %), болезни кожи и подкожной клетчатки (средний темп прироста –5,57 %), болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (средний темп прироста –4,88 %), болезни крови и кроветворных органов (средний темп прироста –3,87 %), болезни глаза и его придаточного аппарата (средний темп прироста –3,86 %).

Таблица 4

Темпы прироста первичной заболеваемости детей 15–17 лет

Наименование классов и отдельных болезней	Темп прироста в 2017 г. к 2008 г., %	Средний темп прироста, %		
		2008–2017 гг.	2008–2012 гг.	2013–2017 гг.
Все классы болезней	+3,61	+0,48	–0,65	–0,24
ИПБ	–44,91	–5,08	–6,50	–6,42
Н	+34,03	–0,43	+11,59	+8,07
БККО	–9,56	–3,87	+0,14	–1,5
БЭСРП	+7,38	–0,07	–1,02	–0,42
ПРРП	–68,70	+4,24	+5,46	–0,6
БНС	–16,54	+3,4	+7,35	–5,1
БГПА	–17,59	–3,86	–6,21	–5,93
БУСО	–16,91	–0,85	+2,14	–6,12
БСК	–32,76	–5,46	–9,66	–4,36
БОД	+14,53	+1,71	+0,34	+1,1
БОП	+35,74	+3,71	–0,45	+8,46
БКПК	–36,43	–5,57	–4,86	–7,1
БКМССТ	–28,89	–4,88	–6,06	–3,42
БМПС	+28,03	+2,13	+4,60	–5,4
ВА	+9,24	+1,28	–5,67	+4,6
ТОПВВП	+34,54	+4,90	+6,65	–0,6

Тенденции в показателях заболеваемости детей по Пензенской области в 2008–2017 гг. и по Российской Федерации преимущественно совпадают. Так, в 2015 и 2016 гг. в Российской Федерации отмечено прекращение роста заболеваемости детей [3]. За период с 2008 по 2017 г. в стране общая заболеваемость среди детей 0–14 лет уменьшилась на 4,75 %, первичная заболеваемость – на 3,77 %. Средний темп прироста общей заболеваемости за 10-летний период составил минус 1,43 %, первичной заболеваемости – минус 0,85 %. Распространенность заболеваний среди детей 15–17 лет увеличилась на 13,8 %, средний темп прироста составил минус 1,0 %, заболеваемость с диагнозом, установленным впервые, увеличилась на 10,72 %, средний темп прироста составил +0,61 %. Показатели заболеваемости детей в Пензенской области несколько ниже, а тенденции снижения уровня заболеваемости более выражены, чем в целом по Российской Федерации.

Показатель хронизации заболеваний у детей 0–14 лет, рассчитанный как отношение зарегистрированной общей заболеваемости к впервые в жизни зарегистрированной заболеваемости, изменился несущественно за период с 2008 по 2017 г., составив 1,26 и 1,23 соответственно (убыль на 2,4 %), что свидетельствует о том, что доля хронической патологии в общей структуре заболеваемости практически не изменилась. У детей 15–17 лет показатель хронизации был выше, чем у детей 0–14 лет, за 10-летний период уменьшился с 1,6 до 1,55 (убыль на 3,2 %). Показатель хронизации характеризует степень преобладания хронической либо первичной патологии для соответствующих классов и отдельных болезней. Увеличение показателя хронизации в динамике может свидетельствовать о росте доли данной хронической патологии, тогда как убыль, напротив, о ее снижении.

В 2017 г. показатель хронизации заболеваний у детей по многим классам болезней превышал единицу. Высокие значения показателя хронизации заболеваний

у детей 0–14 и 15–17 лет отмечаются по следующим классам: психические расстройства и расстройства поведения (6,44 и 7,52 соответственно), врожденные аномалии (4,14 и 8,03), болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ (3,19 и 4,05), системы кровообращения (2,7 и 2,83), болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (2,25 и 3,16), нервной системы (2,16 и 2,81), болезни крови и кроветворных органов (2,23 и 2,37), глаза и его придаточного аппарата (2,01 и 2,69), органов пищеварения (2,07 и 2,43).

Выводы. Негативные тенденции роста заболеваемости и ее хронизации начинают проявляться у детей вследствие наличия поведенческих факторов риска, а в дальнейшем усугубляются в подростковом возрасте, что также подтверждено другими исследованиями [13, 14]. Проведенный нами анализ тенденции заболеваемости и ее хронизации среди детей Пензенской области свидетельствует о позитивном влиянии профилактической среды образовательных организаций (организация медицинского обеспечения учащихся по месту обучения; формирование здорового образа жизни учащихся и родителей, гигиеническое воспитание педагогического персонала; обеспечение в школах благоприятных санитарно-гигиенических условий; физическое воспитание и физическая активность учащихся; школьное питание) на формирование здоровья детей, обучающихся в них. Создание профилактической среды в образовательных организациях способствовало снижению поведенческих факторов риска [3]. Однако отсутствие профилактической среды в более чем половине школ области не позволяет пока добиться существенного снижения заболеваемости и показателя хронизации заболеваний, особенно среди детей старших возрастов. В связи этим целесообразно создание профилактической среды во всех об образовательных организациях региона, что, на наш взгляд, позволит на качественно новом уровне сохранять и приумножать здоровье подрастающего поколения.

Список литературы

1. Баранов А.А., Альбицкий В.Ю. Состояние здоровья детей России, приоритеты его сохранения и укрепления // Казанский медицинский журнал. – 2018. – Т. 99, № 4. – С. 698–705.

2 Васильев Е.В., Васильев В.В. Гигиеническая оценка влияния санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций на здоровье детского населения // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2019. – № 3. – С. 33–34.

3. Васильев В.В., Перекусихин М.В. Единая профилактическая среда и здоровье обучающихся в общеобразовательных организациях // Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения: материалы междунар. форума Научного совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды. – М., 2017. – С. 71–73.

4. Оценка качества информации о здоровье детей в России: межрегиональные сравнения и классификация / Ж.В. Гудинова, Г.Н. Жернкова, С.С. Болотова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 77–82.

5. Маношкина Е.М., Бантьева М.Н., Матвеев Э.Н. Основные тенденции заболеваемости девушек 15–17 лет на фоне высокого уровня хронической патологии // Менеджмент в здравоохранении. – 2019. – № 7. – С. 44–45.

6. Маношкина Е.М., Матвеев Э.Н., Бантьева М.Н. Основные тенденции заболеваемости юношей 15-17 лет в условиях роста хронической патологии // Менеджмент в здравоохранении. – 2019. – № 5. – С. 6–15.

7. Оценка качества оказания медицинской помощи обучающимся в образовательных организациях / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Е.В. Ануфриева [и др.] // Вестник РАМН. – 2017. – Т. 72, № 3. – С. 180–194.

8. Кучма В.Р. Формирование здорового образа жизни детей и единого профилактического пространства в образовательных организациях: проблемы и пути решения // Гигиена и санитария. – 2015. – № 6 – С. 20–25.

9. 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. DOI: 10.21668/health.risk/2014.1.08

10. Сухарев А.Г., Стан В.В., Игнатова Л.Ф. Роль образовательной организации в формировании у учащихся мотивации к здоровью и здоровому образу жизни // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2016. – № 2. – С. 32–35.

11. Сухарева Л.М. Актуальные проблемы гигиены и охраны здоровья детей и подростков в развитии научной платформы «Профилактическая среда» // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – № 3. – С. 10–12.

12. Сыровацкая И.В. Статистическое изучение влияния заболеваемости детей и подростков на развитие человеческого потенциала региона [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами. – URL: http://uecs.ru/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=4896 (дата обращения: 30.03.2020).

13. Тенденции заболеваемости и динамика хронизации патологии у детей 0–14 лет в Российской Федерации / М.Н. Бантьева, Е.М. Маношкина, Т.А. Соколовская [и др.] // Социальные аспекты здоровья населения. – 2019. – № 65 (5). – С. 10.

14. Тенденции заболеваемости и состояние здоровья детского населения Российской Федерации / А.А. Баранов, В.Ю. Альбицкий, А.А. Иванова [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2012. – № 6. – С. 4–9.

15. Яковлева Т.В., Иванова А.А., Альбицкий В.Ю. Профилактика в условиях общеобразовательного учреждения: возможности и реальность // Российский педиатрический журнал. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 244–248.

16. Lessons Learned From the Whole Child and Coordinated School Health Approaches / C.N. Rasberry, S. Slade, D.K. Lohrmann [et al.] // Journal of School Health. – 2015. – Vol. 85, № 11. – P. 759–765.

17. Behaviors and Knowledge of HealthCorps New York City High School Students: Nutrition, Mental Health, and Physical Activity / M. Heo, E. Irvin, N. Ostrovsky [et al.] // Journal of School Health. – 2016. – Vol. 86, № 2. – P. 84–95. DOI: 10.1111/josh.12355

Результаты токсикологического мониторинга острых отравлений спиртосодержащей продукцией в Приморском крае за 2015–2019 гг.

Е.Е. Сербина

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

Представлен анализ результатов ведения токсикологического мониторинга острых отравлений спиртосодержащей продукцией на территории Приморского края в динамике за 2015–2019 гг. Анализ токсикологической ситуации проводился по экстренным извещениям (учетная форма № 58-1/у, утвержденная приказом Министерства здравоохранения РФ от 29.12.2000 г. № 460), поступающих в Управление Роспотребнадзора из лечебно-профилактических организаций Приморского края.

Целью исследования являлось определение территорий риска с высокими уровнями отравлений алкогольной продукцией, возрастных и социальных контингентов для организации проведения профилактических мероприятий. За последние 5 лет структура острых отравлений спиртосодержащей продукцией не изменилась. По-прежнему ведущие места занимали острые отравления этиловым спиртом, суррогатами алкоголя. В возрастной структуре острых отравлений спиртосодержащей продукцией преобладало взрослое население. Летальные исходы от острых отравлений спиртосодержащей продукцией регистрировались только среди взрослого населения. В результате проведения токсикологического мониторинга за спиртосодержащей продукцией и эффективных контрольно-надзорных мероприятий в области оборота спиртосодержащей продукции за период 2015–2019 гг. отмечено снижение как распространенности острых отравлений спиртосодержащей продукцией, так и смертности от них на 38,5 и 14,8 % соответственно.

Ключевые слова: токсикологический мониторинг, отравления спиртосодержащей продукцией, суррогаты алкоголя, этиловый спирт, определение территорий риска.

Проблема острых бытовых отравлений, в том числе острых отравлений спиртосодержащей продукцией, актуальна для большинства крупных регионов, к числу которых относится и Приморский край. Данная проблема приводит к ухудшению состояния здоровья населения края, что влечет за собой потерю трудоспособности, развитие врожденных пороков у детей, определяет высокий уровень преждевременной смертности среди населения, включая население трудоспособного возраста, оказывает негативное влияние на социальный климат и социально-экономическое развитие региона [1]. Злоупотребление алкогольными напитками оказывает разрушающее влияние на различные системы организма и формирование личности человека. По данным ВОЗ во всем мире в результате вредного употребления алкоголя ежегодно происходит 3 млн смертей, что составляет 5,3 % всех случаев смерти. Вредное употребление алкоголя является причинным фактором более чем 200 нарушений здоровья, связанных с болезнями и травмами [2].

Ведение токсикологического мониторинга, в том числе мониторинга острых отравлений спиртосодержащей продукцией, проводимого Управлением Роспотребнадзора по Приморскому краю, и изучение современного состояния данной про-

блемы дает возможность для целенаправленного проведения профилактических мероприятий по уменьшению как числа случаев отравлений, так и их последствий. Токсикологический мониторинг ведется на территории Приморского края с марта 2006 г. На протяжении всего времени Управление Роспотребнадзора тесно сотрудничает со всеми заинтересованными ведомствами для того, чтобы достичь значительного снижения числа острых отравлений спиртосодержащей продукцией.

По результатам ведения токсикологического мониторинга острых отравлений спиртосодержащей продукцией Управлением Роспотребнадзора по Приморскому краю в адрес глав муниципальных территорий края, где регистрируются повышенные уровни острых отравлений спиртосодержащей продукцией, направлялись информационно-аналитические письма для сведения и разработки мероприятий по регулированию оборота алкогольной продукции, совершенствованию оказания медико-социальных услуг гражданам, страдающим алкогольной зависимостью, профилактики отравлений спиртосодержащей продукцией среди населения, особенно среди детей и подростков. Ежегодно информационно-аналитические материалы по результатам ведения токсикологического мониторинга направляются в адрес вице-губернатора Приморского края, Департамента здравоохранения Приморского края, Департамента образования и науки Приморского края, Департамента лицензирования и торговли Приморского края, КГБУЗ «Краевой наркологический диспансер».

С декабря 2016 г. Роспотребнадзором, в том числе Управлением Роспотребнадзора по Приморскому краю, проводится активная работа по предотвращению злоупотребления непищевой спиртосодержащей продукцией. Эффективность проведения работы в данной сфере, а также ограничительных мер, введенных главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, подтверждают результаты токсикологического мониторинга острых отравлений спиртосодержащей продукцией: за период с 2015 по 2019 г. на территории Приморского края произошло снижение показателя как распространенности острых отравлений спиртосодержащей продукцией, так и смертности от них на 38,5 и 14,8 % соответственно; также за период 2014–2018 гг. показатели распространенности и смертности от отравлений спиртосодержащей продукцией на территории Приморского края были значительно ниже показателей по Российской Федерации (показатель распространенности по РФ за 2018 г. – 35,5 на 100 тыс. населения; показатель смертности – 7,8 на 100 тыс.); снизился уровень острых отравлений спиртосодержащей продукцией как среди всего населения Приморского края, так и среди детей 0–14 лет на 13,9 %.

Анализ токсикологической ситуации проводился по экстренным извещениям (учетная форма № 58-1/у, утвержденная приказом Министерства здравоохранения РФ от 29.12.2000 г. № 460 [4]), поступающих в Управление Роспотребнадзора из лечебно-профилактических организаций Приморского края.

По данным ведения токсикологического мониторинга, проводимого Управлением Роспотребнадзора по Приморскому краю, за 2019 г. на территории Приморского края был зарегистрирован 371 случай острых отравлений спиртосодержащей продукцией, показатель составил 19,5 случая на 100 тыс. населения (показатель по РФ за 2018 г. – 35,5). Относительно 2015 г. выявлено снижение показателя распространенности острых отравлений спиртосодержащей продукцией на территории Приморского края на 38,5 %.

В возрастной структуре острых отравлений спиртосодержащей продукцией за 2019 г. удельный вес детского населения составил – 7,5 %; подростков – 10,2 %;

взрослых – 82,2 %. Во всех возрастных группах отравления спиртсодержащей продукцией чаще регистрировались у мужчин (74,1 %). Наиболее часто отравления спиртосодержащей продукцией регистрировались у лиц от 26 до 59 лет (60,9 %).

В структуре острых отравлений спиртосодержащей продукцией ведущее место занимали острые отравление этиловым спиртом (74,9 %), второе место – отравления суррогатами алкоголя (16,2 %), третье место – отравления метиловым спиртом (5,9 %).

За 2019 г. зарегистрирован 131 случай отравлений спиртосодержащей продукцией со смертельным исходом. Показатель смертности от острых отравлений спиртосодержащей продукцией среди населения Приморского края составил 6,9 случая на 100 тыс. населения (показатель смертности по РФ за 2018 г. – 7,8). Относительно 2015 г. выявлено снижение показателя смертности острых отравлений спиртосодержащей продукцией на территории Приморского края на 14,8 %. В структуре смертности от острых отравлений спиртосодержащей продукцией ведущие места занимали: острые отравления этиловым спиртом (75,6 %), отравления метиловым спиртом (16,0 %) и отравления суррогатами алкоголя (4,6 %).

Среди детей до 14 лет было зарегистрировано 28 случаев острых отравлений спиртосодержащей продукцией, все учащиеся от 7 до 14 лет; смертельных исходов не зарегистрировано. Показатель отравлений спиртосодержащей продукцией среди детского населения составил в 2019 г. 8,7 случая на 100 тыс. детского населения, относительно 2015 г. выявлено снижение показателя на 13,9 %. Среди подростков от 15–17 лет было зарегистрировано 38 случаев острых отравлений спиртосодержащей продукцией, смертельный исходов не было. Показатель отравлений спиртосодержащей продукцией среди подросткового населения составил в 2019 г. 69,2 случая на 100 тыс. подросткового населения [3].

Решение задач по укреплению здоровья населения и формированию мотивации для ведения здорового образа жизни включает в себя разработку мер, направленных на снижение количества потребляемого алкоголя, регулирование производства, продажи и потребления алкогольной продукции, осуществление в образовательных учреждениях профилактических программ, направленных на недопущение потребления алкоголя детьми и подростками. Просвещение, эффективные законодательные и административно-правовые меры, оказание социальной и медицинской (первичной и специализированной) помощи лицам, злоупотребляющим алкоголем и имеющих алкогольную зависимость могут привести к снижению потребления алкоголя населением.

Список литературы

1. Анализ динамики острых бытовых отравлений химической этиологии в Алтайском крае, в том числе от токсического действия алкоголя, включая смертельные исходы за 1997–2018 годы / И.Г. Пащенко, В.И. Митрофанов, Т.Н. Карпова [и др.]; под ред. И.Г. Пащенко. – Барнаул: РИТТЕР, 2019. – 1 с.

2. Лужников, Е.А., Суходолова Г.Н. Острые отравления у взрослых и детей. – М.: Медицина, 2009. – 560 с.

3. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Приморском крае в 2019 году: Государственный доклад. – Владивосток, 2020. – 343 с.

4. Об утверждении учетной документации токсикологического мониторинга: Приказ Минздрава Российской Федерации № 460 от 29 декабря 2000 года [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901797644 (дата обращения: 05.03.2020).

Заболеваемость населения болезнями щитовидной железы, связанная с йодной недостаточностью, на примере Республики Мордовии

Е.И. Заводова

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия» Роспотребнадзора, г. Саранск, Россия

Изучена заболеваемость болезнями щитовидной железы, имеющая зависимость с питьевой водой, характеризующейся содержанием йодидов ниже физиологических потребностей организма. Проанализированы болезни щитовидной железы, а именно диффузный зоб, многоузловой зоб, связанный с йодной недостаточностью, субклинический гипотиреоз вследствие йодной недостаточности, тиреотоксикоз и тиреоидит. Выделены территории и группы риска населения Республики Мордовия по вышеперечисленным заболеваниям. Следует отметить, что за последние пять лет отмечается тенденция роста показателей заболеваемости населения Республики Мордовия диффузным зобом, субклиническим гипотиреозом, с профилактической целью населению предлагается употребление в пищу продуктов и напитков, обогащенных йодом.

Ключевые слова: болезни щитовидной железы, диффузный зоб, субклинический гипотиреоз, тиреотоксикоз, тиреоидит, йодная недостаточность, территории риска.

По данным Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия», наблюдается увеличение числа заболеваний щитовидной железы. Это обусловлено тем, что Мордовия находится в так называемой эндемичной зоне по низкому содержанию йода в объектах окружающей среды, который необходим для нормальной функции щитовидной железы.

Например, в питьевой воде республики йод практически отсутствует, об этом свидетельствуют многолетние лабораторные исследования ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия» (табл. 1).

Столица Республики Мордовия – Саранск, город с численностью населения 347 922 человека и развитой инфраструктурой. При исследовании питания населения г. Саранска установлено, что продукты, богатые содержанием йода (морская рыба и морепродукты) для большей части населения остаются малодоступными. В ежедневном рационе эти продукты употребляют лишь 1–2 % населения. Дополнительным фактором, способствующим развитию многих заболеваний, в том числе и щитовидной железы, может служить неблагоприятная экологическая обстановка [1, 2]. Рассмотрена заболеваемость болезнями щитовидной железы, имеющая возможную связь с питьевой водой. В структуре патологии щитовидной железы лидирующую позицию занимают болезни, связанные с недостаточным поступлением йода в организм. Среди патологии щитовидной железы наиболее распространен эндемический зоб. Из болезней щитовидной железы на заболеваемость эндемическим зобом, связанным с йодной недостаточностью, приходится 44 %, на субклинический гипотиреоз – 24 %, тиреотоксикоз – 11 %, на тиреоидит – 21 %. В 2019 г. показатель заболеваемости населения эндемическим зобом составил 0,76 на 1000 жителей, увеличился на 27 % в сравнении с 2018 г.

Таблица 1

Содержание йодидов в питьевой воде на территории Республики Мордовия (мг/л)

Территории	Йодиды		
		фактическая концентрация, мг/л	
		питьевая вода централизованного водоснабжения (усредненные данные за 2005–2019 гг.)	родниковая вода (усредненные данные за 2009–2019 гг.)
г. Саранск	0,125	<0,02	<0,02
Ардатовский район		<0,02	<0,02
Атюрьевский район		<0,02	<0,02
Атяшевский район		0,001	<0,02
Большеберезниковский район		0,001	<0,02
Большеигнатовский район		<0,02	<0,02
Дубенский район		0,001	<0,02
Ельниковский район		<0,02	<0,02
Зубово-Полянский район		0,001	<0,02
Инсарский район		0,001	<0,02
Ичалковский район		<0,02	<0,02
Кадошкинский район		0,001	<0,02
Ковылкинский район		0,001	<0,02
Кочкуровский район		<0,02	<0,02
Краснослободский район		0,001	<0,02
Лямбирский район		<0,02	<0,02
Ромодановский район		<0,02	<0,02
Рузаевский район		0,001	<0,02
Старошайговский район		<0,02	<0,02
Темниковский район		0,001	<0,02
Теньгушевский район		<0,02	<0,02
Торбеевский район		0,001	<0,02
Чамзинский район		0,001	<0,02

К наиболее неблагополучным территориям в республике по первичной заболеваемости эндемическим зобом (по среднемноголетнему показателю на 1000 населения) относятся: г. Саранск (2,74), Теньгушевский район (2,82), Атяшевский район (1,6), Зубово-Полянский (1,53), Кадошкинский (1,23), Большеигнатовский (1,21) и Рузаевский (1,16) районы.

В 2019 г. отмечен рост первичной заболеваемости населения эндемическим зобом в 7 муниципальных районах и г. Саранске: Атяшевском – на 42 %, г. Саранске – на 27 %, Теньгушевском – на 24 %, Лямбирском – на 21 %, Инсарском – с 0,0 до 0,76 на 1000 населения, Зубово-Полянском – с 0,0 до 0,46, Темниковском – с 0,0 до 0,22, Дубенском – с 0,0 до 0,2 соответственно в сравнении с 2018 г.

Показатели заболеваемости диффузным зобом превышают республиканский в Кадошкинском районе – в 3,4 раза, Теньгушевском районе – в 3,2 раза, г. Саранске – в 1,8 раза, Лямбирском районе – на 12 %.

К дефициту йода особенно чувствительны дети. Наибольший удельный вес по заболеваемости диффузным зобом приходится на детей (0–14 лет) – 50 %. Удельный вес заболевших диффузным зобом взрослых составил 26 %, подростков 24 %.

Показатель заболеваемости эндемическим зобом детей в 2019 г. в целом по РМ снизился на 3 % в сравнении с 2018 г. и составил 2,63 на 1000 детей. Отмечается рост заболеваемости в 6 районах и г. Саранске: Лямбирском – на 23 %, Атюрьевском – на

9 %, Теньгушевском – с 0,0 до 7,12 на 1000 населения, Инсарском – с 0,0 до 3,86, Зубово-Полянском – с 0,0 до 3,48, Большеберезниковском – с 0,0 до 0,6 и в г. Саранске – на 3 %, в сравнении с 2018 г. Показатели заболеваемости диффузным зобом детей превышают республиканский в Кадошкинском районе в 3,5 раза, в Теньгушевском – в 2,7 раза, Лямбирском – в 1,6 раза, Инсарском – на 47 %, Зубово-Полянском – на 32 %, Атяшевском – на 12 % и в г. Саранске – в 1,9 раза.

При ранжировании территории Республики Мордовия по заболеваемости эндемическим зобом детей первое место занимает г. Саранск (среднемноголетний (2006−2019) показатель 13,19), второе − Теньгушевский район (10,50), третье – Зубово-Полянский (5,28), далее следуют Кадошкинский (5,0) и Большеигнатовский (4,63) районы.

Показатель заболеваемости эндемическим зобом взрослых в 2019 г. в республике составил 0,23 на 1000, в сравнении с 2018 г. снизился на 43 %. Рост заболеваемости отмечается в 6 районах республики: Ковылкинском в 3,8 раза, Большеигнатовском – в 2,3 раза, Кадошкинском – с 0,0 до 0,4 на 1000 взрослых, Дубенском и Инсарском – с 0,0 до 0,2, Атюрьевском – с 0,0 до 0,16 на 1000. В целом по республике отмечается тенденция к снижению показателей заболеваемости эндемическим зобом взрослых.

В 2019 г. показатель заболеваемости эндемическим зобом подростков по республике составил 7,1 на 1000, в сравнении с 2018 г. увеличился на 34 %. В 6 районах республики и в г. Саранске в 2019 г. увеличились показатели заболеваемости эндемическим зобом подростков: в г. Саранске – в 3,9 раза, Лямбирском – на 39 %, Теньгушевском – с 0,0 до 19,23 на 1000 подростков, Атяшевском – с 0,0 до 10,37, Темниковском – с 0,0 до 7,25, Большеберезниковском – с 0,0 до 6,7, Зубово-Полянском – с 0,0 до 0,8, в сравнении с 2018 г. Показатели заболеваемости эндемическим зобом подростков превышают республиканский показатель в Кадошкинском в 4,0 раза, Теньгушевском – в 2,7 раза, Лямбирском – на 55 %, Атяшевском – на 46 %, Темниковском – на 2 % и г. Саранске – на 32 %. К наиболее неблагополучным территориям по заболеваемости эндемическим зобом подростков по республике следует причислить Теньгушевский и Атяшевский районы и г. Саранск. Наиболее неблагополучные территории по заболеваемости, связанной с микронутриентной недостаточностью, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Рейтинговая таблица по заболеваемости, связанной с йодной недостаточностью населения республики

Патология	Диффузный зоб	Субклинический гипотиреоз	Тиреотоксикоз	Тиреодит	Рейтинговое место
Территория республики	г. Саранск	Ромодановский район	Ковылкинский район	Рузаевский район	1
	Теньгушевский район	Г. Саранск	Ичалковский район	Ромодановский район	2
	Атяшевский район	Ичалковский район	Чамзинский район	Г. Саранск	3
	Зубово-Полянский район	Зубово-Полянский район	Ромодановский район	Ичалковский район	4
	Кадошкинский район	Темниковский район	Г. Саранск	Дубенский район	5

Список литературы

1. Касаткина Э.П. Йоддефицитные заболевания у детей и подростков // Проблемы эндокринологии. – 1997. – Т. 43, № 3. – С. 3–7.

2. Ямашкина Е.И., Зорькина А.В. Заболевания эндокринной системы: диагностика и лечение в амбулаторных условиях, медико-социальная экспертиза. – Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2004. – 48 с.

Оценка влияния потребления алкогольных напитков и уровня алкоголизации на продолжительность жизни населения Республики Татарстан

М.В. Трофимова, А.А. Титова, О.Н. Панкратова, Р.Г. Билалова, М.А. Балашова, Е.В. Быкова

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

Рассматриваются региональные особенности потребления алкоголя, показателей алкоголизации и ожидаемой продолжительности жизни населения Республики Татарстан. За период с 2008 по 2017 г. показатель алкогольных отравлений с летальным исходом вырос в 1,2 раза. Заболеваемость алкогольными психозами и хроническим алкоголизмом среди населения Республики Татарстан снизилась в 1,9 раза и на 25 % соответственно. При анализе структуры потребления алкогольных напитков в Республике Татарстан за 2008–2017 гг. отмечается снижение реализации в натуральном выражении крепкого алкоголя (водка, ликероводочные изделия, коньяки и коньячные напитки) в 1,7 раза. В Республике Татарстан за период с 2008–2017 гг. ожидаемая продолжительность жизни при рождении увеличилась с 61,96 до 74,2 г.

Законодательные ограничения на продажу алкогольных напитков привели к снижению реализации и, как следствие, к снижению потребления алкоголя населением Республики Татарстан. Принятие нормативных актов положительно сказалось на показателе острых алкогольных отравлений с летальным исходом, заболеваемости алкогольными психозами и хроническим алкоголизмом.

Изменения показателя ожидаемой продолжительности жизни не всегда наблюдаются в тех муниципальных районах, где улучшилась ситуация по проявлению алкоголизации населения.

Ключевые слова: алкоголь, острые алкогольные отравления, алкогольные психозы, хронический алкоголизм, ожидаемая продолжительность жизни.

Злоупотребление алкоголем является одной из актуальных проблем нашей страны. Широкая продажа и «завуалированная» реклама алкогольных напитков способствуют алкоголизации населения. Введение ограничений времени и мест

продажи алкоголя, повышение акцизов, запрещение употребления алкоголя в общественных местах, законодательное признание пива алкогольным напитком, увеличение штрафов и сроков наказания за вождение в нетрезвом виде способствуют снижению злоупотребления алкоголем [5, 7]. По мнению ряда ученых, бытовое потребление алкоголя, который в десятки раз превышает алкоголизм, а не алкоголики, составляют основную часть алкогольной смертности [1, 3].

Алкоголизация населения может характеризоваться системой показателей, среди которых алкогольные отравления, алкогольные психозы и хронический алкоголизм [4, 7]. Во всем мире алкоголь оказывает более вредное воздействие на мужчин (6,0 % смертей, 7,4 % DALY), чем на женщин (1,1 % всех случаев смерти, 1,4 % DALY). Различаются показатели качества и количества употребляемого алкоголя среди половых групп [8].

Ожидаемая продолжительность жизни является наиболее адекватной обобщающей характеристикой смертности населения, в том числе и от употребления алкоголя [2]. Ожидаемая продолжительность жизни определяется как «число лет, которое в среднем предстояло бы прожить человеку из поколения родившихся при условии, что на протяжении всей жизни этого поколения повозрастная смертность останется на уровне того года, для которого вычислен показатель» [6].

Поэтому проблема изучения проявлений алкоголизации среди населения Республики Татарстан является актуальной.

Материалы и методы. Анализировались показатели заболеваемости и смертности от острых алкогольных отравлений по данным токсикологического мониторинга. Проведен анализ заболеваемости хроническим алкоголизмом и алкогольными психозами, ожидаемой продолжительности жизни по данным Министерства здравоохранения Республики Татарстан. Анализируемый период – 2008–2017 гг., за 2018–2019 гг. данные по ожидаемой продолжительности жизни не представлены в полном объеме.

Для оценки потребления алкоголя были проанализированы физические объемы розничной продажи разных типов алкогольных напитков в натуральном выражении по данным Татарстанстата. Предполагалось, что весь алкоголь, проданный за год, потребляется в этот же период. Данный показатель дает лишь примерную оценку потребления алкогольных напитков населением, так как учитывает лишь лицензионный алкоголь. Установлено, что последствия от злоупотребления алкогольных напитков утяжеляются с увеличением их крепости [1].

Результаты. В Республике Татарстан отравления алкоголем и спиртосодержащей продукцией в 2017 г. составили 18,0 на 100 тыс. населения, что ниже уровня 2008 г. в 3,8 раза ($R^2 = 0,81$) (2008 г. – 69,1 на 100 тыс. населения). На фоне снижения отравлений алкоголем наблюдается увеличение показателя смертельных случаев. За период с 2008 по 2017 г. показатель алкогольных отравлений с летальным исходом вырос в 1,2 раза ($R^2 = 0,8$) и составил 6,8 на 100 тыс. населения (2008 г. – 5,5 на 100 тыс. населения) (рис. 1).

В течение 2008–2017 гг. алкогольная смертность мужского населения Республики Татарстан в среднем в 5,4 раза превышала смертность женщин. Показатель алкогольной смертности мужчин увеличился в 1,2 раза – с 9,9 до 11,6 на 100 тыс. населения ($R^2 = 0,78$) соответствующей гендерной группы; а среди женщин – в 1,5 раза – с 1,7 до 2,5 на 100 тыс. человек ($R^2 = 0,26$) (рис. 2).

Рис. 1. Динамика острых отравлений алкоголем, в том числе с летальным исходом, заболеваемости алкогольными психозами и хроническим алкоголизмом среди населения Республики Татарстан (показатель на 100 тыс. населения), ожидаемой продолжительности жизни (лет)

Рис. 2. Динамика острых отравлений алкоголем и спиртосодержащими жидкостями с летальным исходом среди мужского и женского населения Республики Татарстан (показатель на 100 тыс. населения)

К территориям риска по среднемноголетнему показателю смертности от отравлений алкоголем относятся 12 муниципальных образований республики, где более чем в 1,5 раза превышен республиканский уровень (7,5 на 100 тыс. населения), а именно: в Менделеевском районе – 24,0 на 100 тыс. населения, в Верхнеуслонском районе – 18,7 на 100 тыс. населения, в Сабинском районе – 16,5, в Тюлячинском районе – 15,4, в Зеленодольском районе – 15,0, в Бугульминском районе – 14,2, в Лениногорском районе – 13,8, в Агрызском районе – 13,8, в Альметьевском районе – 13,1, в Пестречинском районе – 13,0, в Лаишевском районе – 12,7, в Мензелинском районе – 11,5.

За 2008–2017 гг. отмечались 6 территорий с низкими среднемноголетними показателями смертности от алкогольных отравлений: Буинский (3,8 на 100 тыс. населения), Апастовский районы (4,6), г.Казань (4,9), г. Набережные Челны (5,2), Нижнекамский (6,7) и Тукаевский (7,1) районы.

Следует отметить, что за анализируемый период наиболее высокий темп прироста смертности от отравления алкоголем наблюдался в Высокогорском районе – в 9,0 раза, в Аксубаевском – 5,4 раза, в Арском – в 4,8 раза, в Чистопольском –

в 4,3 раза, в Сабинском – в 3,0 раза, в Алексеевском – в 2,0 раза, в Мензелинском – в 1,7 раза и в Рыбно-Слободском районе – в 1,6 раза.

В сравнении с 2008 г. в 2017 г. снижение уровня алкогольных отравлений с летальным исходом зафиксировано в Агрызском районе – в 7,9 раза, Дрожжановском районе – в 6,0 раза, в Мамадышском – в 4,7 раза, в Лениногорском – в 3,2 раза, в Кукморском – в 3,0 раза, в Апастовском – в 1,8 раза и в Пестречинском – в 1,7 раза.

За анализируемый период уровень алкогольных психозов среди населения Республики Татарстан сократился в 1,9 раза (R^2 = 0,6384) и составил в 2017 г. 12,7 на 100 тыс. населения, против показателя 2008 г. – 24,6 на 100 тыс. населения (рис. 1).

При анализе среднемноголетнего показателя заболеваемости алкогольными психозами в 11 административных территориях наблюдалось превышение среднемноголетнего республиканского уровня (22,1 на 100 тыс. населения) (рис. 3).

Следует отметить, что, несмотря на снижение заболеваемости алкогольными психозами в целом по региону, в ряде муниципальных образований за десятилетний период регистрируется рост данной патологии: в Черемшанском районе – в 2,2 раза (2008 г. – 9,5 на 100 тыс. населения), в Тюлячинском районе – в 2 раза (2008 г. – 6,9), в Тетюшском районе – в 1,8 раза (2008 г. – 11,9), в Агрызском районе – в 1,6 раза (2008 г. – 24,8), в Сабинском районе – в 1,6 раза (2008 г. – 16,3), в Верхнеуслонском районе – в 1,3 раза (2008 г. – 24,1).

Уровень заболеваемости алкогольными психозами среди мужчин и женщин распределился неравномерно. Мужчины в 4,7 раза заболевают чаще, чем женщины, снижение заболеваемости среди мужчин и женщин происходит одинаковыми темпами (в 2 раза).

Уровень заболеваемости хроническим алкоголизмом среди населения Республики Татарстан за анализируемый период снизился на 25 % (R^2 = 0,86) и составил в 2017 г. 39,8 на 100 тыс. населения (2008 г. – 53,1) (рис. 1).

При анализе среднемноголетнего показателя заболеваемости хроническим алкоголизмом выделены 17 административных территорий, где данные превышали среднереспубликанский уровень (44,34 на 100 тыс. населения) (рис. 3).

Несмотря на тенденцию к снижению в целом по региону, в ряде муниципальных районов отмечался рост показателя, а именно: в Агрызском районе – в 3,4 раза, в Алексеевском районе – в 3,4 раза, в Апастовском районе – в 1,8 раза, в Атнинском районе – в 1,4 раза, в Сабинском – на 22,3 %, в Верхнеуслонском – в 1,5 раза, в Зеленодольском районе – в 1,4 раза, в Камско-Устьинском районе – в 1,7 раза, в Мамадышском районе – в 1,6 раза, в Пестречинском районе – в 2,8 раза, в Рыбно-Слободском – в 2,6 раза, в Сармановском районе – в 1,9 раза, в Спасском – в 6,6 раза, в Тюлячинском районе – в 2,1 раза, в Черемшанском районе – в 1,9 раза и в г. Казани – на 25,5 %.

Число лиц с впервые установленным диагнозом хронического алкоголизма среди мужчин и женщин значительно отличает: так, если в 2008 г. на одну женщину приходилось 4 мужчин, то в 2017 г. – 3 мужчин. Темпы убыли также распределились неравномерно: среди мужчин снизилось в 1,5 раза, среди женщин – на 5 %.

За период с 2008–2017 гг. ожидаемая продолжительность жизни (ОПЖ) при рождении в Республике Татарстан увеличилась с 61,96 до 74,2 г. Рост показателя повторяет общероссийскую тенденцию. Следует отметить, что уровень ОПЖ в Республике Татарстан выше уровня Российской Федерации на 1,5 г. (РФ в 2017 г. – 72,7 г.).

В 2017 г. установлена ОПЖ выше среднереспубликанского уровня в 15 муниципальных районах, а именно: в Апастовском районе – 75,06 г., в Балтасинском районе –

75,79 г., Дрожжановском районе – 74,55 г., в Елабужском районе – 74,45 г., в Кукморском районе – 74,31 г., в Лаишевском районе – 74,6 г., в Нижнекамском районе – 74,98 г., в Нурлатском районе – 74,36 г., в Рыбно-Слободском районе – 74,77 г., в Сабинском районе – 74,8 г., в Сармановском районе – 75,0 г., в Тукаевском районе – 74,43 г., в г. Казань – 75,61 г. и г. Набережные Челны – 75,14 г.

Положительная динамика роста ОПЖ характерна для всех районов Республики Татарстан, однако в ряде муниципальных образований отмечается значительный прирост показателя (более 6 лет), а именно в Лаишевском районе – на 8,61 г., в Апастовском районе – на 7,73 г., в Спасском районе – на 6,91 г., в Черемшанском районе – на 6,51 г., в Дрожжановском районе – на 6,13 г.

Обращает на себя внимание значительная разница между ОПЖ у мужчин и женщин. За период с 2008–2017 гг. средняя продолжительность жизни мужчин увеличилась с 63,98 до 68,9 г., среди женщин – с 76,17 до 79,2 г. Прирост значительно сильнее проявляется среди мужчин, чем для женщин, на 4,9 г. и 3,0 г. соответственно. Как следствие, разница между показателями ОПЖ за десятилетний период между мужчинами и женщинами снизилась с 12,0 до 10,3 г.

При анализе структуры потребления алкогольных напитков в Республике Татарстан отмечается снижение реализации в натуральном выражении крепкого алкоголя (водка, ликероводочные изделия, коньяки и коньячные напитки) в 1,7 раза – с 5643,7 тыс. дкл в 2008 г. до 3357,4 тыс. дкл в 2017 г., причем реализация коньяка и коньячных напитков выросла в 1,6 раза. Доля реализации пива в общем объеме потреблении лидирует (в 2008 г. – 79,7 %, в 2017 г. – 86,9 %), за анализируемый период реализация увеличилась на 18,6 %. Следует отметить, что реализация вина за десятилетний период увеличилась на 4 % (таблица).

Продажа населению Республики Татарстан алкогольных напитков в 2008–2017 гг. в натуральном выражении, тыс. дкл

Алкогольный напиток	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Водка и ликероводочные изделия	5506,1	5030,8	5094,5	5006	5008	4089	3596	3514	3506	3133,7
Коньяки, коньячные напитки	137,6	145,6	170,9	187	230	228	216	193	212	223,7
Напитки слабоалкогольные	н/д	н/д	231,6	201	157	127	90	29	23	33
Винодельческая продукция	1259	1134,7	1324,2	1407	1396	1454	1618	1605	1695	1595,6
Шампанские и игристые вина	457,9	459,7	515,8	516	451	367	301	255	230	201,9
Пиво	28926,6	29770,9	31808	31808	33220	30613	27280	24697	22896	34312

На динамику продаж алкогольных напитков повлияли принятый в 2015 г. закон Республики Татарстан «О дополнительных ограничениях времени, условий и мест розничной продажи алкогольной продукции на территории Республики Татарстан и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Республики Татарстан» и вынесенное в 2013 г. постановление Кабинета министров Республики Татарстан «Об утверждении государственной программы «Обеспечение общественного порядка и противодействие преступности в РТ на 2014–2020 годы» под-

программы 7 «Снижение масштабов злоупотребления алкогольной продукцией и профилактика алкоголизма в Республике Татарстан на 2017–2020 годы». Данные директивные акты направлены на усиление контроля за производством и реализацией алкогольной продукции, ограничение физической доступности алкоголя (уменьшение количества точек, территориальная удаленность от потребителей, жесткие ограничения по времени). Законодательные ограничения на продажу алкогольных напитков привели к снижению реализации и, как следствие, к снижению потребления алкоголя населением Республики Татарстан, в том числе и крепких алкогольных напитков.

Принятие данных нормативных актов положительно сказалось на показателе острых алкогольных отравлений с летальным исходом. Если до 2015 г. отмечался рост (2008 г. – 5,5 на 100 тыс. населения, 2014 г. – 9,2), то за 2015–2017 гг. наблюдалось снижение до 6,8 на 100 тыс. населения. Кроме того, ужесточение мер повлияло и на заболеваемость алкогольными психозами, в меньшей степени на заболеваемость хроническим алкоголизмом: так, темп убыли показателя алкогольных психозов с 2008–2014 гг. составил 0,4 %, в то время как за период с 2015–2017 гг. – в 1,9 раза.

Снижение реализации в натуральном выражении крепкого алкоголя положительно сказалось и на ожидаемой продолжительности жизни, данный показатель вырос на 4,24 г.

Интересно, что рост показателя ожидаемой продолжительности жизни наблюдается в большей части в тех муниципальных районах, где улучшилась ситуация по проявлению алкоголизации населения (снижение смертности от острых алкогольных отравлений, показатели летальных алкогольных отравлений, алкогольных психозов, хронического алкоголизма ниже среднереспубликанских уровней). Однако есть территории, где увеличение ОПЖ происходит и при высоких показателях смертности от алкогольных отравлений и росте алкогольных психозов и хронического алкоголизма (например, Зеленодольский район) или, наоборот, невысокий прирост ОПЖ при низких показателях алкоголизации населения (например, Азнакаевский район) (рис. 3).

На основании вышеизложенного можно сделать следующие **выводы**:

1. За период с 2008 по 2017 г. среди населения Республики Татарстан показатель алкогольных отравлений с летальным исходом вырос в 1,2 раза. Однако после 2015 г. отмечается снижение показателя на 26,1 %.

2. Заболеваемость алкогольными психозами и хроническим алкоголизмом населения Республики Татарстан снизилась в 1,9 раза и на 25 % соответственно. Введение директивных мер, направленных на снижение реализации алкогольной продукции, повлияло в большей степени на уровень заболеваемости алкогольными психозами.

3. Алкоголизация среди мужчин и женщин распределяется неравномерно. Мужчины заболевают алкогольными психозами в 4,7 раза и хроническим алкоголизмом в 2,5 раза чаще, чем женщины. Алкогольная смертность среди мужчин Республики Татарстан в среднем в 5,4 раза превышала смертность женщин. Заболеваемость хроническим алкоголизмом среди мужчин снизилась в 1,5 раза.

4. Снижение реализации в натуральном выражении крепкого алкоголя в 1,7 раза положительно сказалось на увеличении ожидаемой продолжительности жизни, данный показатель вырос на 4,24 г. Среди мужчин, основных потребителей крепких алкогольных напитков, рост ожидаемой продолжительности жизни составил 4,9 г., у женщин – 3 года.

5. Рост показателя ожидаемой продолжительности жизни наблюдается в основном в тех муниципальных районах, где улучшилась ситуация по проявлениям алкоголизации населения. Однако в ряде муниципальных территорий рост или снижение ОПЖ не зависит от количественных проявлений алкоголизации населения.

Рис. 3. Категорирование ожидаемой продолжительности жизни (лет), среднемноголетние показатели смертности от острых алкогольных отравлений, алкогольных психозов и хронического алкоголизма, на 100 тыс. населения

Таким образом, проводимая региональная политика, направленная на снижение потребления алкогольных продуктов, в наибольшей степени проявляется на мужском населении и, как следствие, благоприятно сказывается на росте ожидаемой продолжительности жизни. Требуется дальнейшее углубленное изучение влияние факторов алкоголизации на снижение ожидаемой продолжительности жизни населения Республики Татарстан.

Список литературы

1. Зайкова З.А. Алкоголь как фактор риска преждевременной смертности населения Иркутской области // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 2. – С. 45–59. DOI: 10.21668/health.risk/2016.2.06

2. Коссова Т.В., Коссова Е.В., Шелунцова М.А. Влияние потребления алкоголя на смертность и ожидаемую продолжительности жизни в регионах России // Экономическая политика. – 2017. – № 1. – С. 58–83.

3. Немцов А.В. Злоупотребление алкоголем и здравоохранение в России // Уровень жизни населения регионов России. – 2012. – № 1. – С. 60–61.

4. Разводовский Ю.Е., Зотов П.Б. Алкогольные отравления и эпидемиологические параметры алкоголизма в России // Российский медико-биологический вестник имени И.П. Павлова. – 2016. – № 2. – 80 с.

5. Скоробогатов А.С. Влияние политики ограничения ночной продажи крепкого алкоголя на потребление и злоупотребление алкоголем в России // Журнал институциональных исследований. – 2016. – Т. 8, № 3. – С. 72–90.

6. Статистический сборник «Регионы России. Социально-экономические показатели» [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://www.gks.ru/free_doc/doc_2018/region/reg-pok18.pdf (дата обращения: 03.03.2020).

7. Шматова Ю.Е. Экономическая и статическая оценка проблемы алкогольной зависимости в России (региональный аспект) // Государство, гражданское общество и стабильность. – 2019. – № 3. – С. 64–80.

8. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks [Электронный ресурс] // World health organization. – URL: http://www.who/int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf (дата обращения: 03.03.2020).

Гигиеническая оценка дополнительных случаев заболеваемости от воздействия мелкодисперсных твердых частиц

Т.Д. Гриценко, И.А. Просвирякова, А.Н. Ганькин, А.Е. Пшегрода, С.М. Соколов

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

Объектом исследования являлись концентрации твердых частиц дисперсностью 10 и 2,5 микрона в атмосферном воздухе населенных пунктов с численностью населения свыше 100 тыс. человек.

Научно обоснованы критерии оценки воздействия и определения вклада твердых частиц дисперсностью 10 и 2,5 микрона в формирование дополнительных случаев заболеваемости населения.

Использовался санитарно-гигиенический метод, метод математического моделирования, оценка риска, статистические методы. Предложены критерии риска формирования дополнительных случаев заболеваемости населения от воздействия твердых частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$. К наиболее информативным критериям отнесено увеличение заболеваемости пневмонией, острым бронхитом у детей и подростков, хроническим бронхитом у взрослого населения, увеличение обращаемости за скорой медицинской помощью. При гигиенической оценке атмосферного воздуха 15 городов с численностью населения свыше 100 тыс. человек установили, что средние значения фоновых концентраций PM_{10} и $PM_{2.5}$ не превышали гигиенические нормативы и находились в диапазонах от 26 до 76 мкг/м^3 и от 27 до 53 мкг/м^3 соответственно

(«допустимая» степень загрязнения). Значения потенциального риска здоровью населения от острого воздействия PM_{10} и $PM_{2.5}$ колебались от 1,2 до 4,3 % – «приемлемый» уровень риска. От хронического воздействия PM_{10} риск здоровью составил 3,7 % («приемлемый» уровень), от $PM_{2.5}$ – 5,9 % («удовлетворительный» уровень). В условиях острого и хронического воздействия PM_{10} и $PM_{2.5}$ значения индексов опасности характеризовались как «низкие (минимальные)», что соответствует фоновым уровням заболеваемости. Вклад мелкодисперсных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ в индекс опасности здоровью в среднем по городам при остром воздействии составил 18,32 и 35,80 %; при хроническом воздействии – 22,13 и 37,57 % соответственно.

Ключевые слова: атмосферный воздух, твердые частицы, критерии риска, мелкодисперсные частицы, атмосферный воздух.

Твердые мелкодисперсные частицы, содержащиеся в атмосферном воздухе, по степени своего вредного воздействия отнесены к одним из наиболее значимых факторов влияния воздуха на здоровье населения. На проникающую способность твердых частиц в организм человека влияет размер частиц. Наиболее часто обнаруживаются следующие размерные фракции взвешенных частиц: общая пыль (TSP) – сумма взвешенных веществ, включает все находящиеся в воздухе частицы; PM_{10} используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм; $PM_{2.5}$ применяется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 2,5 мкм; PM-1 употребляется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 1,0 мкм и мельчайшие частицы (наночастицы) – используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 0,1 мкм. Так, частицы с аэродинамическим диаметром 2,5–10 мкм (PM_{10}) достигают бронхов и могут накапливаться в тканях легких. Респирабельные или ультрамелкодисперсные частицы размером менее 2,5 мкм ($PM_{2.5}$) могут достигать бронхиол и альвеол, проникать в кровоток и далее попадать в любую ткань организма человека.

Так, по оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), мелкодисперсные твердые частицы ежегодно обусловливают 3 % случаев смерти от кардиопульмональной патологии и 5 % от рака легких. С увеличением концентрации мелкодисперсных твердых частиц на 10 мкг/м^3 относительный риск снижения легочной функции и роста заболеваний бронхитом среди детей составляет 1,9 и 1,3 % соответственно (ВОЗ, 2013) [1]. Мелкодисперсные частицы являются причиной воспалительных реакций в легких, развития респираторных симптомов, обострения хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы, увеличения частоты приема лекарственных средств, а также роста госпитализации и смертности.

На первом этапе проведения исследований на основании анализа численности населения городов Республики Беларус, был сформирован список городов с численностью населения свыше 100 тыс., включенных в исследование. Источником информации послужил статистический бюллетень «Численность населения на 1 января 2019 г. и среднегодовая численность населения за 2018 год по Республики Беларусь в разрезе областей, районов, городов, поселков городского типа» Национального статистического комитета Республики Беларусь [7].

Гигиеническая оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами проведена на основании фоновых концентраций $PM_{2.5}$, PM_{10} и TSP, установленных по результатам наблюдений на стационарных постах наблюдений ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» в период 2010–2016 гг. на территориях 15 выбранных городов (табл. 1).

Таблица 1

Список городов Белоруссии с численностью населения свыше 100 тыс. человек

№	Город	Область	Численность населения, абс.
1	Минск	Минская обл.	1 992 685
2	Гомель	Гомельская обл.	536 938
3	Могилев	Могилевская обл.	383 313
4	Витебск	Витебская обл.	378 459
5	Гродно	Гродненская обл.	373 547
6	Брест	Брестская обл.	350 616
7	Бобруйск	Могилевская обл.	216 793
8	Барановичи	Брестская обл.	179 000
9	Борисов	Минская обл.	142 681
10	Пинск	Брестская обл.	137 960
11	Орша	Витебская обл.	114 135
12	Мозырь	Гомельская обл.	112 348
13	Солигорск	Минская обл.	106 289
14	Лида	Гродненская обл.	101 928
15	Новополоцк	Витебская обл.	101 125

В исследование включены фоновые концентрации 92 территориально-промышленных комплексов городов республиканского и областного подчинения). Данные о фоновых концентрациях $PM_{2.5}$, PM_{10} и TSP получены на основании выкопировки из «Справок о фоновых концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и метеорологических характеристиках».

Гигиеническая оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха проведена на основании результатов сравнения фактических значений фоновых концентраций $PM_{2.5}$, PM_{10}, TSP со значениями гигиенических нормативов, оценки степени опасности загрязнения атмосферного воздуха по величине комплексного показателя «Р».

По результатам гигиенической оценки определены степень опасности фонового загрязнения атмосферного воздуха и вклад твердых частиц в ее формирование в соответствии с инструкцией по применению № 18-0102 «Эпидемиологическая оценка риска влияния окружающей среды на здоровье населения» [8]. На основании определения фоновых уровней риска здоровью населения выделены приоритетные территории по содержанию $PM_{2.5}$, PM_{10} и TSP в атмосферном воздухе в соответствии с инструкцией по применению № 002-0315 «Метод гигиенической оценки содержания твердых частиц общей фракции и аэродинамическим диаметром 10 мкм и 2,5 мкм в атмосферном воздухе населенных пунктов» [2] и инструкцией по применению № 004-0617 «Оценка риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе» [3].

Оценка загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами проведена по значениям изолированных концентраций PM_{10}, $PM_{2.5}$ и суммы твердых частиц (TSP) с учетом дисперсного и компонентного состава. Определена степень загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами по величине комплексного показателя «Р» и индекса качества атмосферного воздуха. Установлена величина риска здоровью от воздействия мелкодисперсных твердых частиц для населения, проживающего в изучаемых городах, в соответствии с инструкцией по применению № 004-0617 «Оценка рис-

ка для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе» [3].

Величина потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия оценивалась по критериям, представленным в табл. 2.

Таблица 2

Критерии оценки потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия

Уровень риска	Величина, %
Приемлемый (минимальный)	До 5 (или до 0,05 в д. ед.)
Удовлетворительный	Свыше 5 и до 16 (или свыше 0,05 до 0,16 в д. ед.)
Неудовлетворительный	Свыше 16 и до 50 (или свыше 0,16 до 0,50 в д. ед.)
Опасный	Более 50 (более 0,50 в д. ед.)
Чрезвычайно опасный	Близкий к 100 (или 1)

Величина потенциального риска длительного (хронического) воздействия оценивалась по критериям, представленным в табл. 3.

Таблица 3

Критерии оценки потенциального риска длительного (хронического) воздействия

Уровень риска	Величина, %
Приемлемый (минимальный)	До 5 (или до 0,05 в д. ед.)
Удовлетворительный	Свыше 5 и до 16 (или свыше 0,05 до 0,16 в д. ед.)
Неудовлетворительный	Свыше 16 и до 50 (или свыше 0,16 до 0,50 в д. ед.)
Опасный	Более 50 (более 0,50 в д. ед.)
Чрезвычайно опасный	Близкий к 100 (или 1)

Коэффициент опасности рассчитывался раздельно при условиях кратковременного (острого) и длительного (хронического) воздействий загрязняющих веществ. При этом период осреднения экспозиции и соответствующих безопасных уровней воздействия был аналогичным. Расчет коэффициента опасности проводился с учетом критических органов / систем, поражаемых исследуемыми загрязняющими веществами.

Критические органы / системы, связанные с наиболее чувствительными и специфическими вредными биологическими изменениями, могут различаться в зависимости от пути поступления и продолжительности воздействия загрязняющего вещества. Чаще всего в качестве критических рассматриваются органы / системы, поражаемые на уровне пороговых доз (концентраций) анализируемого загрязняющего вещества. С увеличением уровня и продолжительности воздействия обычно происходит генерализация вредных эффектов с вовлечением новых органов / систем. Величина коэффициента (индекса) опасности при остром и хроническом воздействии оценивалась по критериям, представленным в табл. 4.

Концентрация твердых частиц является часто используемым косвенным показателем уровня загрязнения атмосферного воздуха. Они оказывают негативное воздействие на большее число людей, чем какой-либо другой загрязнитель воздуха. Отмечается тесная количественная взаимосвязь между воздействием, как ежедневным, так и накопленным с течением времени, высоких уровней концентраций мелкодисперсных твердых частиц и повышенными уровнями заболеваемости. Для

оценки риска нарушений состояния здоровья, обусловленного воздействием мелкодисперсных твердых частиц, ВОЗ отмечается целесообразность использования такого показателя, как прирост величины относительного риска, или процентное изменение анализируемого показателя здоровья на условную единицу концентрации, – на каждые 10 мкг/м^3 [1]. Содержание PM_{10} на уровне менее чем 100 мкг/м^3, выраженных среднесуточной концентрацией PM_{10}, оказывает негативное влияние на показатели смертности, возникновение респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний и иные показатели состояния здоровья.

Таблица 4

Критерии оценки коэффициента (индекса) опасности при остром и хроническом воздействии

Уровень риска	Величина
Чрезвычайно высокий	$HI\ (HQi) > 10$
Высокий	$5 < HI\ (HQi) \leq 10$
Средний	$1 < HI\ (HQi) \leq 5$
Низкий (минимальный)	$HI\ (HQi) \leq 1{,}0$

Разработка эффективных мероприятий по защите населения от воздействия твердых частиц и обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения требует не только объективной гигиенической оценки содержания PM_{10} и $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе, но и совершенствования методов оценки воздействия мелкодисперсных твердых частиц дисперсностью 10 и 2,5 микрона на здоровье населения [4–6].

В ходе сравнительного многокритериального анализа существующих методических подходов к оценке дополнительных случаев заболеваемости населения от воздействия мелкодисперсных твердых частиц дифференцированных фракций выделена основная методика оценки, рекомендуемая Всемирной организацией здравоохранения и широко применяемая на территории Евросоюза, Канады и США: методика оценки прироста величины относительного риска или процентное изменение анализируемого показателя здоровья на условную единицу концентрации PM_{10} и $PM_{2.5}$ (10 мкг/м^3).

В ориентировочный перечень критериев риска формирования дополнительных случаев заболеваемости населения от воздействия мелкодисперсных твердых частиц включены критерии оценки дополнительных случаев заболеваемости населения при кратковременном воздействии твердых частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$, обоснованные в ходе эпидемиологических исследований и рекомендованные ВОЗ. К наиболее информативным критериям отнесено увеличение заболеваемости пневмонией, острым бронхитом у детей и подростков, хроническим бронхитом у лиц в возрасте 25 лет и старше, увеличение обращаемости за скорой медицинской помощью, в том числе по поводу заболеваний сердца и органов дыхания.

Создана база данных, содержащая уровни фоновых концентраций твердых частиц TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе изучаемых населенных пунктов. Результаты исследований фоновых концентраций загрязняющих химических веществ (ЗХВ) в атмосферном воздухе 15 населенных пунктов показали, что фоновые концентрации TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ находились в диапазонах от 29 до 152 мкг/м^3, от 26 до 76 мкг/м^3 и от 27 до 53 мкг/м^3 соответственно.

Средние значения фоновых концентраций TSP (78,53 ± 7,2 мкг/м^3, 95 % ДИ 85,7–71,4 мкг/м^3), PM_{10} (51,57 ± 2,2 мкг/м^3, 95 % ДИ 53,8–49,4 мкг/м^3) и $PM_{2.5}$ (39,53 ± 1,7 мкг/м^3, 95 % ДИ 41,3–37,8 мкг/м^3) не превысили значений $ПДК_{мр}$.

Наибольшие значения фоновых концентраций отмечались: в г. Гомеле (144 мкг/м^3), г. Борисове (136 мкг/м^3) и г. Могилеве (130 мкг/м^3) – по твердым частицам TSP; в г. Минске (76 мкг/м^3), г. Гомеле (72 мкг/м^3) и г. Могилеве (59 мкг/м^3) – по твердым частицам PM_{10}; в г. Минске (53 мкг/м^3), г. Барановичи (44 мкг/м^3) и г. Бресте (40 мкг/м^3) – по твердым частицам $PM_{2.5}$.

Фракционный анализ твердых частиц показал, что на долю PM_{10} и $PM_{2.5}$ в составе TSP приходилось от 33 до 91 % и от 21 до 97 % соответственно. В среднем соотношения TSP и PM_{10}, а также TSP и $PM_{2.5}$ во всех анализируемых городах (92 точки наблюдения) составили 0,76 ± 0,09, 95 % ДИ 0,86–0,67 и 0,63 ± 0,07, 95 %, ДИ 0,70–0,56 соответственно.

Суммарный показатель фонового загрязнения атмосферного воздуха «Р» комплексом загрязняющих веществ колебался от 1,08 до 1,94, среднее значение показателя «Р» составило 1,35 ± 0,04 (95 % ДИ 1,39–1,31), что соответствует «допустимой» степени фонового загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих веществ.

Вклад мелкодисперсных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ в суммарный показатель фонового загрязнения атмосферного воздуха «Р» комплексом загрязняющих веществ колебался от 29,19 % в г. Могилеве до 73,89 % в г. Минске и в среднем составил 52,45 ± 2,52 % (95 % ДИ 54,97–49,94 %). Суммарный показатель фонового загрязнения атмосферного воздуха «Р» мелкодисперсными частицами PM_{10} и $PM_{2.5}$ (0,69 ± 0,028; 95 % ДИ 0,72–0,67) соответствует «допустимой» степень фонового загрязнения атмосферного воздуха.

Для оценки неблагоприятного влияния загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами определены значения потенциального риска здоровью населения при условии острого и хронического действия TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ по изучаемым городам (табл. 5, 6).

Таблица 5

Риск острого и хронического действия TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ (по 15 городам)

Риск	TSP		PM_{10}		$PM_{2.5}$	
	значение	характеристика	значение	характеристика	значение	характеристика
Острое действие	3e-05 ± e-05	Приемлемый (минимальный)	4e-05 ± e-05	Приемлемый (минимальный)	e-03 ± 3e-04	Приемлемый (минимальный
Хроническое действие	2e-02 ± 2e-03	Приемлемый (минимальный)	4e-02 ± 3e-03	Приемлемый (минимальный)	6e-02 ± e-02	Удовлетворительный

Значения потенциального риска здоровью населения от острого воздействия TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ на исследуемых территориях городов варьировались от 1,2 до 4,3 % – «приемлемый» уровень риска. Уровень потенциального риска здоровью населения от хронического воздействия TSP, PM_{10} составил 2,0 и 3,7 % («приемлемый» уровень), от воздействия $PM_{2.5}$ – 5,9 % («удовлетворительный» уровень).

В условиях острого и хронического воздействия TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ на исследуемых территориях городов значения индексов опасности характеризовались как

«низкие (минимальные)», что соответствует фоновым уровням заболеваемости. Наибольшие значения индекса опасности при остром и хроническом воздействии $PM_{2.5}$ составило 0,61 и 0,63 соответственно.

Таблица 6

Индекс опасности при остром и хроническом воздействии TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ (по 15 городам)

Риск	TSP		PM_{10}		$PM_{2.5}$	
	значение	характеристика	значение	характеристика	значение	характеристика
Индекс опасности при остром воздействии	0,26	Низкий	0,32	Низкий	0,61	Низкий
Индекс опасности при хроническом воздействии	0,21	Низкий	0,39	Низкий	0,63	Низкий

Выполнены расчеты и проведен анализ вклада мелкодисперсных частиц TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ в индекс опасности здоровью острого и хронического воздействия фоновых концентраций комплекса загрязняющих веществ (табл. 7).

Вклад мелкодисперсных частиц TSP в индекс опасности здоровью колебался от 5,38 % в г. Бобруйске до 30,81 % в г. Гродно при остром воздействии и от 4,47 % в г. Бобруйске до 19,29 % в г. Борисове – при хроническом воздействии фоновых концентраций комплекса загрязняющих веществ. В среднем вклад TSP в индекс опасности здоровью острого и хронического фонового воздействия комплекса загрязняющих веществ составил 14,56 ± 1,14 % (95 % ДИ 15,70–13,41 %) и 11,86 ± 0,94 % (95 % ДИ 12,81–10,92 %) соответственно.

Таблица 7

Вклад TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ в индекс опасности острого и хронического воздействия фоновых концентраций комплекса загрязняющих веществ (по 15 городам)

Риск	TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Индекс опасности при остром воздействии	14,56 %	18,32 %	35,80 %
Индекс опасности при хроническом воздействии	11,86 %	22,13 %	37,57 %

Вклад мелкодисперсных частиц PM_{10} в индекс опасности здоровью колебался от 0,01 % в г. Могилеве до 28,39 % в г. Минске при остром воздействии и от 4,47 % в г. Бобруйске до 32,99 % в г. Минске – при хроническом воздействии фоновых концентраций комплекса загрязняющих веществ. В среднем вклад PM_{10} в индекс опасности здоровью острого и хронического фонового воздействия комплекса загрязняющих веществ составил 18,32 ± 1,13 % (95 % ДИ 19,67–16,97 %) и 22,13 ± 1,53 % (95 % ДИ 23,66–20,60 %) соответственно.

Вклад мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ в индекс опасности здоровью острого воздействия фоновых концентраций комплекса загрязняющих веществ колебался от 64,04 % в г. Минске до 21,19 % в г. Могилеве и в среднем составил 35,80 ± 2,58 % (95 % ДИ 38,38–33,23 %). Вклад в индекс опасности здоровью хро-

нического воздействия находился в пределах от 64,40 % в г. Минске до 21,25 % в г. Могилеве и в среднем составил 37,57 ± 2,43 % (95 % ДИ 39,99–35,14 %).

Таким образом, результаты гигиенической оценки фоновых концентраций загрязняющих химических веществ в атмосферном воздухе 15 населенных пунктов показали, что средние значения фоновых концентраций TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ не превышают установленных значений предельно допустимых концентраций для атмосферного воздуха населенных пунктов.

Суммарный показатель фонового загрязнения атмосферного воздуха «Р» мелкодисперсными частицами PM_{10} и $PM_{2.5}$ соответствует «допустимой» степени фонового загрязнения атмосферного воздуха.

Значения потенциального риска здоровью населения от острого воздействия TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ на исследуемых территориях городов характеризуется «приемлемым» уровнем. Уровень потенциального риска здоровью населения от хронического воздействия TSP, PM_{10} оценивается как «приемлемый», от воздействия $PM_{2.5}$ – как «удовлетворительный».

Список литературы

1. Влияние взвешенных частиц на здоровье человека. Рекомендации в отношении политики для стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии: Доклад Всемирной организации здравоохранения / Европейское региональное бюро ВОЗ. – Женева, 2013. – 15 с.

2. Метод гигиенической оценки содержания твердых частиц общей фракции и аэродинамическим диаметром 10 мкм и 2,5 мкм в атмосферном воздухе населенных пунктов: инструкция по применению / утв. Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 20 марта 2015 г. № 002-0315. – Минск: Научно-практический центр гигиены, 2015. – 10 с.

3. Оценка риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: инструкция по применению / утв. Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 31 августа 2017 г. № 004. – Минск: Научно-практический центр гигиены, 2017. – 106 с.

4. Порядок проведения оценки риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под ред. Ф.А. Германович [и др.]. – Минск, 2003. – 16 с.

5. Просвирякова И.А., Шевчук Л.М. Анализ риска здоровью с учетом дисперсного и компонентного состава твердых частиц в атмосферном воздухе // Здоровье и окружающая среда: сборник материалов республиканской науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Научно-практический центр гигиены, 2017. – Т. 1. – С. 40–42.

6. Просвирякова И.А., Шевчук Л.М. Практика использования методологии оценки риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды / Сборник научных трудов республиканской науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвященной 50-летию медико-профилактического факультета БГМУ. – Минск: БГМУ, 2015. – С. 322–326.

7. Численность населения на 1 января 2019 г. и среднегодовая численность населения за 2018 год по Республики Беларусь в разрезе областей, районов, городов, поселков городского типа: статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2019. – 17 с.

8. Эпидемиологическая оценка риска влияния окружающей среды на здоровье населения: инструкция / утв. Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 11 июля 2002 г. № 18-0102. – Минск: Научно-практический центр гигиены, 2002. – 29 с.

Динамика заболеваемости и смертности от туберкулеза в Пермском крае

Е.Я. Титова

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ,
г. Пермь, Россия

На основании данных официальной статистики изучена динамика заболеваемости и смертности от туберкулеза населения Пермского края за 2003–2018 гг. Проведен дескриптивный анализ. Рассчитана динамика, изучена тенденция показателей и определен их краткосрочный прогноз. Рассчитан относительный риск первичной заболеваемости, распространенности и смертности от туберкулеза в Пермском крае по сравнению с Российской Федерацией. Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием пакета электронных таблиц Microsoft Excel 7.0. За исследуемый период в Пермском крае, как и в Российской Федерации в целом, отмечены определенные позитивные сдвиги в эпидемиологической ситуации по туберкулезу: снизились показатели первичной заболеваемости, распространенности и смертности. Однако в Российской Федерации снижение показателей первичной заболеваемости и распространенности за этот период было более существенным. При этом показатели первичной заболеваемости, распространенности и смертности в Пермском крае всегда были выше, чем в Российской Федерации. Пермском крае, как и в Российской Федерации, установлена тенденция снижения первичной заболеваемости, распространенности и смертности от туберкулеза. Если относительный риск смертности от туберкулеза в Пермском крае, по сравнению с Российской Федерацией, за исследуемый период снизился, то относительный риск первичной заболеваемости и распространенности туберкулеза наоборот вырос. В краткосрочном прогнозе в 2021 г. в Пермском крае, в сравнении с Российской Федерацией, вероятно, увеличится риск смертности от туберкулеза, продолжится рост риска распространенности туберкулеза, а риск первичной заболеваемости в Пермском крае сравняется с риском в Российской Федерации.

Ключевые слова: туберкулез, первичная заболеваемость, распространенность, смертность, динамика.

В настоящее время туберкулез является актуальной медико-социальной проблемой, что обусловлено высоким уровнем заболеваемости, инвалидности и смертности от этого заболевания [2, 4–6, 8, 12, 14, 15, 18]. Российская Федерация входит в число 18 стран Европы, в которых борьба с туберкулезом является одной из приоритетных задач здравоохранения [18].

ВОЗ включила Россию в список 22 стран с высоким бременем туберкулеза (далее – ВБТ), где возникают 80 % всех предполагаемых новых случаев туберкулеза в мире.

Согласно экспертной оценке, по заболеваемости туберкулезом выявлено: 1,7 % заболевших во всем мире; 2,1 % заболевших в странах ВБТ; 35,7 % заболевших в Европейском регионе ВОЗ. По уровню оценочной заболеваемости Российская Федерация является 74-й из 212 стран мира, входя в группу стран со средним уровнем показателя [10].

Значительный рост заболеваемости туберкулезом (в 2,5 раза) был отмечен в 90-е гг. Наибольшей величины первичная заболеваемость достигла в 2000 г. – 90 случаев на 100 тыс. населения. В 2004 г. туберкулез был признан социально значимым заболеванием (Постановление Правительства РФ от 01.12.2004 № 715 «Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и заболеваний, представляющих опасность для окружающих») [2]. Социальную обусловленность туберкулеза подтверждает исследование В.А. Подгаевой, направленное на изучение влияния различных социально-экономических факторов, оценивающих состояние труда и занятости, уровень жизни населения, на заболеваемость и смертность от туберкулеза [4].

В последние годы отмечены положительные сдвиги и даже стабилизация эпидемической ситуации по туберкулезу [7, 9, 11, 16]. Однако напряженная эпидобстановка по данной инфекции сохраняется в восточных регионах нашей страны. Приволжский Федеральный округ по благополучию эпидемической ситуации, связанной с туберкулезом, занимает 4-е место среди округов [5], а Пермский край относится к числу наиболее неблагополучных регионов данного округа [9, 13].

В XXI в. на эпидемическую ситуацию по туберкулезу начала влиять эпидемия ВИЧ-инфекции. К 2020 г. до 30 % впервые выявленных больных могут иметь одновременно с туберкулезом ВИЧ-инфекцию, что сделает невозможным достижение целевых показателей, определенных Правительством Российской Федерации (35 на 100 тыс. населения) [10]. В связи с частым сочетанием туберкулеза и ВИЧ-инфекции у больного ВОЗ рекомендует определять смертность от туберкулеза как смерть, вызванную туберкулезом (коды МКБ-10 Ф15-Ф19), исключая смерти больных сочетанной инфекцией туберкулез – ВИЧ. Оценка числа смертей, вызванных туберкулезом у больных ВИЧ-инфекцией, представляется отдельно [10]. В 2016 г. в 45 субъектах России зарегистрированы все случаи смерти как «ВИЧ-инфекция», если пациент с туберкулезом умирал от туберкулеза, но был инфицирован ВИЧ, даже если снижение иммунитета при причине инфицирования ВИЧ не наблюдалось. Таким образом, распространенность туберкулеза уменьшается не столько вследствие излечения туберкулеза, сколько вследствие смерти пациентов с туберкулезом от разных причин, прежде всего от ВИЧ-инфекции [9].

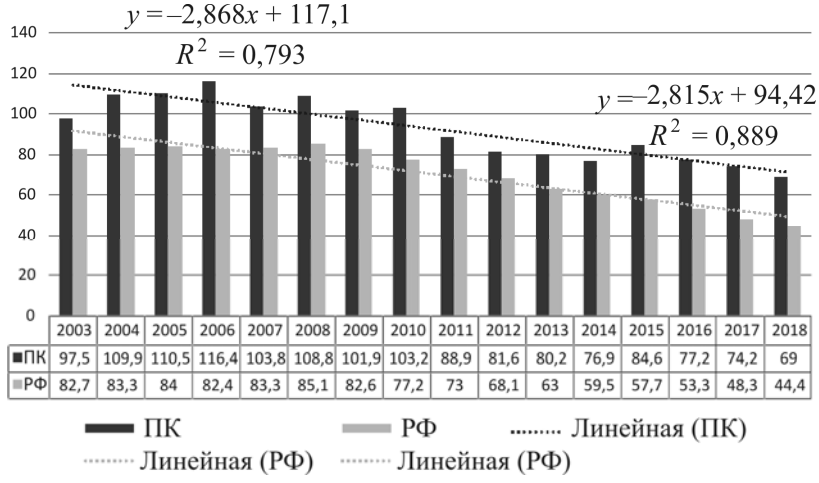
Туберкулез стабильно занимает первое место по заболеваемости и смертности среди всех инфекционных заболеваний [8]. Показатель инвалидности по причине туберкулеза за 2016 г. составил 30,9 на 100 тыс. населения, умерли от туберкулеза 11 373 человека (7,8 на 100 тыс. населения) [9]. Растет доля молодых людей в возрасте до 45 лет как среди впервые заболевших, так и среди умерших от туберкулеза [10]. Социологическое исследование студентов одного из вузов г. Перми выявило недостаточную осведомленность молодежи о проблемах, связанных с туберкулезом. По оценке самих респондентов, почти каждый пятый из них недостаточно осведомлен. Всего 26,1 % опрошенных правильно ответили на вопрос «Излечим ли туберкулез?», только 76,1 % – назвали все начальные признаки заболевания, 54,5 % – верно определили пути заражения, 69,3 % правильно назвали группы риска. Всего 55,7 % респондентов верно назвали меры профилактики туберкулеза при этом 15,7 % из них, ничего для этого сами не предпринимают [1].

Цель исследования – изучить динамику показателей заболеваемости и смертности от туберкулеза в Пермском крае за 2003–2018 гг.

Материалы и методы. На основании данных официальной статистики изучена динамика заболеваемости и смертности от туберкулеза населения Пермского края за 2003–2018 гг. Проведен дескриптивный анализ. Рассчитаны показатели динамики, изучена тенденция показателей и определен их краткосрочный прогноз. Рассчитан относительный риск первичной заболеваемости, распространенности и смертности от туберкулеза в Пермском крае по сравнению с Российской Федерацией в 2003 и 2018 гг. Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием пакета электронных таблиц Microsoft Excel 7.0.

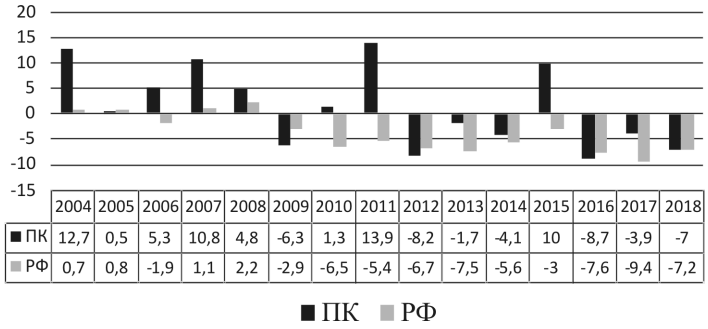
Результаты. За исследуемый период показатель первичной заболеваемости туберкулезом в Пермском крае всегда превышал таковой по Российской Федерации. Если до 2015 г. включительно динамика показателя в Пермском крае носила волнообразный характер, то начиная с 2016 г. наблюдается неуклонное снижение первичной заболеваемости (с 84,6 в 2015 г. до 69,0 случая на 100 тыс. населения в 2018 г.). В Российской Федерации неуклонное снижение показателя началось раньше – с 2009 г. При этом для Пермского края характерна большая вариабельность темпов роста и снижения показателя, они колеблются от 13,9 % в 2011 г. до –8,7 % в 2016 г. (в Российской Федерации: от 1,1 % в 2007 г. до –9,4 % в 2017 г.) (рис. 1, 2).

В 2018 г. по сравнению с 2003 г. первичная заболеваемость в Пермском крае уменьшилась на 29,2 % и составила 69,0 случая на 100 тыс. населения, в то время как в Российской Федерации показатель снизился на 46,3 % и составил 44,4. В результате в Пермском крае, в отличие от Российской Федерации в целом, не достигнут целевой показатель первичной заболеваемости, рекомендуемый Государственной программой Российской Федерации «Развитие здравоохранения» на 2018 г. (64,8 случая на 100 тыс. населения). При этом относительный риск первичной заболеваемости туберкулезом в Пермском крае по сравнению с Российской Федерацией за анализируемый период вырос с 1,2, ДИ [1,1–1,6], в 2003 г. до 1,6, ДИ [1,2–2,2], в 2018 г.



	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ПК	97,5	109,9	110,5	116,4	103,8	108,8	101,9	103,2	88,9	81,6	80,2	76,9	84,6	77,2	74,2	69
РФ	82,7	83,3	84	82,4	83,3	85,1	82,6	77,2	73	68,1	63	59,5	57,7	53,3	48,3	44,4

Рис. 1. Динамика первичной заболеваемости туберкулезом в Пермском крае (ПК) и Российской Федерации (РФ) в 2003–2018 гг., на 100 тыс. населения



	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ПК	12,7	0,5	5,3	10,8	4,8	-6,3	1,3	13,9	-8,2	-1,7	-4,1	10	-8,7	-3,9	-7
РФ	0,7	0,8	-1,9	1,1	2,2	-2,9	-6,5	-5,4	-6,7	-7,5	-5,6	-3	-7,6	-9,4	-7,2

Рис. 2. Динамика темпов прироста / убыли первичной заболеваемости туберкулезом в Пермском крае (ПК) и Российской Федерации (РФ) в 2003–2018 гг., %

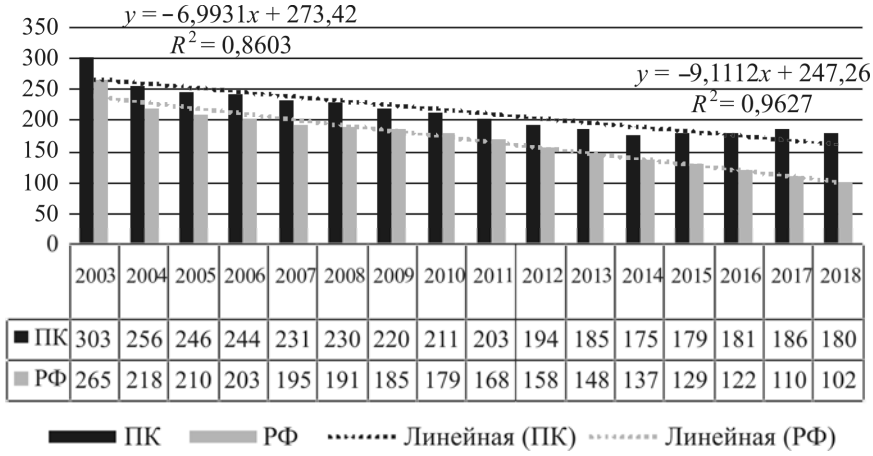
Аналитическое выравнивание по прямой позволило установить тенденцию снижения показателя первичной заболеваемости в Пермском крае и в Российской Федерации ($R^2 = 0{,}793$ и $R^2 = 0{,}8899$ соответственно), а также определить вероятное его снижение в 2021 г. в Пермском крае до 62,7 случаев на 100 тыс. населения (снижение на 9,1 % по сравнению с 2018 г.) и в Российской Федерации – до 40,9 случаев на 100 тыс. населения (снижение на 7,9 %). В этом случае ОР = 1,5; ДИ [1,0–2,3], то есть риск первичной заболеваемости в Пермском крае в 2021 г. практически сравняется с риском в Российской Федерации.

В 2018 г. в 30,8 % муниципальных образований Пермского края первичная заболеваемость туберкулезом превысила средний показатель по краю. Самая высокая первичная заболеваемость зарегистрирована в Юрлинском, Кудымкарском, Октябрьском, Карагайском районах и г. Березники (188,2; 181,2; 112,3; 103,1; 87,1 случая на 100 тыс. населения соответственно).

Распространенность туберкулеза в Пермском крае за исследуемый период, так же, как и первичная заболеваемость, всегда превышала показатели Российской Федерации. При этом, если в Российской Федерации отмечается неуклонное снижение распространенности туберкулеза, самое большое в 2004 г. (на 17,6 %), то в Пермском крае после снижения показателя, также самого высокого в 2004 г. (на 15,4 %), отмечается его подъем в 2015–2017 гг. и последующее снижение в 2018 г. (рис. 3, 4).

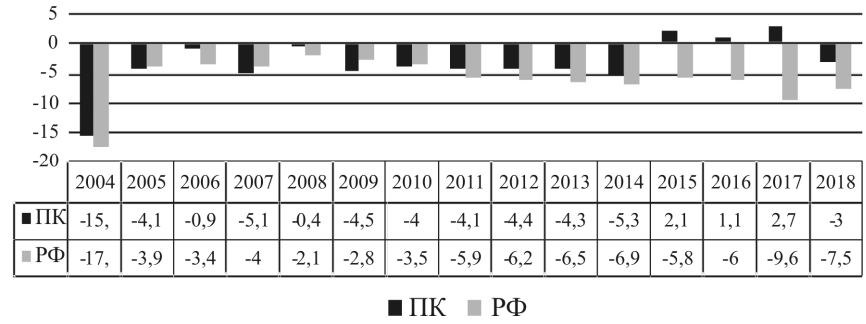
В результате за исследуемый период распространенность туберкулеза в Пермском крае снизилась на 40,5 %, в то время как в Российской Федерации – на 61,6 %. При этом относительный риск распространенности туберкулеза в Пермском крае по сравнению с Российской Федерацией за эти годы вырос с 1,1, ДИ [1,1–1,3], в 2003 г. до 1,8, ДИ [1,4–2,4], в 2018 г.

Аналитическое выравнивание по прямой позволило выявить устойчивую тенденцию снижения распространенности туберкулеза в Пермском крае и в Российской Федерации ($R^2 = 0{,}8603$ и $R^2 = 0{,}9627$ соответственно), а также определить ее вероятное снижение в 2021 г. в Пермском крае до 140,6 случая на 100 тыс. населения (снижение на 21,9 % по сравнению с 2018 г.) и в Российской Федерации – до 74,1 случая на 100 тыс. населения (снижение на 27,4 %). В этом случае ОР = 1,9; ДИ [1,2–4,1], то есть риск распространенности туберкулеза в Пермском крае в 2021 г. еще вырастет по сравнению с Российской Федерацией.



	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ПК	303	256	246	244	231	230	220	211	203	194	185	175	179	181	186	180
РФ	265	218	210	203	195	191	185	179	168	158	148	137	129	122	110	102

Рис. 3. Динамика распространенности туберкулеза в Пермском крае (ПК) и Российской Федерации (РФ) в 2003–2018 гг., на 100 тыс. населения



	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ПК	-15,	-4,1	-0,9	-5,1	-0,4	-4,5	-4	-4,1	-4,4	-4,3	-5,3	2,1	1,1	2,7	-3
РФ	-17,	-3,9	-3,4	-4	-2,1	-2,8	-3,5	-5,9	-6,2	-6,5	-6,9	-5,8	-6	-9,6	-7,5

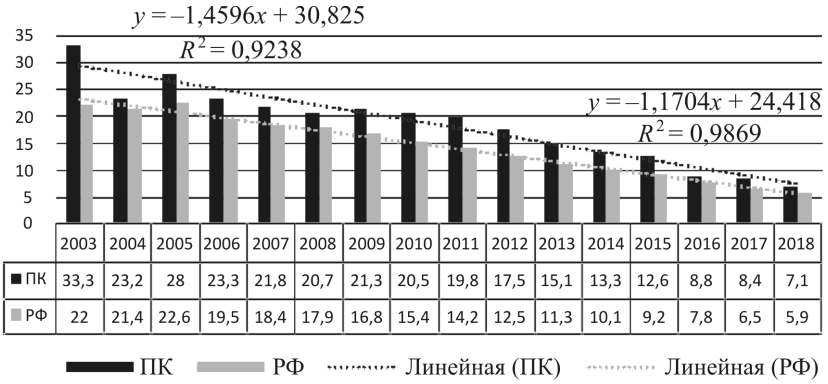
Рис. 4. Динамика темпов прироста / убыли распространенности туберкулеза в Пермском крае (ПК) и Российской Федерации (РФ) в 2003–2018 гг., %

В 2018 г. в 60,0 % муниципальных образований Пермского края распространенность туберкулеза превысила среднекраевой показатель. Наибольшая распространенность туберкулеза зарегистрирована в Кудымкарском, Частинском, Юрлинском, Сивинском, Еловском районах (530,2; 468,3; 400,0; 339,6; 304,8 случаев на 100 тыс. населения соответственно).

Смертность населения от туберкулеза в Пермском крае, как и в Российской Федерации, практически постоянно снижалась. Исключение составил 2005 г., когда показатель смертности от туберкулеза в Пермском крае вырос на 20,7 %, а в Российской Федерации на 5,6 %, а также 2009 г., когда показатель в Пермском крае вырос на 2,9 %. При этом если в Пермском крае самое большое снижение показателя смертности от туберкулеза отмечено в 2004 г. (на 30,3 %), то в Российской Федерации – в 2017 г. (на 16,7 %). За исследуемый период смертность от туберкулеза в Пермском крае всегда была выше, чем в Российской Федерации (рис. 5, 6).

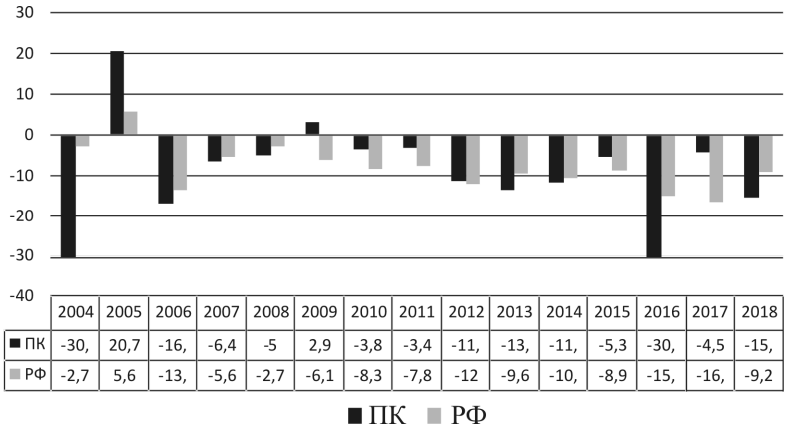
В 2018 г. по сравнению с 2003 г. показатель смертности от туберкулеза в Пермском крае снизился на 78,7 % (с 33,3 до 7,1 случая на 100 тыс. населения), в то время как в Российской Федерации снизился меньше, на 73,2 % (с 22,0 до 5,9 случая на 100 тыс. населения). Таким образом, в Пермском крае, как и в Российской

Федерации, в 2018 г. достигнут показатель даже ниже целевого (11,8 на 100 тыс. населения). Относительный риск смертности от туберкулеза в Пермском крае, по сравнению с Российской Федерацией, за исследуемый период снизился с 1,5, ДИ [1,2–2,6], в 2003 г. до 1,2, ДИ [2,5–3,6], в 2018 г.



	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ПК	33,3	23,2	28	23,3	21,8	20,7	21,3	20,5	19,8	17,5	15,1	13,3	12,6	8,8	8,4	7,1
РФ	22	21,4	22,6	19,5	18,4	17,9	16,8	15,4	14,2	12,5	11,3	10,1	9,2	7,8	6,5	5,9

Рис. 5. Динамика смертности от туберкулеза в Пермской области (ПК) и Российской Федерации (РФ) в 2003–2018 гг., на 100 тыс. населения



	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ПК	-30,	20,7	-16,	-6,4	-5	2,9	-3,8	-3,4	-11,	-13,	-11,	-5,3	-30,	-4,5	-15,
РФ	-2,7	5,6	-13,	-5,6	-2,7	-6,1	-8,3	-7,8	-12	-9,6	-10,	-8,9	-15,	-16,	-9,2

Рис. 6. Динамика темпов прироста / убыли смертности от туберкулеза в Пермском крае (ПК) и в Российской Федерации (РФ) в 2003–2018 гг., %

Аналитическое выравнивание по прямой позволило установить устойчивую тенденцию снижения смертности от туберкулеза в Пермском крае и Российской Федерации ($R^2 = 0{,}9238$ и $R^2 = 0{,}9869$ соответственно), а также определить вероятное снижение показателя в 2021 г. в Пермском крае до 3,1 случая на 100 тыс. населения (на 56,3 % по сравнению с 2018 г.) и в Российской Федерации – до 2,2 случая на 100 тыс. населения (на 62,7 %). В этом случае ОР = 1,4; ДИ [3,3–8,2], то есть риск смертности от туберкулеза в Пермском крае в 2021 г. опять вырастет по сравнению с Российской Федерацией.

В 2018 г. в 60,0 % муниципальных образований смертность от туберкулеза превысила средний краевой уровень. Самые высокие показатели отмечены в Еловском, Кудымкарском, Кочевском районах, г. Кизеле, Чердынском районе (32,7; 30,9; 29,6; 20,3; 19,7 случая на 100 тыс. населения соответственно).

В 2018 г., по сравнению с 2003 г., в Пермском крае в 3,3 раза выросло соотношение «первичная заболеваемость туберкулезом / смертность от туберкулеза» с 2,9 до 9,7 (в России с 3,8 до 7,5 соответственно). Рост этого показателя в Российской Федерации в последние годы, по мнению О.Б. Нечаевой [9, 10], объясняется особенностями регистрации причины смерти при сочетании туберкулеза и ВИЧ-инфекции, когда приоритет отдается ВИЧ-инфекции, даже если снижение иммунитета по причине инфицирования ВИЧ не наблюдалось.

Распространенность туберкулеза в сочетании с ВИЧ-инфекцией в Пермском крае в 2018 г. составила 54,3 против 21,0 случая на 100 тыс. населения в Российской Федерации. В 20,5 % муниципальных образований Пермского края показатель превысил средний краевой уровень. Наиболее неблагополучные территории: г. Краснокамск, Березники, Нытвенский район, г. Лысьва и Пермь (101,3; 91,5; 74,4; 71,5; 70,1 случая на 100 тыс. населения).

Первичная заболеваемость туберкулезом в сочетании с ВИЧ-инфекцией в 2018 г. составила 22,4 случая против 8,6 на 100 тыс. населения в Российской Федерации. Наиболее неблагополучные территории: г. Краснокамск, Горнозаводский район, г. Березники, Нытвенский и Октябрьский районы (59,4; 42,3; 39,4; 36,0; 32,6 случая на 100 тыс. населения).

Выводы:

1. За исследуемый период в Пермском крае, как и в Российской Федерации в целом, отмечены определенные позитивные сдвиги в эпидемиологической ситуации по туберкулезу: снизились показатели первичной заболеваемости, распространенности и смертности. Однако в Российской Федерации снижение показателей первичной заболеваемости и распространенности за этот период было более существенным. При этом показатели первичной заболеваемости, распространенности и смертности в Пермском крае всегда были выше, чем в Российской Федерации.

2. В Пермском крае, как и в Российской Федерации, установлена тенденция снижения первичной заболеваемости, распространенности и смертности от туберкулеза. Если относительный риск смертности от туберкулеза в Пермском крае, по сравнению с Российской Федерацией, за исследуемый период снизился, то относительный риск первичной заболеваемости и распространенности туберкулеза наоборот вырос.

3. В краткосрочном прогнозе, в 2021 г., в Пермском крае, в сравнении с Российской Федерацией, вероятно, увеличится риск смертности от туберкулеза, продолжится рост риска распространенности туберкулеза, а риск первичной заболеваемости в Пермском крае сравняется с риском в Российской Федерации.

4. Самыми неблагополучными в 2018 г. были: Кудымкарский район (1-е место – по распространенности, 2-е место по первичной заболеваемости и смертности), Юрлинский район (1-е место по первичной заболеваемости, 3-е место по распространенности) и Еловский район (1-е место – по смертности, 5-е место – по распространенности).

Список литературы

1. Алиева Э.Х., Ахмадзянова А.Р., Титова Е.Я. Туберкулез – медико-социальная проблема 21 века // Фундаментальные и прикладные исследования: сборник статей междунар. науч.-практ. конф. – Самара: ЦНИК, 2017. – С. 75–79.

2. Ананьин С.А. Актуальные вопросы заболеваемости болезнями «социального неблагополучия» в России // Профилактическая медицина как научно-практическая основа сохранения и укрепления здоровья: сборник науч. трудов. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО НГМА МЗ России, 2017. – Вып. 4. – С. 182–192.

3. Влияние социально-экономических факторов на показатели, характеризующие эпидемиологическую ситуацию по туберкулезу на Урале / В.А. Подгаева, Д.Н. Голубев, И.Д. Медвинский [и др.] // Уральский медицинский журнал. – 2011. – Т. 7, № 85. – С. 62–66.

4. Влияние социально-экономических и медико-организационных факторов на показатели, характеризующие эпидемиологическую ситуацию по туберкулезу на Урале / В.А. Подгаева, Д.Н. Голубев, И.А. Черняев [и др.] // Медицинский альманах. Эпидемиология инфекционных болезней. – 2012. – Т. 3, № 22. – С. 72–75.

5. Данилов А.Н. Динамика основных эпидемических показателей по туберкулезу в Саратовской области // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2014. – Т. 2, № 10. – С. 289–293.

6. Князева Т.Б. Оценка эпидситуации по туберкулезу в сочетании с ВИЧ-инфекцией // Профилактическая медицина как научно-практическая основа сохранения и укрепления здоровья: сборник науч. трудов. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО НГМА МЗ России, 2017. – Вып. 4. – С. 140–145.

7. Мониторинг ситуации по туберкулезу на территориях Российской Федерации, курируемых Центральным НИИ туберкулеза РАМН / В.В. Пунга, Л.Н. Русакова, В.В. Ерохин [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. – 2013. – № 3. – С. 13–16.

8. Мотанова Л.Н., Кузнецов Е.А. Туберкулез у подростков в Приморском крае на рубеже веков: эпидемическая ситуация, контроль, профилактические мероприятия // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2007. – № 3. – С. 57–60.

9. Нечаева О.Б. Эпидемическая ситуация по туберкулезу в России [Электронный ресурс] / ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России. – URL: http://mednet.ru/images/stories/files/CMT/2016tb.pdf (дата обращения: 18.02.2018).

10. Нечаева О.Б. Туберкулез в Российской Федерации: заболеваемость и смертность // Медицинский алфавит. – 2013. – № 4. – С. 7–12.

11. Нечаева О.Б., Сон И.М., Эйсмонт Н.В. Перспективы и возможности развития противотуберкулезной службы в Российской Федерации. Социальные аспекты здоровья населения [Электронный ресурс] / ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России. – URL: http//vestnik.mednet.ru/content/view/391/30/lang.ru/ (дата обращения: 18.02.2018).

12. Сметанина Е.А., Лысов А.В., Сметанин А.Г. Оценка влияния факторов на формирование и прогноз показателя смертности от туберкулеза путем комплексного этапного анализа зависимостей [Электронный ресурс] // Национальный фонд инноваций. – URL: http://nf-innovate.com/content/files/sn/cn1-13/cn3-13/Сметанина2.pdf (дата обращения: 18.02.2018).

13. Современная эпидемиологическая ситуация по туберкулезу в Приволжском Федеральном округе / Р.А. Гапсаламова, Р.Ш. Валиев, Ф.Н. Сабаева [и др.] //

21 век: фундаментальная наука и технологии: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – Т. 3, № 2. – С. 13–16.

14. Хантаева Н.С., Михалевич И.М., Кулеш Д.В. Анализ и прогнозирование эпидемиологических показателей по туберкулезу на основе использования многомерных методов исследования // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – № 32 (78). – С. 184–189.

15. Шелкова Е.С., Карпова Е.В. Эпидемия туберкулеза. Пути решения // Медицинский алфавит. – 2016. – Т. 1, № 6. – С. 23–29.

16. Шилова М.В. Распространенность туберкулеза в Российской Федерации и в мире // Медицинский алфавит. – 2012. – Т. 3, № 1. – С. 5–10.

17. Эпидемиологическая ситуация по туберкулезу в Пермском крае / В.В. Рейхардт, Н.А. Бармина, Е.Г. Новикова [и др.] // Материалы ежегодной конференции московских фтизиатров. – 2015. – № 2. – С. 47–48.

18. Эпидемиологическая ситуация по туберкулезу в Кировской области за последние 25 лет / Е.Г. Фесюк, В.Г. Новиков, О.Ф. Булатов [и др.] // Актуальные вопросы современной фтизиатрии и пульмонологии. Инновационные образовательные технологии в высшей школе: материалы очно-заочной межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Киров: Кировская государственная медицинская академия, 2014. – С. 30–47.

Анализ медико-демографических показателей и состояния здоровья населения в труднодоступных районах Арктической зоны Российской Федерации на примере Ненецкого автономного округа

Н.А. Тихонова[1], Ю.А. Новикова[1], А.А. Ковшов[1,2], В.Н. Федоров[1,2]

[1]ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава РФ,
г. Санкт-Петербург, Россия

В рамках социально-гигиенического мониторинга (СГМ) на территории субъектов Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) проводится систематический сбор информации о состоянии здоровья населения и медико-демографической ситуации.

Арктический регион характеризуется особенными природно-климатическими и социально-экономическими факторами, обусловливающими сложности регистрации, учета и постановки диагнозов. Ненецкий автономный округ (АО) отличается особенностями территориального деления, что затрудняет сбор и проведение анализа собранных в рамках СГМ

данных. В ходе ретроспективного исследования проведен анализ материалов федерального информационного фонда (ФИФ) данных СГМ по разделам «Здоровье населения» и «Медико-демографические показатели», форм федерального статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» и № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», данных Росстата с 2007 по 2018 г. За весь период наблюдений регистрируется рост заболеваемости злокачественными новообразованиями. В 2010–2017 гг. в Ненецком АО наблюдались самые высокие среди всего населения АЗРФ уровни заболеваемости некоторыми инфекционными и паразитарными болезнями (с диагнозом, установленным впервые в жизни), в том числе ветряной оспой и дифиллоботриозом.

Результаты исследования подтверждают необходимость расширения перечня собираемой в рамках СГМ информации в целях проведения объективной гигиенической оценки медико-демографической ситуации и здоровья населения, особенно для труднодоступных районов АЗРФ.

Ключевые слова: здоровье населения, медико-демографические показатели, социально-гигиенический мониторинг, Арктическая зона Российской Федерации, Ненецкий автономный округ.

В основе государственной политики России в Арктике лежит обеспечение положительных демографических процессов, предупреждение распространения заболеваний, раннее выявление причин их возникновения и развития [5]. Для этого необходимо обладать полной и объективной информацией, характеризующей медико-демографическую ситуацию и состояние здоровья населения.

В рамках СГМ на территории всех субъектов Российской Федерации, в том числе субъектов АЗРФ, проводится систематический сбор информации о состоянии здоровья населения и медико-демографической ситуации [7, 8].

Данные информационных фондов СГМ, имеющие однородную структуру, позволяют выполнить глубокий анализ собранных материалов в целях решения различных научно-практических задач, в том числе для управления санитарно-эпидемиологической ситуацией [7, 8].

Ненецкий АО относится к АЗРФ и районам Крайнего Севера, большая его часть расположена за Полярным кругом. Регион характеризуется особым сочетанием различных факторов риска: природно-климатических, этнических, экологических, социально-экономических. В округе отсутствует развитая транспортная инфраструктура. Нарьян-Мар (столица) и большинство поселений округа не связаны автомобильными или железными дорогами между собой и с соседними районами. Перемещения осуществляются с помощью авиа- и водного транспорта, в зимний период – по автозимнику. Сеть учреждений здравоохранения распределена неравномерно. Все это обусловливает сложности регистрации, учета и постановки диагнозов заболеваний, оказания квалифицированной, экстренной медицинской помощи, сбора медико-демографической информации [3].

Ненецкий АО – один из самых перспективных и развивающихся регионов в России, в нем сосредоточена огромная ресурсная база (нефтегазовые месторождения, пушнина, рыба, мясо северного оленя, твердые полезные ископаемые), уникальные природно-климатические и исторические комплексы, способные привлечь множество туристов [4]. Улучшение здоровья населения лежит в основе дальнейшего устойчивого развития округа.

Ненецкий АО отличается особенностями территориально деления. Единственный расположенный в нем город Нарьян-Мар является административным цен-

тром округа, остальные территории относятся к Заполярному району: один поселок городского типа (поселок Искателей) и сельские поселения. Сбор информации о состоянии здоровья населения и медико-демографической ситуации в рамках СГМ осуществляется по автономному округу в целом.

Материалы и методы. Проведен анализ медико-демографических показателей и состояния здоровья населения на территории Ненецкого АО за 2018 г. и ретроспективно за 2007–2017 гг. В исследовании использовались формы федерального статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» и № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», материалы Росстата, федерального информационного фонда данных СГМ по разделам «Здоровье населения» и «Медико-демографические показатели».

Результаты. На протяжении 12 лет (с 2007 г.) в Ненецком АО сохраняется естественный прирост населения, в 2018 г. он составил 4,7 на 1000 населения, что на 28,8 и 50,0 % меньше чем в 2017 и 2016 г. соответственно. За исследуемый период показатели рождаемости характеризуются волнообразной динамикой, но с 2016 г. отмечается выраженная тенденция к их снижению (рис. 1).

Показатели смертности в целом с 2007 г. снижаются, но за последние 5 лет отмечается волнообразная динамика их изменения. В 2018 г. число умерших по всем причинам (9 человек на 1000 населения) на 4,6 % выше аналогичного показателя за 2017 г. В структуре причин смертности в Ненецком АО лидирующие места занимают болезни системы кровообращения, как и в целом по Российской Федерации, воздействие внешних факторов и новообразования.

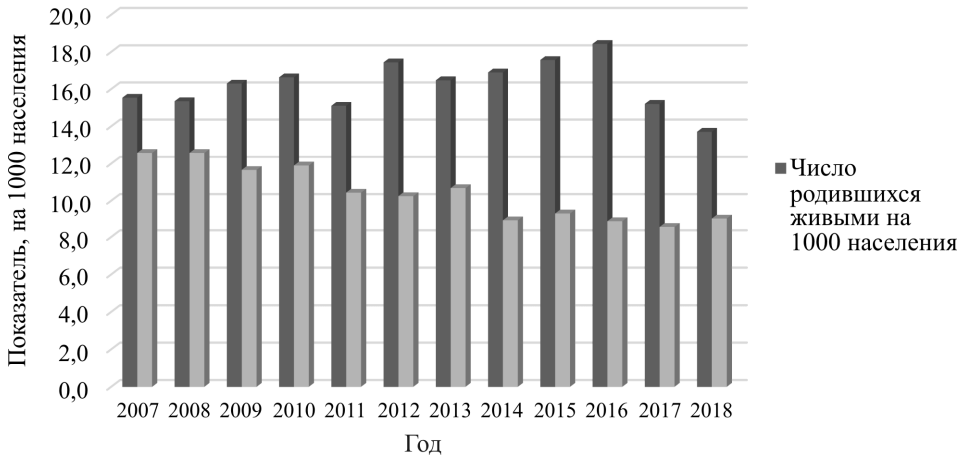


Рис. 1. Число родившихся живыми и число умерших по всем причинам в 2007–2018 гг. в Ненецком АО, на 1000 населения

В 2018 г. в Ненецком АО зарегистрированы самые высокие уровни первичной заболеваемости детского населения (0–14 лет) по всем классам болезней среди субъектов, входящих в АЗРФ (308 189,2 случая на 100 тыс. детского населения, на 22,9 % выше среднего арктического уровня). За последние 12 лет устойчивых тенденций к изменению данного показателя не наблюдается. Первичная заболеваемость подрост-

кового населения (15–17 лет) по всем классам болезней в округе в 2018 г. также высокая (203 438,4 случая на 100 тыс. подросткового населения, на 7,4 % выше среднего арктического уровня), выраженных тенденций к изменению данного показателя не наблюдается. Ненецкий АО также является территорией риска по первичной заболеваемости взрослого населения (18 лет и старше) по всем классам болезней (77 855,3 случая на 100 тыс. взрослого населения, на 19 % выше среднего арктического уровня).

На территории округа отмечается рост отдельных социально значимых заболеваний. Уровни заболеваемости населения Ненецкого АО злокачественными новообразованиями (ЗНО) по состоянию на 2018 г. достаточно высокие (388,7 случая на 100 тыс. населения, на 18 % выше среднего арктического уровня). За период 2007–2018 гг. наблюдается устойчивая тенденция к росту заболеваемости, что, с одной стороны, может свидетельствовать об улучшении методов диагностики и учета, росте доли населения старших возрастных групп, а с другой – об истинном росте заболеваемости ЗНО ряда нозологических групп (рис. 2) [6].

В 2018 г. Ненецкий АО также относится к территориям риска по уровню заболеваемости взрослого населения болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением (1242,3 случая на 100 тыс. взрослого населения, на 33,8 % выше среднего арктического уровня). За последние 6 лет отмечается тенденция к росту данного показателя. Высокие уровни заболеваемости болезнями системы кровообращения характерны для большинства регионов страны, но, учитывая особенности рассматриваемой территории, важно уделить повышенное внимание данной проблеме [1]. Необходимо проводить профилактические мероприятия, улучшать систему диагностики и регистрации, лечения болезней, особенно в сельской местности [2].

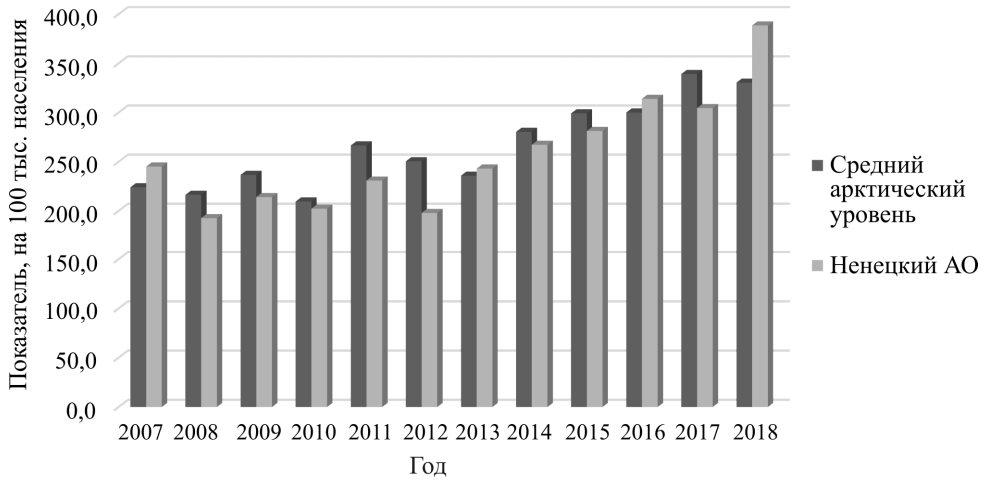


Рис. 2. Первичная заболеваемость населения Ненецкого АО злокачественными новообразованиями в сравнении со средним арктическим уровнем заболеваемости за 2007–2018 гг., на 100 тыс. населения

По состоянию на 2018 г. один из самых высоких уровней заболеваемости детского населения (0–14 лет) врожденными аномалиями (пороками развития) сре-

ди арктических территорий регистрируется в Ненецком АО (2350,9 случая на 100 тыс. детского населения, на 42,9 % выше среднего арктического уровня). За последние 5 лет отмечается снижение данного показателя.

Анализ заболеваемости населения округа некоторыми инфекционными и паразитарными болезнями свидетельствует о неблагоприятной ситуации, выражающейся в повышенном уровне заболеваемости по сравнению со средним арктическим и среднероссийским уровнями (таблица). В 2017 г. в Ненецком АО были зарегистрированы самые высокие уровни заболеваемости среди всех территорий, входящих в АЗРФ.

Таблица 1

Заболеваемость населения Ненецкого АО некоторыми инфекционными и паразитарными болезнями (на 1000 человек населения) за 2010–2018 гг. в сравнении с Российской Федерацией и АЗРФ

Наименование	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Российская Федерация	32,8	32,4	32,1	30,9	30,8	28,1	27,9	27,3	26,6
АЗРФ	43,3	44,0	45,4	43,2	40,7	36,2	38,8	38,9	37,2
Ненецкий АО	62,3	81,4	102,2	83,3	65,6	55,8	55,6	50,3	47,5

В 2018 г. в Ненецком АО отмечаются наивысшие среди всех территорий АЗРФ уровни заболеваемости ветряной оспой (1427,4 случая на 100 тыс. населения, большинство случаев приходится на детей 0–14 лет) и острыми кишечными инфекциями (ОКИ) неустановленной этиологии (786,4 случая на 100 тыс. населения). По сравнению с 2017 г. уровень заболеваемости ОКИ снизился, однако за 12 лет четкой тенденции к изменению уровней заболеваемости не наблюдается.

Повышенная заболеваемость дифиллоботриозом характерна для большинства арктических территорий, но в Ненецком АО в 2018 г. были зарегистрированы одни из самых высоких уровней заболеваемости (84,1 случая на 100 тыс. населения, выше среднего российского уровня в 30,5 раза). Причины массового распространения паразитозов в Ненецком АО связаны с особенностями образа жизни (в том числе коренного населения), употреблением рыбы и мяса в пищу в сыром виде [1], использованием для питья талой воды, отсутствием во многих малых и удаленных от административного центра населенных пунктах канализации и обеззараживания сточных вод, несовершенными технологиями выделки шкур животных и др. [2, 3].

Выводы. Сбор информации о состоянии здоровья населения и медико-демографической ситуации в Ненецком АО в рамках СГМ осуществляется в целом по автономному округу, что не позволяет объективно оценить сложившуюся ситуацию в Заполярном районе и отдаленных населенных пунктах.

С 2007 г. в Ненецком АО сохраняется естественный прирост населения, но с 2016 г. отмечается выраженная тенденция к снижению рождаемости. Показатели смертности за исследуемый период в целом снижаются.

В 2018 г. Ненецкий АО является территорией риска среди субъектов, входящих в Арктическую зону, по первичной заболеваемости всех возрастных групп населения по всем классам болезней (A00-T98 по МКБ-10). Уровни забо-

леваемости населения Ненецкого АО злокачественными новообразованиями также высокие, за исследуемый период наблюдается устойчивая тенденция к росту заболеваемости.

В 2018 г. Ненецкий АО относится к территориям риска по уровню заболеваемости взрослого населения болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением.

Анализ заболеваемости населения Ненецкого АО некоторыми инфекционными и паразитарными болезнями свидетельствует о неблагоприятной ситуации, выражающейся в повышенном уровне заболеваемости.

Результаты исследования подтверждают необходимость расширения перечня собираемой в рамках СГМ информации в целях проведения объективной гигиенической оценки медико-демографической ситуации и здоровья населения, особенно для труднодоступных районов АЗРФ.

Список литературы

1. Алиментарный статус коренного населения Ненецкого автономного округа / Н.И. Белова, П.А. Лавринов, Н.А. Воробьева [и др.] // Экология человека. – 2013. – № 7. – С. 10–14.

2. Анализ заболеваемости населения Арктической зоны Российской Федерации болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением: материалы науч.-практ. конф. «Современные проблемы гигиены, токсикологии и медицины труда» / Н.А. Тихонова, Ю.А. Новикова, А.А. Ковшов [и др.]. – Новосибирск, Омск: Изд-во ОмГА, 2020. – С. 278–282.

3. Бобырева Н.С., Корнеева Я.А., Дегтева Г.Н. Анализ заболеваемости паразитозами в Ненецком автономном округе // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 2. – С. 157–162.

4. Бобырева Н.С., Щипина Л.С., Дегтева Г.Н. Видовой состав паразитозов и степень их распространенности в Ненецком автономном округе // Экология человека. – 2013. – № 12. – С. 20–25.

5. Горбанев С.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А. О состоянии и совершенствовании управления санитарно-эпидемиологическим благополучием в Арктической зоне Российской Федерации // Экология человека. – 2019. – № 10. – С. 4–14.

6. Давыдов М.И., Аксель Е.М. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения России и стран СНГ в 2004 г. // Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. – 2006. – Т. 17, № 3–1. – С. 45–77.

7. Организация социально-гигиенического мониторинга на территории Архангельской области / Р.В. Бузинов, Т.Н. Унгуряну, Н.К. Лазарева [и др.] // Экология человека. – 2006. – № 7. – С. 3–8.

8. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 4–16. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.01

Сравнительный анализ смертности от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения среди населения Российской Федерации и Дальневосточного федерального округа для риск-ориентированного подхода

Г.М. Пивоварова, А.С. Васильев

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

Осуществлен сравнительный анализ уровня смертности и динамики стандартизованных показателей смертности от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения за 2012–2018 гг. среди населения Российской Федерации (РФ) и Дальневосточного федерального округа (ДФО), определение субъектов риска в ДФО.

Использовались документы Федеральной службы государственной статистики РФ, Министерства здравоохранения РФ, обработанные медико-статистическим методом. Объект исследования: общественное здоровье населения РФ, ДФО.

В 2018 г. злокачественные новообразования в общей структуре причин смерти населения РФ занимают второе место (16,1 %). Стандартизованные показатели смертности от злокачественных новообразований в 2018 г. среди мужского населения РФ и ДФО выше в 1,9 раза, чем среди женского населения РФ и ДФО.

В структуре причин смерти от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения среди всего населения РФ и ДФО в 2018 г. первое место занимают злокачественные новообразования желудка, второе – злокачественные новообразования ободочной кишки, третье – злокачественные новообразования поджелудочной железы.

В динамике за 2012–2018 гг. стандартизованный показатель смертности от всех злокачественных новообразований уменьшился на 7,7 % среди населения РФ и на 5,4 % среди населения ДФО.

По показателю смертности от злокачественных новообразований желудка субъектами риска в ДФО является население Чукотского автономного округа, Республики Бурятия и Забайкальского края.

По показателю смертности от злокачественных новообразований ободочной кишки субъектами риска в ДФО является население Магаданской области, Чукотского автономного округа и Еврейского автономного округа.

По показателю смертности от злокачественных новообразований поджелудочной железы субъектами риска в ДФО является население Сахалинской области, Забайкальского края и Приморского края.

Ключевые слова: смертность населения, злокачественные новообразования, органы пищеварения, Российская Федерация, Дальневосточный федеральный округ.

Онкологические заболевания являются одной из серьезнейших проблем современности. В 2018 г. злокачественные новообразования в общей структуре причин смерти населения России занимают второе место – 16,1 % после болезней системы кровообращения [2].

В послании президента Российской Федерации Федеральному Собранию 2018 г. В.В. Путин заявил: «Предлагаю реализовать специальную общенациональную программу по борьбе с онкологическими заболеваниями, активно привлечь к решению этой задачи науку, отечественную фарминдустрию, провести модернизацию онкоцентров, выстроить современную комплексную систему от ранней диагностики до своевременного эффективного лечения, которая позволит защитить человека» [6].

В соответствии с Указом Президента РФ № 254 от 6 июня 2019 г. «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года» необходимо добиться снижения смертности от новообразований, в том числе злокачественных, до 185 случаев на 100 тыс. человек. Также планируется увеличение продолжительности жизни россиян до 78 лет. Данная цель является стратегически важной, обеспечивающая национальную безопасность Российской Федерации в сфере охраны здоровья граждан [3].

В национальном проекте «Здравоохранение» также уделяется большое внимание снижению показателей смертности от злокачественных новообразований [4].

Цель исследования – провести сравнительный анализ уровня смертности и динамики стандартизованных показателей смертности от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения за 2012–2018 гг. среди населения Российской Федерации и Дальневосточного федерального округа, определить субъекты риска в Дальневосточном федеральном округе.

Материалы и методы. Использовались документы Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, Министерства здравоохранения Российской Федерации, обработанные медико-статистическим, аналитическим методами с помощью программного пакета Microsoft Word, Microsoft Excel (2010).

Результаты. Анализ проведенного исследования показал, что среди умерших от всех злокачественных новообразований в Российской Федерации доля мужского населения составила 53,8 %, женского населения – 46,2 %. Удельный вес злокачественных новообразований в структуре причин смерти среди мужского населения составил 17,3 %, среди женского – 14,8 %. Стандартизованный показатель смертности среди всего населения Российской Федерации от всех злокачественных новообразований в 2018 г. составил 108,6 на 100 тыс. населения, среди женского – 80,6 на 100 тыс., а среди мужского – 155,3 на 100 тыс. [1]. Уровень стандартизованных показателей смертности среди мужчин в Российской Федерации в 1,93 раза выше, чем среди женщин.

В Дальневосточном федеральном округе среди умерших от всех злокачественных новообразований доля мужского населения составила 54,8 %, женского населения – 45,2 %. Стандартизованный показатель смертности от всех злокачественных новообразований среди всего населения Дальневосточного федерального округа в 2018 г. составил 124,3 на 100 тыс. населения, что на 14,5 % выше показателя в Российской Федерации. Стандартизованный показатель смертности от всех злокачественных новообразований среди мужчин Дальневосточного федерального округа выше такового среди женщин в 1,9 раза. Уровень смертности от злокачественных новообразований среди мужского населения Дальневосточного федерального округа выше, чем среди женского, на 90 % (рис. 1).

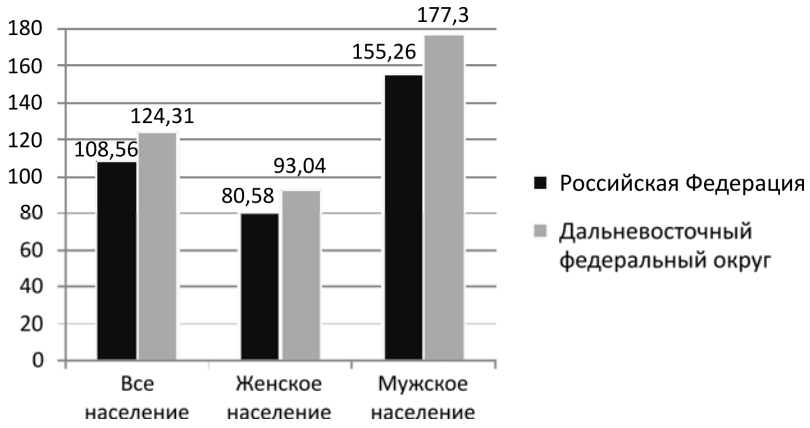


Рис. 1. Стандартизованный показатель смертности от всех злокачественных новообразований среди населения Российской Федерации, Дальневосточного федерального округа в 2018 г., на 100 тыс. населения

В структуре причин смерти от злокачественных новообразований среди всего населения России в 2018 г. наибольший удельный вес лежит на злокачественных новообразованиях болезней органов пищеварения, доля которых составляет 38,8 %, а среди мужского населения – 40,5 %, среди женского – 36,9 %.

В структуре причин смерти от злокачественных новообразований среди всего населения Дальневосточного федерального округа в 2018 г. наибольший удельный вес составляют злокачественные новообразования болезней органов пищеварения, доля которых – 39,5 %, а среди мужского населения – 40,3 %, среди женского – 38,6 %.

Среди мужского населения России умершие от злокачественных новообразований органов пищеварения занимают наибольший удельный вес в возрастной группе 65–69 лет, а среди женского – в возрасте 75–79 лет.

В структуре причин смерти от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения среди всего населения России за 2018 г. наибольшую долю занимают злокачественные новообразования желудка (23,7 %), злокачественные новообразования ободочной кишки – 19,8 %, а злокачественные новообразования поджелудочной железы – 15,6 %. В 2018 г. среди всего населения Российской Федерации стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований желудка составил 9,9 на 100 тыс. населения, от злокачественных новообразований ободочной кишки – 7,3 на 100 тыс. населения, от злокачественных новообразований поджелудочной железы – 6,6 на 100 тыс. населения.

Среди мужского населения Российской Федерации наибольшую долю составляют злокачественные новообразования желудка (25,1 %), на 2-м месте – злокачественные новообразования ободочной кишки (15,5 %), а на 3-м месте – злокачественные новообразования поджелудочной железы (14,0 %). В 2018 г. среди мужского населения Российской Федерации наибольший уровень составил стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований желудка – 16,0 на 100 тыс. населения, на 2-м месте – от злокачественных новообразований ободочной кишки – 9,7 на 100 тыс. населения, 3-е место занимают злокачественные новообразования поджелудочной железы – 9,0 на 100 тыс. населения.

Среди женского населения Российской Федерации наибольшую долю занимают злокачественные новообразования ободочной кишки и составляют 25,2 %, злокачественные новообразования желудка – 21,8 %, а злокачественные новообразования поджелудочной железы – 17,5 %. В 2018 г. среди женского населения Российской Федерации наибольший уровень составил стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований ободочной кишки – 6,7 на 100 тыс. населения, от злокачественных новообразований желудка – 6,2 на 100 тыс. населения, от злокачественных новообразований поджелудочной железы – 4,9 на 100 тыс. населения.

В структуре причин смерти от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения среди всего населения Дальневосточного федерального округа за 2018 г. наибольший удельный вес занимают злокачественные новообразования желудка (24,8 %), на 2-м месте – злокачественные новообразования ободочной кишки (15,8 %), а злокачественные новообразования поджелудочной железы занимают 3-е место (15,3 %) (рис. 2). В 2018 г. среди всего населения Дальневосточного федерального округа стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований желудка составил 12,0 на 100 тыс. населения, от злокачественных новообразований ободочной кишки – 7,3 на 100 тыс. населения, от злокачественных новообразований поджелудочной железы – 7,3 на 100 тыс. населения.

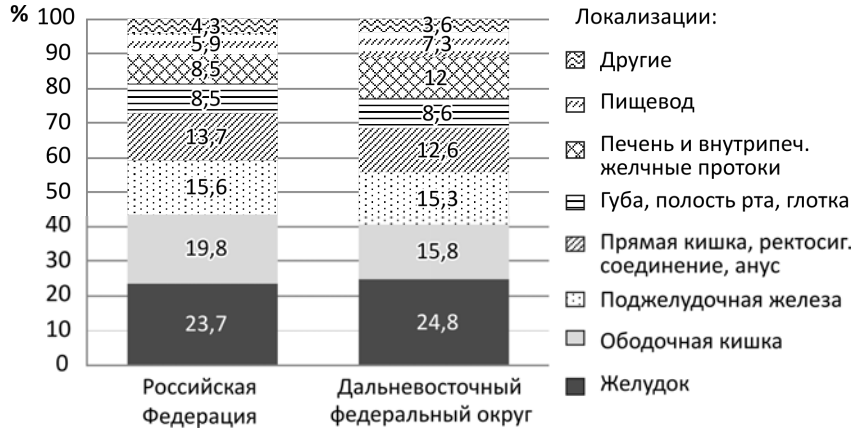


Рис. 2. Структура причин смерти от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения среди всего населения России и Дальневосточного федерального округа в 2018 г., %

Среди мужского населения Дальневосточного федерального округа наибольшую долю занимают злокачественные новообразования желудка – 26,6 %, злокачественные новообразования поджелудочной железы – 13,7 %, а злокачественные новообразования печени и внутрипеченочных желчных протоков – 12,8 %. В 2018 г. среди мужского населения Дальневосточного федерального округа стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований желудка занимает наибольший уровень – 19,0 на 100 тыс. населения, на 2-м месте – злокачественные новообразования поджелудочной железы – 9,7 на 100 тыс. населения, на 3-м месте – зло-

качественные новообразования печени и внутрипеченочных желчных протоков – 5,9 на 100 тыс. населения.

Среди женского населения Дальневосточного федерального округа наибольший удельный вес занимают злокачественные новообразования желудка – 22,7 %, на 2-м месте – злокачественные новообразования ободочной кишки – 20,3 %, на 3-м – злокачественные новообразования поджелудочной железы – 17,3 %. В 2018 г. среди женского населения Дальневосточного федерального округа стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований желудка занимает наибольший уровень и составляет 7,6 на 100 тыс. населения, 2-е место занимают злокачественные новообразования ободочной кишки – 6,4 на 100 тыс. населения, на 3-м месте – злокачественные новообразования поджелудочной железы – 5,8 на 100 тыс. населения.

В 2012 г. стандартизованный показатель смертности от всех злокачественных новообразований в России составил 117,7 на 100 тыс. населения, а среди населения Дальневосточного федерального округа – 131,4 на 100 тыс. населения. В динамике за 2012–2018 гг. эти показатели уменьшились на 7,7 % среди населения России, а среди населения Дальневосточного федерального округа – на 5,4 %. В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований среди населения Дальневосточного федерального округа составил 124,3 на 100 тыс. населения, что выше показателя в России (108,6 на 100 тыс. населения) на 14,5 %. В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от всех злокачественных новообразований был наиболее высоким, по сравнению с уровнем показателя населения Дальневосточного федерального округа, в трех субъектах, а именно: среди населения Чукотского автономного округа – на 19,8 % (148,9 на 100 тыс. населения), среди населения Еврейского автономного округа – на 15,3 % (143,3 на 100 тыс. населения), среди населения Сахалинской области – на 11,7 % (138,9 на 100 тыс. населения). В динамике за 2012–2018 гг. стандартизованный показатель смертности среди населения субъектов риска уменьшился: в Чукотском автономном округе – на 28,9 %, в Еврейском автономном округе – на 5,6 %, в Сахалинской области – на 10,0 % (рис. 3).

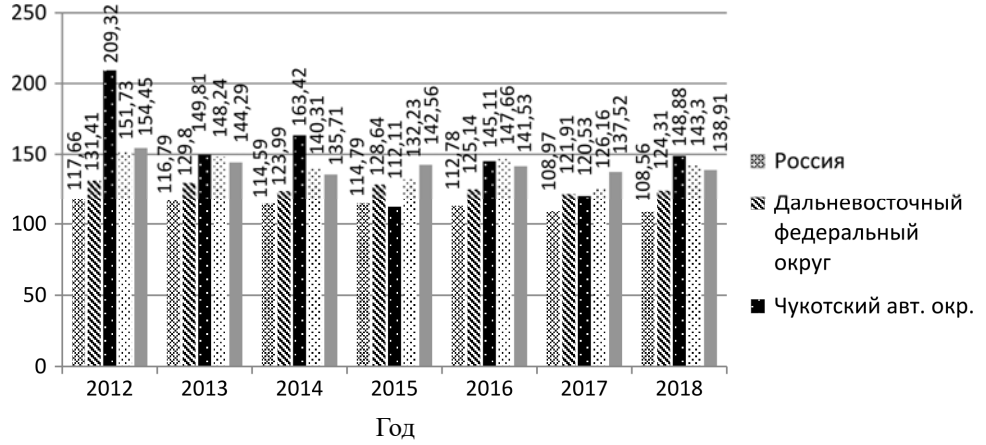


Рис. 3. Динамика смертности от всех злокачественных новообразований за 2012–2018 гг. (стандартизованные показатели на 100 тыс. всего населения) в Российской Федерации, Дальневосточном федеральном округе и субъектах риска

В 2012 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований желудка в России составил 12,6 на 100 тыс. населения, а среди населения Дальневосточного федерального округа – 13,5 на 100 тыс. населения. В динамике за 2012–2018 гг. эти показатели уменьшились на 26,2 % среди населения России, а среди населения Дальневосточного федерального округа – на 12,2 %. В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований желудка среди населения Дальневосточного федерального округа составил 12,0 на 100 тыс. населения, что выше показателя в России (9,9 на 100 тыс. населения) на 21,1 %. В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований желудка был наиболее высоким, по сравнению с уровнем показателя населения Дальневосточного федерального округа, в трех субъектах, а именно: в Чукотском автономном округе – на 84,8 % (22,3 на 100 тыс. населения), в Республике Бурятия – на 24,6 % (15,0 на 100 тыс. населения), в Забайкальском крае – на 11 % (13,3 на 100 тыс. населения).

В динамике за 2012–2018 гг. стандартизованный показатель смертности среди населения субъектов риска увеличился в Чукотском автономном округе на 17,7 % (рис. 4). В связи с Указом Президента Российской Федерации № 632 от 3 ноября 2018 г. «О внесении изменений в перечень федеральных округов, утвержденный Указом Президента Российской Федерации № 849 от 13 мая 2000 года» Республика Бурятия и Забайкальский край перешли из состава Сибирского в Дальневосточный федеральный округ только в 2018 г.

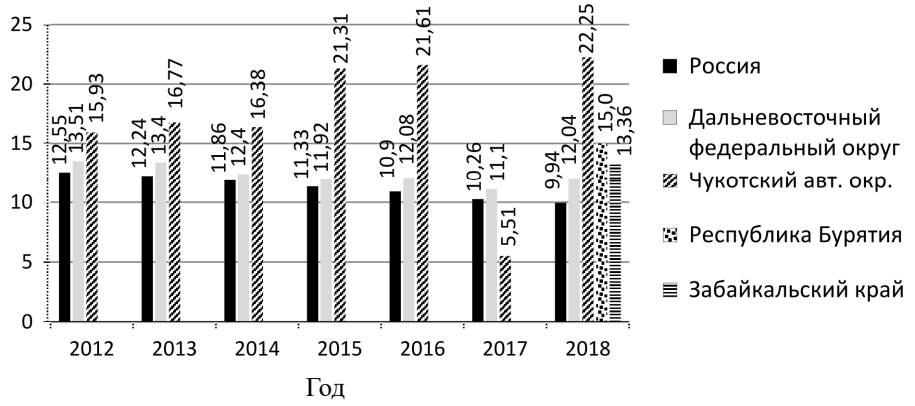


Рис. 4. Динамика смертности от злокачественных новообразований желудка за 2012–2018 гг. (стандартизованные показатели на 100 тыс. всего населения) в Российской Федерации, Дальневосточном федеральном округе и субъектах риска

В 2012 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований ободочной кишки в России составил 8,1 на 100 тыс. населения, а среди населения Дальневосточного федерального округа – 7,4 на 100 тыс. населения. В динамике за 2012–2018 гг. эти показатели уменьшились на 4,4 % среди населения России, а среди населения Дальневосточного федерального округа – на 0,8 %. В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований ободочной кишки среди населения Дальневосточного федерального округа составил 7,3 на 100 тыс. населения, что ниже показателя в России (7,7 на 100 тыс. населения)

на 5,2 %. В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований ободочной кишки был наиболее высоким, по сравнению с уровнем показателя среди населения Дальневосточного федерального округа, в трех субъектах, а именно: в Магаданской области – на 54,4 % (11,3 на 100 тыс. населения), в Чукотском автономном округе – на 30,5 % (9,6 на 100 тыс. населения), в Еврейском автономном округе – на 24,3 % (9,1 на 100 тыс. населения).

В динамике за 2012–2018 гг. стандартизованный показатель смертности среди населения субъектов риска уменьшился: в Магаданской области – на 3 %; увеличился: в Чукотском автономном округе – на 62,4 %, в Еврейском автономном округе – на 65,8 % (рис. 5).

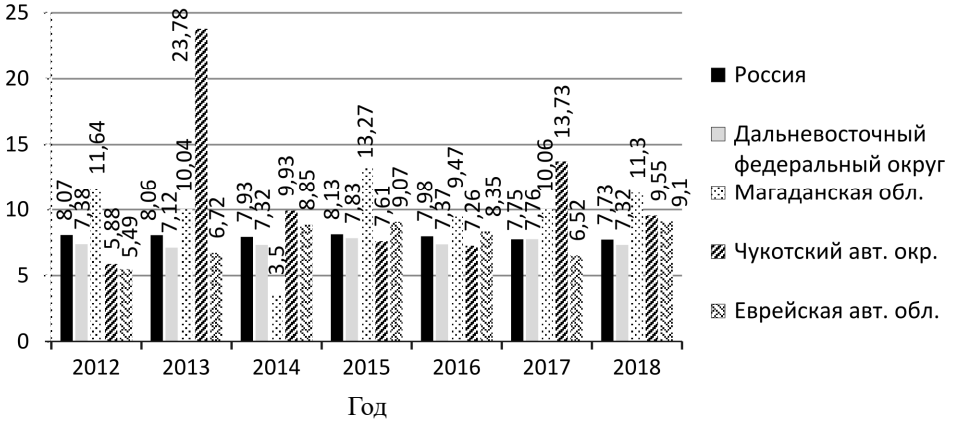


Рис. 5. Динамика смертности от злокачественных новообразований ободочной кишки за 2012–2018 гг. (стандартизованные показатели на 100 тыс. всего населения) в Российской Федерации, Дальневосточном федеральном округе и субъектах риска

В 2012 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований поджелудочной железы в России составил 6,5 на 100 тыс. населения, а среди населения Дальневосточного федерального округа – 7,8 на 100 тыс. населения. В динамике за 2012–2018 гг. эти показатели увеличились на 2 % среди населения России и уменьшились на 6 % среди населения Дальневосточного федерального округа. В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований поджелудочной железы среди населения Дальневосточного федерального округа составил 7,4 на 100 тыс. населения, что выше показателя в России (6,6 на 100 тыс.) на 12 %. В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований поджелудочной железы был наиболее высоким, по сравнению с уровнем показателя среди населения Дальневосточного федерального округа, в трех субъектах, а именно: в Сахалинской области – на 20 % (8,9 на 100 тыс. населения), в Забайкальском крае и Приморском крае – на 7,7 % (7,9 на 100 тыс. населения).

В динамике за 2012–2018 гг. стандартизованный показатель смертности среди населения субъектов риска увеличился в Сахалинской области на 2 %; уменьшился в Приморском крае на 7 % (рис. 6).

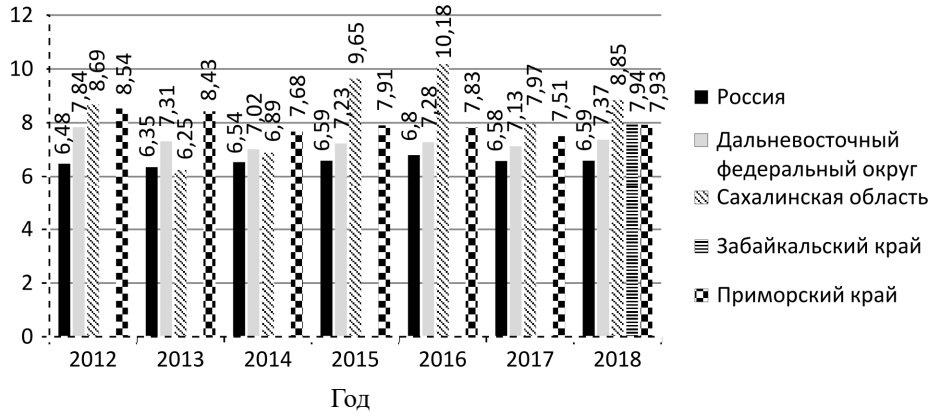


Рис. 6. Динамика смертности от злокачественных новообразований поджелудочной железы за 2012–2018 гг. (стандартизованные показатели на 100 тыс. всего населения) в Российской Федерации, Дальневосточном федеральном округе и субъектах риска

По показателю смертности от злокачественных новообразований желудка субъектами риска в Дальневосточном федеральном округе является население Чукотского автономного округа, Республики Бурятия и Забайкальского края.

По показателю смертности от злокачественных новообразований ободочной кишки субъектами риска в Дальневосточном федеральном округе является население Магаданской области, Чукотского автономного округа и Еврейского автономного округа.

По показателю смертности от злокачественных новообразований поджелудочной железы субъектами риска в Дальневосточном федеральном округе является население Сахалинской области, Забайкальского края и Приморского края.

Выводы. В результате проведенного исследования выявлено, что стандартизованные показатели смертности от злокачественных новообразований в 2018 г. среди мужского населения Российской Федерации и Дальневосточного федерального округа выше в 1,9 раза, чем среди женского населения Российской Федерации и Дальневосточного федерального округа.

Уровень смертности от злокачественных новообразований среди мужского населения Дальневосточного федерального округа выше, чем среди женского, на 90 %.

В структуре причин смерти от злокачественных новообразований среди всего населения России в 2018 г. злокачественные новообразования болезней органов пищеварения занимают 38,8 %, среди мужского населения – 40,5 %, среди женского – 36,9 %.

В структуре причин смерти от злокачественных новообразований среди всего населения Дальневосточного федерального округа в 2018 г. злокачественные новообразования болезней органов пищеварения занимают 39,5 %, среди мужского населения – 40,3 %, среди женского – 38,6 %.

В структуре причин смерти от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения среди всего населения России и Дальневосточного федерального округа в 2018 г. 1-е место занимают злокачественные новообразования желудка, 2-е место – злокачественные новообразования ободочной кишки, 3-е место – злокачественные новообразования поджелудочной железы.

Первое место в структуре причин смерти от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения среди мужского населения России и Дальневосточного федерального округа в 2018 г. занимают злокачественные новообразования желудка, 2-е место – злокачественные новообразования ободочной кишки (РФ) и злокачественные новообразования поджелудочной железы (ДФО), 3-е – злокачественные новообразования поджелудочной железы (РФ) и злокачественные новообразования печени и внутрипеченочных желчных протоков (ДФО).

В структуре причин смерти от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения среди женского населения России в 2018 г. 1-е место занимают злокачественные новообразования ободочной кишки, а среди женского населения Дальневосточного федерального округа – злокачественные новообразования желудка, 2-е место – злокачественные новообразования желудка (РФ) и злокачественные новообразования ободочной кишки (ДФО), 3-е место – злокачественные новообразования поджелудочной железы.

При оценке показателей смертности от всех злокачественных новообразований было установлено: в 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований среди населения Дальневосточного федерального выше показателя в России на 14,5 %. В динамике за 2012–2018 гг. стандартизованный показатель смертности от всех злокачественных новообразований среди населения России уменьшился на 7,7 %, среди населения Дальневосточного федерального округа – на 5,4 %, среди населения субъектов риска данный показатель уменьшился: в Чукотском автономном округе – на 28,9 %, в Еврейском автономном округе – на 5,6 %, в Сахалинской области – на 10,0 %.

В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований желудка среди населения Дальневосточного федерального округа выше показателя в России на 21,1 %. За 2012–2018 гг. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований желудка уменьшился среди населения России на 26,0 %, среди населения Дальневосточного федерального округа – на 12,0 %, среди населения субъектов риска данный показатель увеличился в Чукотском автономном округе на 17,7 %.

В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований ободочной кишки среди населения Дальневосточного федерального округа был ниже показателя России на 5,2 %. В динамике за 2012–2018 гг. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований ободочной кишки уменьшился среди населения России на 4,4 %, среди населения Дальневосточного федерального округа – на 0,8 %, среди населения субъектов риска данный показатель уменьшился в Магаданской области на 3 %; увеличился: в Чукотском автономном округе – на 62,4 %, в Еврейском автономном округе – на 65,8 %

В 2018 г. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований поджелудочной железы среди населения Дальневосточного федерального был выше показателя России на 12 %. В динамике за 2012–2018 гг. стандартизованный показатель смертности от злокачественных новообразований поджелудочной железы увеличился на 2 % среди населения России и уменьшился на 6 % среди населения Дальневосточного федерального округа, среди населения субъектов риска данный показатель увеличился в Сахалинской области на 2 %, уменьшился в Приморском крае на 7 %.

Результаты сравнительного анализа стандартизованных показателей смертности от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения среди населения Российской Федерации и Дальневосточного федерального округа являются информационной базой для решения задач по совершенствованию системы медико-социальных мероприятий, направленных на улучшение общественного здоровья и демографической ситуации.

Особое внимание при принятии управленческих решений для законодательной и исполнительной власти в Дальневосточном федеральном округе следует уделить субъектам риска:

• по показателю смертности от злокачественных новообразований желудка субъектами риска в Дальневосточном федеральном округе является население Чукотского автономного округа, Республики Бурятия и Забайкальского края;

• по показателю смертности от злокачественных новообразований ободочной кишки субъектами риска в Дальневосточном федеральном округе является население Магаданской области, Чукотского автономного округа и Еврейского автономного округа;

• по показателю смертности от злокачественных новообразований поджелудочной железы субъектами риска в Дальневосточном федеральном округе является население Сахалинской области, Забайкальского края и Приморского края.

Для решения данных проблем в Российской Федерации реализуется федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями», основными мероприятиями которого являются:

1. Разработка 85 региональных программ борьбы с онкологическими заболеваниями.

2. Популяционная профилактика развития онкологических заболеваний.

3. Проведение информационно-коммуникационной кампании, направленной на ранее выявление онкологических заболеваний и повышение приверженности к лечению.

4. Финансовое обеспечение оказания медицинской помощи больным с онкологическими заболеваниями в соответствии с клиническими рекомендациями и протоколами лечения.

5. Организация сети центров амбулаторной онкологической помощи в 85 субъектах Российской Федерации.

6. Переоснащение сети региональных медицинских организаций оказывающих помощь больным онкологическими заболеваниями (диспансеров/больниц) в 85 субъектах Российской Федерации.

7. Развитие сети федеральных медицинских организаций, оказывающих помощь больным онкологическими заболеваниями, в том числе создание федеральных центров протонной терапии.

8. Создание 18 (федеральных и межрегиональных) референс-центров иммуногистохимических, патоморфологических исследований и лучевых методов исследований.

9. Кадровое обеспечение онкологической службы.

10. Внедрение региональной централизованной системы «Организация оказания медицинской помощи больным онкологическими заболеваниями».

11. Новое строительство и реконструкция [5].

Список литературы

1. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2012–2018 году (заболеваемость и смертность). – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ НМИЦ радиологии Минздрава России, 2018. – 250 с.
2. Здравоохранение в России. 2018: стат. сб. / Г.К. Оксенойт, С.Ю. Никитина, Л.И. Агеева [и др.]. – М.: Росстат, 2018. – 170 с.
3. О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента Российской Федерации № 254 от 6 июня 2019 года [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72164534/ (дата обращения: 03.03.2020).
4. Паспорт Национального проекта «Здравоохранение» / утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24 декабря 2018 г. // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://base.garant.ru/72185920/ (дата обращения: 03.03.2020).
5. Паспорт Федерального проекта «Борьба с онкологическими заболеваниями» (приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту «Здравоохранение» № 3 от 14.12.2018) [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_337005/ (дата обращения: 03.03.2020).
6. Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 01.03.2018 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_291976/ (дата обращения: 03.03.2020).

Особенности смертности населения трудоспособного возраста двух промышленных регионов Сибири

А.Н. Чуранова, Т.Ю. Горчакова

Федеральное учреждение ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова»,
г. Москва, Россия

Осуществлен анализ смертности мужского и женского населения трудоспособного возраста в двух промышленных регионах Сибирского федерального округа (Иркутская и Томская области) с близкими климатогеографическими условиями, но различающихся по производственной структуре, качеству окружающей среды и социально-экономическим характеристикам.

В отраслевой структуре Иркутской области лидируют добыча полезных ископаемых, нефтехимия, химия, цветная металлургия, деревообрабатывающая промышленность и др. В промышленности занята почти половина работающего населения области. Ком-

плексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) в большинстве городов региона оценивается как «высокий» и «очень высокий». В Томской области основу экономики составляют добыча нефти и газа, производство химических веществ, нефтепродуктов, электрического оборудования и электронных изделий. Предприятия региона оказывают меньшую антропогенную нагрузку на окружающую среду, что характеризуется «низким» ИЗА. Томская область также отличается высокими научно-образовательным потенциалом и уровнем благосостояния населения.

Проведенный анализ динамики стандартизованных коэффициентов смертности мужского и женского населения трудоспособного возраста за 2014–2018 гг. свидетельствовал о снижении показателей в изучаемых регионах. Вместе с тем в Иркутской области уровень смертности во все годы был значительно выше, чем в Томской. В 2018 г. превышение составляло 41 % у мужчин и 39 % у женщин, в том числе от болезней системы кровообращения на 82,9 и 87,9 % соответственно и от новообразований на 21,4 и 18,9 %, в том числе от отдельных локализаций, что может быть следствием дополнительной химической нагрузки на население в результате деятельности крупных промышленных предприятий Иркутской области.

Ключевые слова: население трудоспособного возраста, смертность, промышленный регион, загрязнение атмосферного воздуха, индекс загрязнения атмосферы.

Среди факторов, оказывающих непосредственное влияние на здоровье населения и величину продолжительности его жизни, важная роль принадлежит состоянию окружающей среды. По данным ВОЗ, загрязнение атмосферного воздуха является одной из основных причин смертности и заболеваемости во всем мире. В России в 2018 г. 13,4 млн человек проживали в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха. В разрезе федеральных округов наибольший процент населения, испытывающего негативное воздействие загрязненного атмосферного воздуха, проживает в Сибирском федеральном округе (СФО) (55 %) [5].

Цель исследования – анализ смертности мужского и женского населения трудоспособного возраста в двух промышленных регионах СФО с близкими климатогеографическими условиями, но различающихся по производственной структуре, качеству окружающей среды и социально-экономическим характеристикам.

Материалы и методы. Для анализа смертности населения трудоспособного возраста были выбраны два промышленных региона СФО – Иркутская и Томская область. В этих регионах по данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и Минприроды России были проанализированы климатогеографические и социально-экономические характеристики, состояние окружающей среды, а также собрана информация о промышленных предприятиях, являющихся основными источниками загрязнения атмосферного воздуха [2, 4, 7].

На основе информации Росстата о половозрастном составе населения и числе умерших по полу, возрасту и причинам смерти (таблица С-51 «Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти») были рассчитаны стандартизованные коэффициенты смертности по ведущим классам причин смерти (в соответствии с МКБ-10) для мужского и женского населения трудоспособного возраста Иркутской и Томской областей и России в целом за 2014–2018 гг. Для элиминирования влияния на показатели смертности возрастного состава применялся прямой метод стандартизации. Стандарт – возрастная структура мужского и женского населения трудоспособного возраста России по переписи 2010 г.

Результаты. Иркутская и Томская область – крупные промышленные регионы СФО, имеющие сходные климатические условия, но обладающие разными запасами полезных ископаемых и, соответственно, отличающиеся по производственной структуре.

В Иркутской области богатая сырьевая база обеспечила развитие практически всех видов отраслей промышленности – добычи нефти и газа, железной руды, угля, цветной металлургии, производства нефтепродуктов, химической промышленности, деревообработки и др. [4]. Значительная доля крупных промышленных предприятий расположены в южной и юго-западной части региона в относительной близости друг к другу, что привело к крайне высокой экологической нагрузке на окружающую среду. Основными источниками загрязнения атмосферы являются предприятия химической и нефтехимической промышленности (г. Ангарск: АО «Ангарская нефтехимическая компания», ОАО «Ангарский Завод Полимеров, АО «Ангарский завод катализаторов и органического синтеза», «Ангарский Азотно-туковый завод»; г. Саянск: АО «СаянскХимпласт», г. Усолье-Сибирское: АО «Усолье-Сибирский химфармзавод»), цветной металлургии (г. Братск: ОАО «Братск-РУСАЛ», ООО «Братский завод ферросплавов», г. Шелехов: Иркутский алюминиевый завод, АО «Кремний»), деревообрабатывающей промышленности (филиалы «Группа «Илим), теплоэнергетики и др. [4].

В 2018 г. в десяти промышленных городах Иркутской области, что составляло 56 % всех обследованных населенных пунктов, уровень загрязнения атмосферного воздуха (по индексу ИЗА) оценивался как высокий и очень высокий [4].

Веществами, определяющими высокое загрязнение атмосферного воздуха, являлись бенз(а)пирен (превышение среднегодовой концентрации в 1,6–14,6 раза), взвешенные вещества (превышение ПДК в 1,3–1,5 раза), диоксид азота (превышение до 2 ПДК), формальдегид (превышение до 2 ПДК) и др.

В Томской области основу экономики составляют предприятия нефтегазодобывающей, нефтеперерабатывающей, химической промышленности, а также высокотехнологичные и наукоемкие производства – производство электрического оборудования, производство компьютеров, электронных и оптических изделий. Отличительная особенность области высокий научно-образовательный потенциал. Доля населения с послевузовским, высшим и неоконченным высшим образованием в Томской области составляет 30,5 %, а в Иркутской области только 24,3 % [7]. В Томской области самая высокая в России доля работников с высшим и средним образованием от общего числа занятых.

Также регион характеризуется лучшими показателями социальной сферы по сравнению с Иркутской областью [7]. В Томской области уровень среднедушевых доходов выше, чем в Иркутской области, на 9,1 %, средний размер начисленных пенсий на 6,0 %. При этом ниже на 7,1 % доля населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, на 16,0 % – уровень безработицы, на 9,0 % – уровень преступности и т.д. Лучшими показателями в Томской области характеризовалось и благоустройство жилищного фонда [7].

Бóльшая часть территории Томской области труднодоступна, так как представляет собой тайгу и болота. В областном центр – г. Томске – сосредоточено основное количество промышленных предприятий – нефтехимический комбинат (ООО «Томскнефтехим»), предприятия теплоэнергетики, стройиндустрии, ма-

шиностроения, фармацевтической, пищевой промышленности и деревообработки. В г. Северске (ЗАТО) находится крупнейший в мире комбинат по производству ядерного топлива (урана). На территории Томск-Северской промышленной агломерации проживает 70 % населения области.

Антропогенная нагрузка на атмосферный воздух региона распределена неравномерно [2]. Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха в Томской области отмечается в местах размещения предприятий нефтегазодобывающей отрасли. Однако данные о мониторинге загрязнения воздуха в этих районах отсутствуют. В г. Стрежевой, где действует один из нефтеперерабатывающих заводов, согласно отчетам ОГБУ «Облкомприрода», индекс загрязнения атмосферы в 2015–2016 гг. был низким [2].

Долгие годы в г. Томске регистрировался повышенный индекс загрязнения атмосферы. Приоритетными примесями, определяющими степень загрязнения воздушной среды, являлись диоксид азота, формальдегид, метанол, хлорид водорода, взвешенные вещества, среднегодовые концентрации которых в 2016–2017 гг. не превышали 1 ПДК. В 2018 г. в г. Томске впервые был зарегистрирован низкий ИЗА.

В целом можно заключить, что благодаря меньшему количеству промышленных предприятий, наличию наукоемких производств и применению современных технологий очистки промышленных выбросов, значительной удаленности нефтеперерабатывающих заводов (основных загрязнителей окружающей среды в регионе) от других промышленных предприятий, в Томской области по сравнению с Иркутской экологическая обстановка в настоящее время является удовлетворительной.

Общеизвестно, что техногенное загрязнение атмосферного воздуха приводит к увеличению уровня заболеваемости и смертности от болезней органов дыхания (БОД), болезней системы кровообращения (БСК), а также различных форм злокачественных новообразований (ЗН) [1]. Например, высокие концентрации бенз(а)пирена и формальдегида в атмосферном воздухе могут провоцировать развитие злокачественных новообразований [3, 8]. Кроме того, воздействие этих веществ приводит к формированию заболеваний органов дыхания. Повышенная частота заболеваний верхних и нижних дыхательных путей у населения наблюдается и при наличии высоких концентраций диоксида азота и диоксида серы [6].

Анализ динамики стандартизованных коэффициентов смертности населения трудоспособного возраста изучаемых регионов и России в целом свидетельствовал о положительных тенденциях. За период с 2014 по 2018 г. у мужчин смертность от всех причин снизилась в Российской Федерации на 18,4 %, в Иркутской области – на 20,0 % и в Томской области на 23,5 % (табл. 1). Значительным было снижение смертности от внешних причин – на 28–29 % (в России показатель снизился с 252,3 до 179,4 на 100 тыс. мужчин соответствующего возраста; в Иркутской области – с 364,6 до 259,5 на 100 тыс.; в Томской области – с 283,1 до 204,6 на 100 тыс.) и болезней системы кровообращения, которое составило около 15 % в Российской Федерации (с 258,3 до 221,0 на 100 тыс. мужчин) и в Иркутской области (с 364,0 до 310,7 на 100 тыс.) и почти 30 % в Томской (241,9 до 169,9 на 100 тыс.).

У женщин картина смертности была другой. За тот же период стандартизованные коэффициенты смертности от всех причин снизились в России на 12,9 %,

в Иркутской области – на 7,3 %, а в Томской области, напротив, выросли на 2,7 %. При этом в Иркутской области на фоне сокращения смертности от большинства классов болезней почти на 30 % выросла смертность от новообразований (с 59,9 до 76,9 на 100 тыс. женщин соответствующего возраста), на 20,5 % – от инфекционных и паразитарных болезней (с 50,7 до 61,1 на 100 тыс.) и на 2,7 % – от БСК (с 92,2 до 94,7 на 100 тыс.). В Томской области произошел рост смертности на 23,9 % от новообразований (с 52,2 до 64,7 на 100 тыс. женщин соответствующего возраста), на 28 % – от болезней органов пищеварения (с 31,5 до 40,3 на 100 тыс.) и в 2,5 раза – от инфекционных и паразитарных болезней (с 7,6 до 18,7 на 100 тыс.).

Таблица 1

Стандартизованные коэффициенты смертности мужского и женского населения трудоспособного возраста от всех причин в совокупности в Российской Федерации, Иркутской и Томской областях в 2014–2018 гг., на 100 000 лиц соответствующего пола и возраста

Год	Российская Федерация	Иркутская область	Томская область
Мужчины в возрасте 15–59 лет			
2014	834,8	1182,2	878,7
2015	791,3	1136,2	825,0
2016	753,1	1059,0	773,2
2017	689,2	960,5	744,6
2018	681,5	948,5	672,6
Женщины в возрасте 15–54 лет			
2014	233,4	377,0	244,9
2015	227,6	380,4	244,5
2016	217,7	251,0	228,6
2017	202,8	308,8	220,8
2018	203,3	349,6	251,6

Таким образом, анализ динамики стандартизованных коэффициентов смертности населения трудоспособного возраста от ведущих причин смерти в регионах СФО свидетельствовал о неблагополучной ситуации у женщин. Кроме того, в Иркутской области, как у мужчин, так и у женщин, уровень смертности во все годы был значительно выше по сравнению с Томской областью.

Более подробно остановимся на анализе смертности от тех причин, которые могут быть косвенно связаны с повышенным загрязнением атмосферного воздуха в регионах. В 2018 г. стандартизованный показатель смертности мужского населения трудоспособного возраста от БОД в Иркутской и Томской областях был выше, чем в целом по стране, соответственно, на 21,5 % и 29,9 %. У женщин эти различия были более выражены (табл. 2). В Иркутской области показатель был на 89,1 % выше, чем в РФ, а в Томской области на 76,6 %. Между регионами наблюдались следующие различия: смертность у мужчин от БОД в Иркутской области была на 6,5 % ниже, чем в Томской области, а у женщин наоборот – на 7,1 % выше.

При сопоставлении уровней смертности населения трудоспособного возраста от БСК были выявлены иные тенденции. В 2018 г. в Иркутской области мужчины умирали на 40,6 % чаще, чем в целом по стране. В Томской области

показатель был на 23,1 % ниже общероссийского. Сравнение показателей между регионами показало, что в Иркутской области смертность мужского населения была на 83 % выше, чем в Томской области. У женщин смертность от класса болезней системы кровообращения в России и Томской области была практически на одном уровне, а в Иркутской области показатель был почти в 2 раза выше, чем по стране в целом и Томской области.

Таблица 2

Стандартизованные коэффициенты смертности мужского и женского населения трудоспособного возраста по ведущим классам причин смерти в Российской Федерации, Иркутской и Томской областях в 2018 г., на 100 000 лиц соответствующего пола и возраста

Класс причин смерти (в соответствии с МКБ-10)	Российская Федерация	Иркутская область	Томская область
Мужчины в возрасте 15–59 лет			
Болезни системы кровообращения (I00-I99)	221,0	310,7	169,9
Новообразования (C00-D48)	89,6	111,0	91,4
Болезни органов дыхания (J00-J99)	26,1	31,7	33,9
Женщины в возрасте 15–54 лет			
Болезни системы кровообращения (I00-I99)	47,5	94,7	50,4
Новообразования (C00-D48)	48,9	76,9	64,7
Болезни органов дыхания (J00-J99)	6,4	12,1	11,3

Особое внимание было уделено анализу смертности от класса новообразований. Стандартизованные коэффициенты смертности от данного класса причин смерти у мужчин в Иркутской области были выше общероссийского показателя на 23,9 %, а в Томской области лишь на 2,0 %. В Иркутской области на 21,4 % показатель был выше, чем в Томской области. У женского населения в Иркутской области смертность почти на 60 % превышала общероссийскую, а в Томской области превышение составило более 32 %.

Углубленный анализ смертности от отдельных локализаций ЗН свидетельствовал, что в 2018 г. у мужчин трудоспособного возраста больше 60 % всех смертей от новообразований приходилось на ЗН органов дыхания и ЗН органов пищеварения – как по стране в целом, так и в регионах Сибири. При этом в Иркутской области показатель смертности от ЗН органов дыхания был почти на 40 % выше общероссийского. В Томской области превышение составило чуть больше 12 %. Повышенный уровень смертности в Иркутской области также был отмечен от ЗН губы, рта и глотки. Показатель превышал общероссийский на 40 % (10,2 на 100 тыс. мужчин против 7,3 на 100 тыс. мужчин). В Томской области от данной локализации коэффициент был значительно ниже, чем в России (4,3 на 100 тыс. мужчин).

У женского населения смертность от ЗН органов дыхания в Иркутской области была почти на 40 % выше, чем в России (соответственно, 4,1 и 3,0 на 100 тыс. женщин), а в Томской области превышение составило 54 % (4,6 на 100 тыс.). Как и среди мужского населения трудоспособного возраста, у женщин в Иркутской области был повышенный показатель смертности от ЗН губы, рта и глотки. (2,6 на 100 тыс. женщин в Иркутской против 1,2 на 100 тыс. женщин в России). В Томской области

смертность от ЗН губы, рта и глотки незначительно превышала общероссийскую (1,3 на 100 тыс. женщин).

Повышенные коэффициенты смертности населения от ЗН органов дыхания и ЗН губы, рта и глотки в Иркутской области могут быть связаны с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха выбросами от предприятий химии, нефтехимии и цветной металлургии.

Таким образом, следует констатировать, что уровни смертности мужского и женского населения трудоспособного возраста Иркутской области значительно превосходили показатели Томской области по ведущим классам причин смерти – БСК, новообразования, БОД (у женщин), что может быть следствием дополнительной химической нагрузки на население, являющейся результатом деятельности крупных промышленных предприятий Иркутской области.

Список литературы

1. Баздырев Е.Д., Барбараш О.Л. Экология и сердечно-сосудистые заболевания // Экология человека. – 2014. – № 5. – С. 53–59.

2. Государственные доклады ОГБУ «Облкомприрода» // Официальный сайт ОГБУ «Облкомприрода». – URL: https://ogbu.green.tsu.ru/?page_id=1456 (дата обращения: 12.10.2019).

3. Иванова С.В., Рябчикова И.А. Оценка ингаляционного риска угрозы здоровью населения в зоне выбросов алюминиевого производства (на примере г. Шелехова Иркутской области) // XXI век. Техносферная безопасность. – 2017. – Т. 2, № 1 (5). – С. 93–103.

4. О состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Правительство Иркутской области: официальный сайт. – URL: https://irkobl.ru/region/ecology/doklad/ (дата обращения: 12.10.2019).

5. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов: официальный сайт. – URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_srdy_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2017_/ (дата обращения: 10.10.2019).

6. Ревич Б.А. «Горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России. – М.: Общественная палата РФ, 2007. – 192 с.

7. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gks.ru (дата обращения: 12.10.2019).

8. Шугалей И.В., Илюшин М.А., Судариков А.М. Бенз(а)пирен как экотоксикант // XVI Вишняковские чтения. Проблемы и перспективы развития высшего профессионального образования в регионе на современном этапе: материалы международной научной конференции. – СПб.: Изд-во Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, 2013. – С. 185–187.

Особенности заболеваемости кардиореспираторной патологией на территориях Российской Федерации с различным уровнем санитарно-гигиенического состояния окружающей среды

О.А. Маклакова, Н.В. Зайцева, М.Ю. Цинкер, Д.А. Эйсфельд

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

В настоящее время остаются актуальными вопросы изучения влияния загрязнения окружающей среды на качество здоровья населения. Выявлены особенности заболеваемости болезнями органов дыхания и системы кровообращения населения на территориях Российской Федерации с различным уровнем санитарно-гигиенического состояния окружающей среды. Проведенный структурно-динамический анализ за 2013–2017 гг. показал стабилизацию показателей заболеваемости населения Российской Федерации на территориях с различным уровнем санитарно-гигиенического состояния окружающей среды. Установлено, что 2/3 первичной респираторной заболеваемости всего населения составляют болезни органов дыхания у детей до 14 лет. Удельный вес первичной заболеваемости болезнями системы кровообращения в 98,4 % случаев связан с заболеваемостью взрослого населения, при этом за пятилетний период отмечен рост на 10,2 % этого показателя. Проведенный кластерный анализ уровня заболеваемости, смертности по основным классам болезней и состояния окружающей среды позволил сгруппировать территории Российской Федерации в 5 кластеров. В первом кластере доля ассоциированной заболеваемости по основным классам болезней населения находилась на уровне среднероссийских значений, а дополнительная заболеваемость детского населения болезнями органов дыхания и системы кровообращения, вероятностно ассоциированная с негативными факторами окружающей среды, была выше до 1,3 раза. На территориях второго кластера у всего населения и среди детей до 14 лет регистрировался высокий показатель заболеваемости системы кровообращения, ассоциированной с ненадлежащим качеством питьевой воды по санитарно-химическим критериям. Для третьего кластера характерен наибольший уровень кардиоваскулярной патологии всего населения, возможно, обусловленной техногенным загрязнением атмосферного воздуха. В пятом кластере отмечается наибольшее количество дополнительных случаев заболеваний органов дыхания населения, связанных с аэрогенными факторами среды обитания.

Ключевые слова: кардиореспираторная патология, состояние окружающей среды, кластерный анализ, классификация территорий, качество здоровья населения.

Одним из приоритетных направлений политики государства является сохранение здоровья населения. Эпидемиологические исследования последних лет показывают, что загрязнение окружающей среды оказывает негативное воздействие на состояние здоровья населения во всех возрастных группах, что находит отражение в показателях заболеваемости населения [7–9]. Несмотря на благоприятные тенденции в улучшении качества среды обитания, сохраняется опасность воздействия

ряда химических факторов окружающей среды на организм человека, особенно при длительном их поступлении [6, 9–11].

Таким образом, в настоящее время остаются актуальными вопросы анализа распространенности, динамики заболеваемости населения конкретных территорий страны с учетом уровня санитарно-гигиенического благополучия, что позволит в дальнейшем разработать комплекс необходимых мероприятий, направленных на снижение риска развития заболеваний органов дыхания и сердечно-сосудистой патологии.

Цель исследования – выявить особенности заболеваемости болезнями органов дыхания и системы кровообращения населения на территориях Российской Федерации с различным уровнем санитарно-гигиенического состояния окружающей среды.

Материалы и методы. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и питьевой воды проведена на основании данных Федерального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ) и формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» за 2013–2017 гг. По 85 субъектам Российской Федерации изучались санитарно-гигиенические показатели, характеризующие состояние окружающей среды обитания (уровень загрязнения химическими соединениями и доля нестандартных проб атмосферного воздуха и питьевой воды).

Оценка общей и первичной заболеваемости населения по основным классам и нозологиям болезней согласно Международной статистической классификацией болезней 10-го пересмотра за 2013–2017 гг. выполнена по официальным статистическим материалам Департамента мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации [1–5]. Проведен структурно-динамический анализ заболеваемости по регионам РФ.

Для изучения региональных особенностей заболеваемости болезнями органов дыхания и кардиоваскулярной патологии в различных условиях загрязнения окружающей среды проведена многомерная классификация субъектов Российской Федерации с помощью кластерного анализа (метод *k*-средних). Для многомерной группировки в качестве параметров кластеризации использовали средние стандартизованные показатели заболеваемости и смертности всего населения по классам «Болезни органов дыхания» и «Болезни системы кровообращения», уровень загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды (доля нестандартных проб по санитарно-химическим показателям) за 2013–2017 гг.

Изучение зависимости заболеваемости населения при техногенном загрязнении окружающей среды; а также числа случаев заболеваний, ассоциированных с химическими факторами среды обитания, проводили с помощью математического моделирования (модифицированного регрессионного анализа), включающего перебор линейной, квадратичной и экспоненциальной функций для независимых переменных, в соответствии с приложением 2 МР 5.1.0095–14 от 12.12.2014 «Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания». В анализ были включены модели, отвечающие критериям достоверности и адекватности.

Статистический анализ материалов исследования проводился общепринятыми методами с использованием прикладных программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel.

Результаты. Официальные статистические данные за 2013–2017 гг. свидетельствуют о незначительном росте на 1,3 % общей заболеваемости среди взрослого населения и снижение этого показателя на 5,2 и 0,99 % у детей до 14 лет и подростков (15–17 лет) соответственно. В 16 субъектах Российской Федерации, включая Пермский край, за анализируемый период регистрировались уровни общей и впервые выявленной заболеваемости, превышающие более чем в 1,2–1,9 раза общероссийские показатели.

За пятилетний период болезни органов дыхания и системы кровообращения стабильно занимали первое и второе ранговые места в структуре общей заболеваемости всего населения и имели темпы прироста 3,6 и 5,4 % соответственно. При этом практически в половине субъектов Российской Федерации отмечались неблагоприятные тенденции роста заболеваемости по этим классам болезней. Основной вклад в респираторную патологию всего населения в 58 % случаев приходился на болезни органов дыхания у детей и подростков, а заболеваемость кардиоваскулярными болезнями в 98,4 % была обусловлена взрослым населением.

Наиболее высокие темпы прироста впервые выявленной патологии среди взрослого населения за 2013–2017 гг. до 24,1 % регистрировались в Республиках Коми, Северной Осетии, Ленинградской, Вологодской областях и г. Санкт-Петербург. Лидирующую позицию в структуре первичной заболеваемости взрослых занимали болезни органов дыхания, доля которых составляла в среднем 28,6 %. В Ленинградской, Орловской областях и Чукотском автономном округе за анализируемый период отмечались высокие темпы прироста (33,3–40,2 %) болезней органов дыхания, установленных впервые в жизни. Первичная заболеваемость болезнями системы кровообращения взрослого населения находилась на 4-м ранговом месте и имела рост на 10,2 % за анализируемые пять лет. Наибольшие темпы прироста впервые установленной сердечно-сосудистой патологии в этой возрастной группе, в 7,3–10,5 раза превышающие общероссийский уровень, зафиксированы в Удмуртской Республике, Краснодарском крае, Воронежской и Оренбургской областях.

Уровень первичной заболеваемости детского населения в 2013–2017 гг. имел тенденцию к снижению. Выявлено, что за пятилетний период он снизился на 7 % – до 175 817,4 на 100 тыс. соответствующего населения в 2017 г. Однако на территориях Чукотского автономного округа, Республики Хакасия и Ленинградской области отмечались темпы прироста впервые выявленной патологии до 24,2 %. Болезни органов дыхания у детей до 14 лет составили 65 % среди впервые установленной заболеваемости (1-е ранговое место). Наиболее высокие темпы прироста (21,5–31,9 %) респираторной патологии, установленной впервые в жизни, среди детей за 2013–2017 гг. регистрировались на территории Чукотского, Ямало-Ненецкого автономных округов, Карачаево-Черкесской Республики и Республики Хакасия. В структуре первичной заболеваемости детского населения болезни системы кровообращения занимают 15-е ранговое место (0,4 %). За анализируемый пятилетний период прирост впервые установленной патологии сердечно-сосудистой системы у детей 0–14 лет более 150 % отмечен в Чукотском автономном округе, Алтайском крае, Псковской и Еврейской автономной областях.

Согласно данным государственных докладов, в 2013–2017 гг. наблюдалось стабильное улучшение качества окружающей среды. За пятилетний период отмечено снижение на 1/3 доли проб атмосферного воздуха, превышающих предельные

максимально разовые концентрации. Однако в 28 субъектах Российской Федерации уровень загрязнения атмосферного воздуха превышал среднероссийские значения. На территориях Республик Тыва, Бурятия, Красноярского, Хабаровского краях, Челябинской, Курской, Саратовской и Иркутской областей количество проб, не соответствующих гигиеническим нормативам, было в 3,1–5,4 раза выше общероссийского показателя. Кроме того, за пятилетний период отмечено повышение уровня загрязнения атмосферного воздуха в 15 субъектах Российской Федерации. Высокие темпы прироста концентраций загрязняющих примесей в атмосферном воздухе к 2017 г. отмечены в Иркутской (взвешенные вещества, фенол, формальдегид), Челябинской, Свердловской (ароматические углеводороды, углеводороды) и Калининградской областях (бензол).

На территории Российской Федерации в 2013–2017 гг. отмечалось снижение на 23,9 % доли проб некачественной питьевой воды нецентрализованного водоснабжения и на 3,8 % – проб воды из систем централизованного водоснабжения. В 39 субъектах страны количество источников, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям, было выше, чем в целом по России. За анализируемый период высокое количество проб недоброкачественной питьевой воды из систем централизованного водоснабжения по санитарно-химическим показателям зарегистрировано в Ханты-Мансийском автономном округе, Новгородской, Ростовской, Томской, Ярославской областях и г. Москве. Не соответствовали гигиеническим нормативам по санитарно-химическим критериям более 45 % проб воды в Республиках Мордовия, Калмыкия и Новгородской области, а наибольшее снижение качества питьевой воды за пять лет произошло в Республиках Дагестан, Хакасия и Еврейской автономной области. Высокие темпы прироста количества проб питьевой воды с повышенным содержанием химически веществ зафиксированы в Волгоградской (все вещества, железо, хлороформ), Кировской (хлороформ), Ленинградской (марганец), Свердловской (алюминий) и Ульяновской областях (нитраты).

Качество среды обитания вносит существенный вклад в дополнительную заболеваемость населения. Так, в 2017 г. заболеваемость болезнями органов дыхания, вероятностно связанная с загрязнением атмосферного воздуха, составила 2,6 % от всей заболеваемости по этой причине среди всего населения (910,6 на 100 тыс. населения) и детей 0–14 лет (3074,7 на 100 тыс. соответствующего населения). Дополнительные случаи заболеваемости, обусловленные повышенным уровнем различных химических соединений в питьевой воде, в 2017 г. вероятностно составили 1404,6 на 100 тыс. всего населения (1,79 % от всей первичной заболеваемости), а среди детского населения – 2233,9 на 100 тыс. соответствующего населения. Заболеваемость болезнями системы кровообращения, ассоциированная с ненадлежащим качеством питьевой воды, составила 0,67 % от всех случаев заболеваемости кардиоваскулярной патологией (21,3 на 100 тыс. всего населения).

С помощью кластерного анализа проведена группировка субъектов Российской Федерации по уровню заболеваемости, смертности населения по классам «Болезни органов дыхания» и «Болезни системы кровообращения», загрязнения атмосферного воздуха и воды, которая позволила выделить пять кластеров сходных территорий (табл. 1).

Средние значения группирующих показателей кластеров представлены в табл. 2.

Таблица 1

Состав кластеров по уровню заболеваемости, смертности населения и загрязнениюатмосферного воздуха и питьевой воды в 2013–2017 гг.

№ кластера (его наполнение)	Состав кластера
1 (33 субъекта)	Брянская область, Калужская область, Курская область, Липецкая область, Московская область, Орловская область, Тверская область, г. Москва, Вологодская область, Калининградская область, Мурманская область, Псковская область, г. Санкт-Петербург, Волгоградская область, Кабардино-Балкарская Республика, Ставропольский край, Республика Татарстан, Пермский край, Кировская область, Нижегородская область, Оренбургская область, Ульяновская область, Свердловская область, Тюменская область, Челябинская область, Иркутская область, Новосибирская область, Республика Саха (Якутия), Камчатский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область, Республика Крым
2 (17 субъектов)	Владимирская область, Ивановская область, Костромская область, Ярославская область, Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская область, Ненецкий автономный округ, Ленинградская область, Новгородская область, Республика Калмыкия, Ростовская область, Республика Мордовия, Ямало-Ненецкий автономный округ, Самарская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Томская область
3 (11 субъектов)	Белгородская область, Воронежская область, Республика Адыгея, Краснодарский край, Астраханская область, Республика Ингушетия, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия – Алания, Чеченская Республика, Пензенская область, Саратовская область
4 (7 субъектов)	Республика Бурятия, Республика Тыва, Забайкальский край, Магаданская область, Сахалинская область, Еврейская автономная область, Чукотский автономный округ
5 (16 субъектов)	Рязанская область, Смоленская область, Тамбовская область, Тульская область, Республика Дагестан, Республика Башкортостан, Республика Марий Эл, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Курганская область, Республика Алтай, Республика Хакасия, Алтайский край, Красноярский край, Кемеровская область, Омская область

Таблица 2

Характеристика кластеров

Показатель	1-й кластер	2-й кластер	3-й кластер	4-й кластер	5-й кластер
Болезни органов дыхания (на 100 тыс. всего населения)	34884,38	42378,54	25234,32	34291,14	33835,09
Болезни системы кровообращения (на 100 тыс. всего населения)	2755,88	2746,61	4413,43	2319,19	3539,94
Стандартизованные коэффициенты смертности от болезней органов дыхания (на 100 тыс. всего населения)	40,72	40,34	31,05	76,08	63,64
Стандартизованные коэффициенты смертности от болезней системы кровообращения (на 100 тыс. всего населения)	562,31	517,17	489,56	687,74	475,70
Доля проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, %	0,92	0,60	1,59	5,06	1,25
Доля нестандартных проб воды по санитарно-химическим показателям, %	13,48	38,18	10,21	19,92	17,55

Первый кластер, включающий 33 субъекта Российской Федерации, характеризуется средними показателями заболеваемости и смертности по основным классам болезней, а также средним уровнем загрязнение атмосферного воздуха и питьевой воды (см. табл. 2). Установлено, что на территориях этого кластера количество заболеваний органов дыхания, ассоциированных с аэрогенными факторами среды обитания, вероятностно составило 849,1 случая на 100 тыс. населения, а среди детского населения – 2701,7 $^{o}/_{oooo}$. На дополнительное число ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха болезней системы кровообращения в этом кластере приходится около 2,37 % от всей первичной заболеваемости (65,4 на 100 тыс. населения). Отмечено, что только на территориях Курской области (37,4 на 100 тыс. детского населения) и Республики Крым (26,1 на 100 тыс. соответствующего населения) выявлены дополнительные случаи заболеваемости детей болезнями кардиоваскулярной системы, вероятностно связанными с загрязнением атмосферного воздуха селитебных территорий. Повышенный уровень различных химических веществ в питьевой воде формирует в субъектах Российской Федерации этого кластера в среднем 15,62 дополнительных случая заболеваемости сердечно-сосудистой патологией на 100 тыс. населения и 78,1 случая на 100 тыс. детского населения.

Во *втором кластере*, состоящем из 17 субъектов России, отмечается высокая распространенность болезней органов дыхания и средняя заболеваемость болезнями системы кровообращения, а также средние показатели смертности населения по двум классам болезней (см. табл. 2). Однако при благоприятном состоянии атмосферного воздуха на этих территориях установлен высокий уровень загрязнения воды. Выявлено, что низкий уровень загрязнение атмосферного воздуха в регионах этого кластера формирует дополнительные случаи болезней органов дыхания у населения на уровне 286,77 случая на 100 тыс. населения, у детского населения – 936,6 $^{o}/_{oooo}$. Для этого кластера характерны у всего населения высокие показатели дополнительной заболеваемости болезнями системы кровообращения (29,4 случая на 100 тыс. населения) и случаев смерти от болезней этого класса (17,1 случая на 100 тыс. населения), ассоциированные с ненадлежащим качеством питьевой воды по санитарно-химическим критериям. Заболеваемость детского населения кардиоваскулярной патологией, вероятностно связанная с качеством питьевой воды, формирует в среднем 202,4 случая на 100 тыс. соответствующего населения.

Третий кластер (11 субъектов Российской Федерации) отличается низкой распространенностью болезней органов дыхания у населения, высокой заболеваемостью населения кардиоваскулярной патологией и низкими показателями смертности по обоих классам болезней (табл. 2). Качество окружающей среды на территориях этого кластера характеризовалось средним уровнем загрязнения атмосферного воздуха при относительно благоприятном состоянии водных ресурсов. Установлено, что в этом кластере с негативным влиянием повышенных уровней атмосферных загрязнителей могут быть связаны 751,63 случая на 100 тыс. населения первичной заболеваемости болезнями органов дыхания и 2298,1 случая на 100 тыс. детей до 14 лет. В субъектах Российской Федерации этого кластера формируется наибольший уровень заболеваемости населения болезнями системы кровообращения, ассоциированных с аэрогенным химическим загрязнением, который вероятностно составил в среднем 121,2 случая на 100 тыс. населения. При этом дополнительная заболеваемость кардиоваскулярной патологией, связанная с ненадлежащим качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям, была самой низкой и находилась на уровне 11,6 $^{o}/_{oooo}$ у всего населения и 55,7 $^{o}/_{oooo}$ у детей до 14 лет.

Для семи субъектов Российской Федерации *четвертого кластера* характерны при средней заболеваемости болезнями органов дыхания и низкой распространенности сердечно-сосудистой патологии высокие показатели смертности в этих классах болезней (табл. 2). В регионах этого кластера отмечалось самое высокое загрязнение атмосферного воздуха и средний уровень загрязнения питьевой воды. Выявлено, что на территориях этого кластера загрязнение атмосферного воздуха формирует у населения в среднем 801,39 дополнительных случая болезней органов дыхания на 100 тыс. населения, у детей до 14 лет – 1992,5 случая на 100 тыс. соответствующего населения. Следует подчеркнуть, что показатели стандартизованной смертности всего населения от болезней органов дыхания, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, составили 3,4 случая на 100 тыс. населения и были наиболее высокими среди показателей других кластеров. Дополнительная заболеваемость у населения болезнями системы кровообращения, связанная с неудовлетворительным качеством питьевой воды, в среднем находилась на уровне 20,22 $^{o}/_{oooo}$, у детского населения составила 122,31 случая на 100 тыс. детей.

В *пятом кластере*, состоящем из 16 субъектов Российской Федерации, отмечаются показатели заболеваемости болезнями органов дыхания и системы кровообращения выше среднего при повышенном уровне смертности от кардиоваскулярных заболеваний и низких показателях смертности от респираторной патологии (табл. 2). Состояние окружающей среды на территориях этого кластера имело средний уровень загрязнения. Установлено, что в регионах пятого кластера количество заболеваний органов дыхания, ассоциированных с аэрогенными факторами среды обитания, было высоким (1041,1 случая на 100 тыс. всего населения и 3356,7 случая на 100 тыс. детского населения). Дополнительное число болезней системы кровообращения, вероятностно связанных с загрязнением атмосферного воздуха, составляет 90,45 $^{o}/_{oooo}$. Ненадлежащее качество питьевой воды по санитарно-химическим показателям в субъектах Российской Федерации этого кластера формирует в среднем 25,91 дополнительных случая заболеваемости сердечно-сосудистой патологией на 100 тыс. населения и 117,45 случая на 100 тыс. детского населения. Уровень стандартизованной смертности всего населения от болезней системы кровообращения, вероятностно связанных с загрязнением питьевой воды, составил 6,38 случая на 100 тыс. населения.

Выводы. Таким образом, на территориях с различным уровнем санитарно-гигиенического состояния окружающей среды в 2013–2017 гг. отмечалась стабилизация показателей заболеваемости населения Российской Федерации. Установлено, что в 98,4 % случаев первичная заболеваемость болезнями системы кровообращения представлена заболеваемостью взрослого населения. За пятилетний период выявлен рост на 10,2 % впервые установленной кардиоваскулярной патологии. Первичные болезни органов дыхания в 2/3 случаев были связаны с заболеваемостью детей до 14 лет. Проведенный кластерный анализ уровня заболеваемости, смертности по основным классам болезней и состоянию окружающей среды позволил сгруппировать территории Российской Федерации в 5 кластеров. Отмечено, что для первого кластера характерен среднероссийский уровень ассоциированной заболеваемости по основным классам болезней населения, при этом дополнительная заболеваемость детского населения болезнями органов дыхания и системы кровообращения, вероятностно ассоциированная с негативными факторами окружающей среды, была выше до 1,3 раза. Во втором кластере у всего населения и среди детей

до 14 лет регистрировался высокий показатель заболеваемости системы кровообращения, ассоциированной с ненадлежащим качеством питьевой воды по санитарно-химическим критериям. Особенностями третьего кластера являлся наибольший уровень болезней системы кровообращения всего населения, вероятностно связанной с техногенным аэрогенным загрязнением. На территориях четвертого кластера отмечены наиболее высокие показатели стандартизованной смертности всего населения от болезней органов дыхания, связанных с загрязнением атмосферного воздуха. Пятый кластер отличался наибольшим количеством дополнительных случаев заболеваний органов дыхания населения, связанных с аэрогенными факторами среды обитания.

Список литературы

1. Заболеваемость населения России в 2013 году: статистические материалы. Часть 1–6. – М.: Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2014. – 172 с.

2. Заболеваемость населения России в 2014 году: статистические материалы. Часть 1–6. – М.: ЦНИИОИЗ, 2015. – 180 с.

3. Заболеваемость населения России в 2015 году: статистический сборник. Часть 1–6. – М.: ЦНИИОИЗ, 2016. – 193 с.

4. Заболеваемость населения России в 2016 году: статистический сборник. Часть 1–6. – М.: ЦНИИОИЗ, 2017. – 186 с.

5. Заболеваемость населения России в 2017 году. Статистический сборник. Часть 1–6. – М.: ЦНИИОИЗ, 2018. – 165 с.

6. Клейн С.В., Вековшинина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 10–14.

7. Петров С.Б., Петров Б.А. Оценка комплексного влияния аэротехногенных загрязнителей городской среды на заболеваемость населения // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 5. – С. 100–104.

8. Вклад отдельных возрастных групп населения в формирование общей заболеваемости по данным обращаемости в Федеральных округах Российской Федерации / А.А. Савина, С.А. Леонов, И.М. Сон [и др.] // Социальные аспекты здоровья населения. – 2018. – № 7. – С. 1–13.

9. Ушкарева О.А. Заболеваемость населения болезнями разных классов и ее прогнозирование на территории прохождения железнодорожной магистрали в Республике Саха (Якутия) // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2015. – № 6 (85). – С. 60–63.

10. Хотько Н.И., Дмитриев А.П. Санитарное состояние атмосферного воздуха и здоровье населения // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. – 2012. – № 2 (22) – С. 125–134.

11. Оценка риска здоровью населения города Уфы, обусловленного атмосферными загрязнениями / Г.А. Чуенкова, А.О. Карелин, Р.А. Аскарова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 24–29.

Динамика общей заболеваемости населения Российской Федерации гриппом и пневмонией за 2010–2018 гг. с учетом федеральных округов

А.Ю. Терешкова, Г.М. Пивоварова

ФГБОУ ВО «Северо-западный государственный университет им. И.И. Мечникова» Минздрава РФ,
г. Санкт-Петербург, Россия

Объектом исследования стала общая заболеваемость населения России гриппом и пневмонией за 2010–2018 гг. Изучены уровни и динамика общей заболеваемости гриппом и пневмонией среди населения Российской Федерации. Определить субъекты риска по общей заболеваемости гриппом и пневмонией среди населения Российской Федерации в 2018 г.

В исследовании были использованы санитарно-статистические и аналитические методы анализа данных Федеральной службы государственной статистики Министерства здравоохранения Российской Федерации, программы Microsoft Word, Microsoft Excel.

Исследование показало, что уровень общей заболеваемости гриппом среди населения России за 2010–2018 гг. снизился на 74,7 %, чему способствовало увеличение охвата населения прививками от гриппа: к эпидемическому сезону 2018–2019 гг. привито около 70,9 млн человек, что составляет 49 % населения России. Уровень общей заболеваемости населения России пневмонией за 2010–2018 гг. увеличился на 3 %. Иммунизация против пневмококковой инфекции проводится в России с 2013 г., в связи с чем в период 2013–2015 гг. отмечалось снижение уровня общей заболеваемости пневмонией. В 2018 г. охват иммунизацией против пневмококковой инфекции в 20,8 раза выше, чем в 2013 г. Однако, несмотря на это, с 2015 г. уровень общей заболеваемости пневмонией в России увеличивается, в 2018 г. он составил 514,6 на 100 тыс. населения.

Субъектами риска по общей заболеваемости гриппом среди населения Российской Федерации в 2018 г. является население Республики Карелия, Республики Мордовия, Ханты-Мансийского автономного округа, Калужской области, Карачаево-Черкесской Республики. Субъектами риска по общей заболеваемости пневмонией среди населения Российской Федерации в 2018 г. является население Кировской области, Чукотского автономного округа, Ненецкого автономного округа, Архангельской области, Архангельской области без Ненецкого автономного округа.

Ключевые слова: общая заболеваемость, уровни и динамика заболеваемости, грипп, пневмония, Российская Федерация.

Уровень общей заболеваемости гриппом в Российской Федерации в 2018 г. составил 16,7 на 100 тыс. населения. Анализ динамики общей заболеваемости населения России гриппом показал, что по сравнению с 2010 г. данный показатель снизился на 74,7 %. Уровень общей заболеваемости гриппом среди населения России за 2010–2018 гг. изменялся неравномерно: наибольший уровень показателя отмечен в 2011 г. – 216,2 на 100 тыс. населения (рис. 1) [5].

При распределении общей заболеваемости гриппом среди населения федеральных округов Российской Федерации в 2018 г. установлено, что первое место занимает население Приволжского федерального округа – 26,2 %, на втором месте –

население Центрального федерального округа – 19,9 %, на третьем месте – население Северо-Западного федерального округа – 15,6 % (рис. 2).

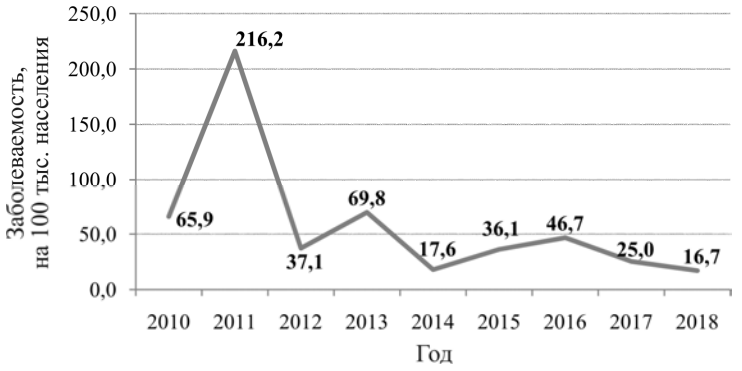


Рис. 1. Динамика общей заболеваемости гриппом среди населения Российской Федерации за 2010–2018 гг., на 100 тыс. населения

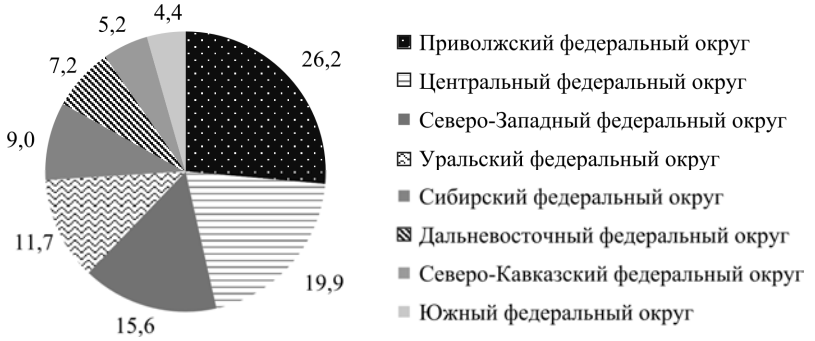


Рис. 2. Структура общей заболеваемости гриппом населения Российской Федерации в 2018 г. с учетом федеральных округов, %

В 2018 г. уровень общей заболеваемости гриппом выше, чем среди населения Российской Федерации, в Северо-Западном (27,3 на 100 тыс.), Уральском (23,3 на 100 тыс.), Приволжском (21,8 на 100 тыс.), Дальневосточном (21,5 на 100 тыс.) федеральных округах.

В Северо-Западном федеральном округе за 2010–2018 гг. уровень общей заболеваемости гриппом снизился на 76,7 % (рис. 3). В 2018 г. в Северо-Западном федеральном округе данный показатель составил 27,3 на 100 тыс. населения.

Субъектами риска по заболеваемости гриппом среди населения Северо-Западного федерального округа в 2018 г. является население Республики Карелия (189,4 на 100 тыс.), Архангельской области без Ненецкого автономного округа (52,5 на 100 тыс.), Архангельской области (51,8 на 100 тыс.), Ненецкого автономного округа (34,2 на 100 тыс.), Мурманской области (32,4 на 100 тыс.)

Уровень общей заболеваемости гриппом среди населения Уральского федерального округа за 2010–2018 гг. снизился на 49,1 % (рис. 4). Данный показатель в 2018 г. в Уральском федеральном округе составил 23,3 на 100 тыс. населения.

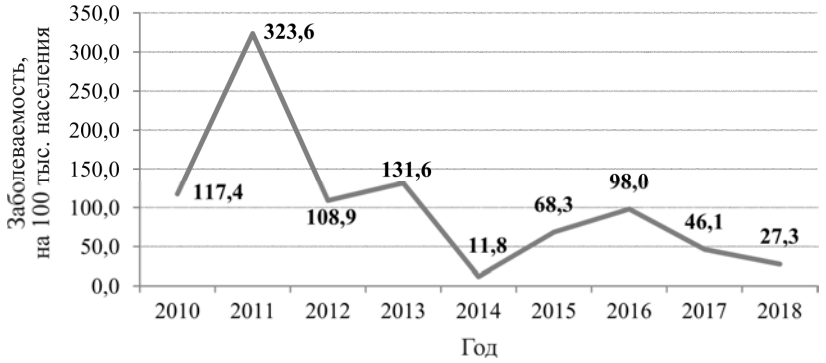


Рис. 3. Динамика общей заболеваемости гриппом среди населения Северо-Западного федерального округа за 2010–2018 гг., на 100 тыс. населения

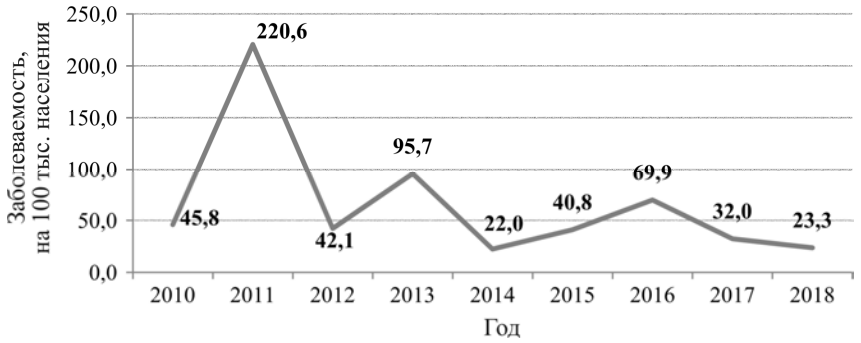


Рис. 4. Динамика общей заболеваемости гриппом среди населения Уральского федерального округа за 2010–2018 гг., на 100 тыс. населения

Субъектами риска по заболеваемости гриппом в 2018 г. среди населения Уральского федерального округа является население Ханты-Мансийского автономного округа (89,5 на 100 тыс.), Ямало-Ненецкого автономного округа (63,1 на 100 тыс.), Тюменской области (51,0 на 100 тыс.)

Анализ динамики общей заболеваемости гриппом среди населения Приволжского федерального округа за 2010–2018 гг. выявил, что данный показатель снизился на 55 % (рис. 5). В 2018 г. уровень общей заболеваемости гриппом среди населения Приволжского федерального округа составил 21,8 на 100 тыс. населения.

Субъектами риска по заболеваемости гриппом среди населения Приволжского федерального округа в 2018 г. является население Республики Мордовия (94,5 на 100 тыс.), Нижегородской (52,3 на 100 тыс.), Пензенской (42,4 на 100 тыс.) областей, Удмуртской Республики (38,5 на 100 тыс.), Кировской области (27,0 на 100 тыс.)

Уровень общей заболеваемости гриппом среди населения Дальневосточного федерального округа за 2010–2018 гг. снизился на 31,5 % (рис. 6). Данный показатель в 2018 г. в Дальневосточном федеральном округе составил 21,5 на 100 тыс. населения.

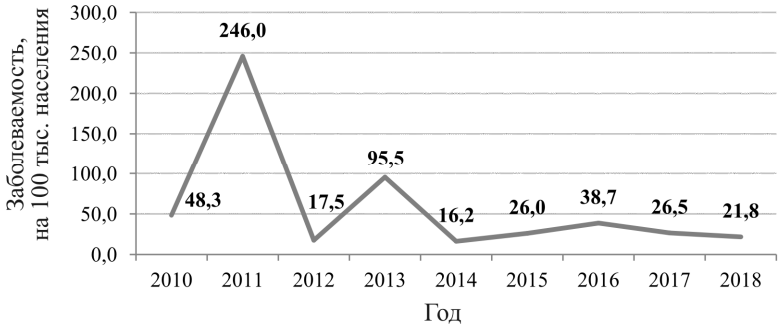


Рис. 5. Динамика общей заболеваемости гриппом среди населения Приволжского федерального округа за 2010–2018 гг., на 100 тыс. населения

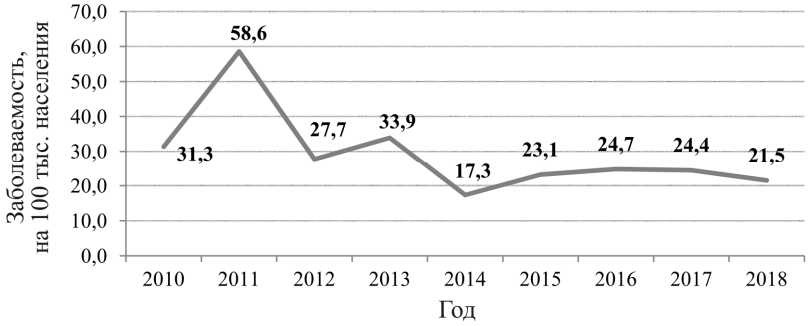


Рис. 6. Динамика общей заболеваемости гриппом среди населения Дальневосточного федерального округа за 2010–2018 гг., на 100 тыс. населения

Субъектами риска по заболеваемости гриппом в 2018 г. среди населения Дальневосточного федерального округа является население Камчатского края (58,4 на 100 тыс.), Магаданской области (53,3 на 100 тыс.), Забайкальского края (42,7 на 100 тыс.), Еврейской автономной области (37,3 на 100 тыс.), Приморского края (28,4 на 100 тыс.)

Субъектами риска по общей заболеваемости гриппом среди населения Российской Федерации в 2018 г. является население Республики Карелия (189,4 на 100 тыс.), Республики Мордовия (94,5 на 100 тыс.), Ханты-Мансийского автономного округа (89,5 на 100 тыс.), Калужской области (73,6 на 100 тыс.), Карачаево-Черкесской Республики (72,3 на 100 тыс.) (рис. 7).

В последние годы благодаря организации целенаправленной прививочной кампании и комплексным усилиям по информированию населения существенно увеличен охват населения профилактическими прививками против гриппа. В ходе подготовки к 2015–2016 гг. было привито 44,9 млн человек, что составляет 31,3 % общей численности населения страны. Перед эпидемическим сезоном 2016–2017 гг. против гриппа привито более 55,9 млн человек, что составило 38,2 % от численности населения страны. Иммунизировано более 15 млн детей – 54,2 % от численности детского населения до 17 лет включительно [1]. В преддверии эпидемического се-

зона 2018–2019 гг. против гриппа привито около 70,9 млн человек, что составило 49 % от численности населения страны, в том числе 17,88 млн детей (около 61 % от численности детского населения) [2, 4].

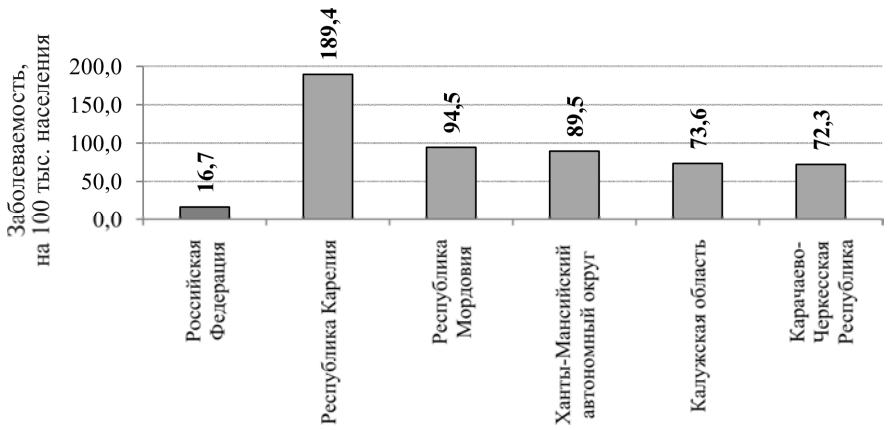


Рис. 7. Субъекты риска по заболеваемости гриппом среди населения Российской Федерации в 2018 г., на 100 тыс. населения

Регламентированный уровень охвата прививками против гриппа (более 45 %) в 2018 г. не достигнут в 25 субъектах страны. Наиболее низкие охваты иммунизацией в Новгородской области (40,1 % от численности населения), Республике Карелия (40,5 %), Мурманской области (41,1 %), Ивановской области (41,4 %), Республике Крым (41,4 %), Республике Марий Эл (41,9 %). Достигнуты охваты прививками выше 50 % в Москве (60,7 %), Калужской области (55,9 %), Республике Тыва (54,8 %), Свердловской области (54,5 %), Краснодарском крае (53,6 %), Пензенской (53,2 %), Тамбовской (53,2 %), Новосибирской (52,0 %), Ульяновской (51,9 %) областях, Чукотском автономном округе (51,5 %), Санкт-Петербурге (50,6 %) [4].

Уровень общей заболеваемости пневмонией в Российской Федерации в 2018 г. составил 514,6 на 100 тыс. населения. Анализ динамики общей заболеваемости населения России пневмонией показал, что по сравнению с 2010 г. данный показатель увеличился на 3 % (рис. 8).

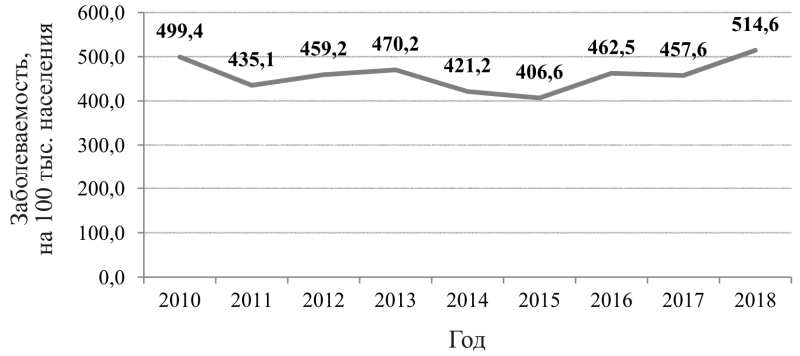


Рис. 8. Динамика общей заболеваемости пневмонией среди населения Российской Федерации за 2010–2018 гг., на 100 тыс. населения

При распределении общей заболеваемости пневмонией среди населения Российской Федерации в 2018 г. установлено, что первое место занимает население Приволжского федерального округа – 22,6 %, на втором месте – население Центрального федерального округа – 22,4 %, на третьем месте – население Сибирского федерального округа – 12,7 % (рис. 9).

Рис. 9. Структура общей заболеваемости пневмонией среди населения Российской Федерации в 2018 г. с учетом федеральных округов, %

В 2018 г. наибольшие уровни общей заболеваемости пневмонией среди населения Российской Федерации зафиксированы в Дальневосточном (647,7 на 100 тыс.), Приволжском (579,7 на 100 тыс.), Уральском (567,9 на 100 тыс.) федеральных округах.

Уровень общей заболеваемости пневмонией среди населения Дальневосточного федерального округа за 2010–2018 гг. увеличился на 11,3 % (рис. 10). Данный показатель в 2018 г. в Дальневосточном федеральном округе составил 647,7 на 100 тыс. населения.

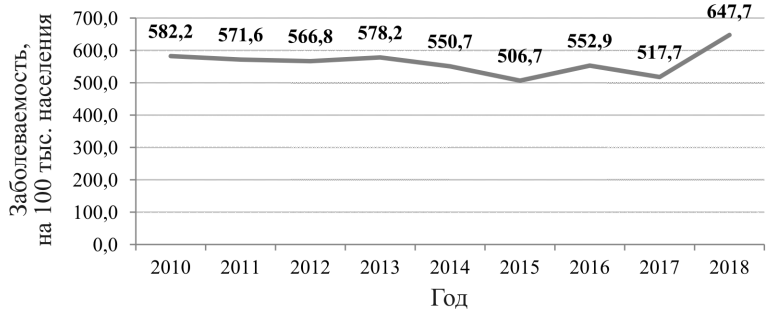


Рис. 10. Динамика общей заболеваемости пневмонией среди населения Дальневосточного федерального округа за 2010–2018 гг., на 100 тыс. населения

Субъектами риска по заболеваемости пневмонией в 2018 г. среди населения Дальневосточного федерального округа является население Чукотского автономного округа (1189,7 на 100 тыс.), Приморского края (884,6 на 100 тыс.), Хабаровского края (722,3 на 100 тыс.), Забайкальского края (647,8 на 100 тыс.)

В Приволжском федеральном округе за 2010–2018 гг. уровень общей заболеваемости пневмонией увеличился на 28,4 % (рис. 11). В 2018 г. в Приволжском федеральном округе данный показатель составил 579,7 на 100 тыс. населения.

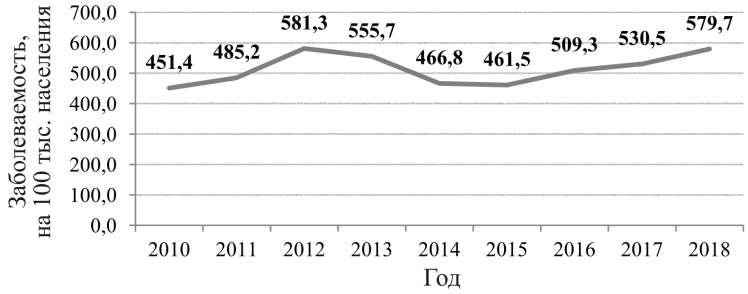


Рис. 11. Динамика общей заболеваемости пневмонией среди населения Приволжского федерального округа за 2010–2018 гг., на 100 тыс. населения

Субъектами риска по заболеваемости пневмонией среди населения Приволжского федерального округа в 2018 г. является население Кировской области (1204,4 на 100 тыс.), Удмуртской Республики (790,3 на 100 тыс.), Республики Марий Эл (705,4 на 100 тыс.), Республики Башкортостан (669,0 на 100 тыс.), Ульяновской области (647,5 на 100 тыс.)

Анализ динамики общей заболеваемости пневмонией среди населения Уральского федерального округа за 2010–2018 гг. выявил, что данный показатель увеличился на 30,6 % (рис. 12). В 2018 г. уровень общей заболеваемости пневмонией среди населения Уральского федерального округа составил 567,9 на 100 тыс. населения.

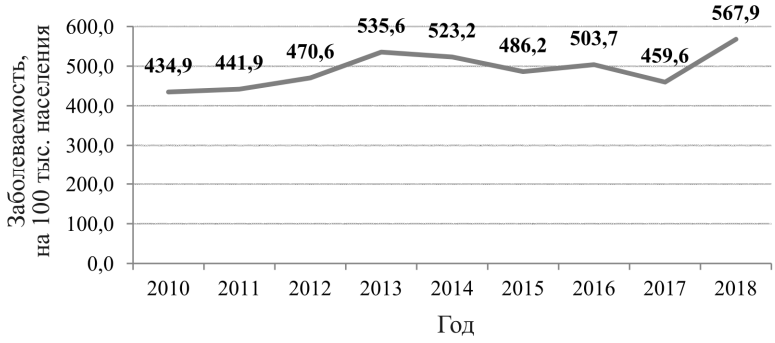


Рис. 12. Динамика общей заболеваемости пневмонией среди населения Уральского федерального округа за 2010–2018 гг., на 100 тыс. населения

Субъектами риска по заболеваемости пневмонией среди населения Уральского федерального округа в 2018 г. является население Челябинской области (649,0 на 100 тыс.), Ямало-Ненецкого автономного округа (630,3 на 100 тыс.), Свердловской области (579,2 на 100 тыс.)

Субъектами риска по общей заболеваемости пневмонией среди населения Российской Федерации в 2018 г. является население Кировской области (1204,4 на 100 тыс.), Чукотского автономного округа (1189,7 на 100 тыс.), Ненецкого автономного округа (1008,7 на 100 тыс.), Архангельской области (959,6 на 100 тыс.), Архангельской области без Ненецкого автономного округа (957,6 на 100 тыс.) (рис. 13).

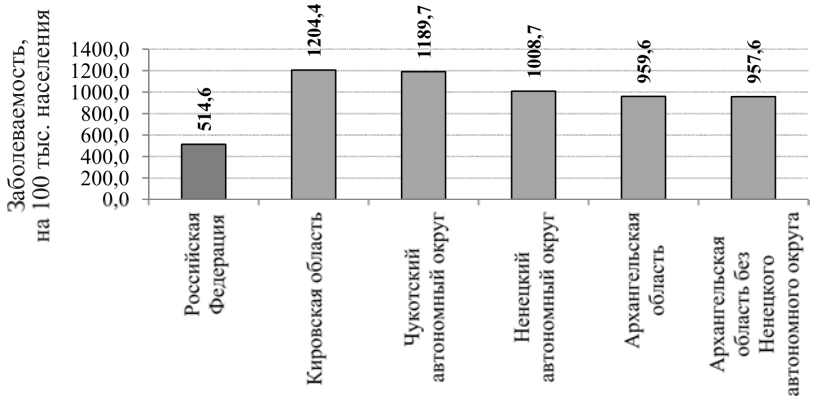


Рис. 13. Субъекты риска по общей заболеваемости пневмонией среди населения Российской Федерации в 2018 г., на 100 тыс. населения

В 2018 г. зарегистрировано 77 вспышек внебольничных пневмоний с количеством пострадавших 715 человек, наибольшее количество вспышек зарегистрировано в Ханты-Мансийском автономном округе (16 очагов групповой заболеваемости). Возбудителем вспышек внебольничных пневмоний в 79,2 % является *Mycoplasma pneumoniae* [4].

В рамках национального календаря профилактических прививок с 2013 г. в Российской Федерации проводится иммунизация против пневмококковой инфекции как среди детей, так и среди взрослого населения из групп риска. Вакцинация детей проводилась в рамках национального календаря профилактических прививок, а взрослого населения из групп риска – по эпидемическим показаниям. В 2016 г. вакцинация против пневмококковой инфекции проведена более 2,21 млн человек, включая 1,82 млн детей, что выше показателя 2015 г. на 19,6 %. Кроме того, получили ревакцинацию 1,03 млн детей, что превысило количество ревакцинированных за 2015 г. в 6,6 раза [1]. В 2018 г. против пневмококковой инфекции вакцинировано более 2,39 млн человек, что в 20,8 раза выше, чем в 2013 г. Ревакцинацию получили более 1,39 млн человек, из них детей – более 1,36 млн человек [4].

Превышение среднемноголетних показателей в январе – апреле 2018 г. (за 10 лет аналогичного периода, с исключением «выскакивающих» показателей) по внебольничным пневмониям составило 36,5 % (201,32 против 147,47 на 100 тыс. населения) [3].

Таким образом, уровень общей заболеваемости гриппом среди населения Российской Федерации за 2010–2018 гг. снизился на 74,7 % и в 2018 г. составил 16,7 на 100 тыс. населения. В 2018 г. данный показатель выше, чем среди населения

Российской Федерации, в Северо-Западном, Уральском, Приволжском, Дальневосточном федеральных округах.

Субъектами риска по общей заболеваемости гриппом среди населения Российской Федерации в 2018 г. является население Республики Карелия, Республики Мордовия, Ханты-Мансийского автономного округа, Калужской области, Карачаево-Черкесской Республики.

Уровень общей заболеваемости пневмонией в Российской Федерации в 2018 г. составил 514,6 на 100 тыс. населения. Анализ динамики общей заболеваемости населения России пневмонией показал, что по сравнению с 2010 г. данный показатель увеличился на 3 %. В 2018 г. наибольшие уровни общей заболеваемости пневмонией среди населения Российской Федерации зафиксированы в Дальневосточном, Приволжском, Уральском федеральных округах.

Субъектами риска по общей заболеваемости пневмонией среди населения Российской Федерации в 2018 г. является население Кировской области, Чукотского автономного округа, Ненецкого автономного округа, Архангельской области, Архангельской области без Ненецкого автономного округа.

Для дальнейшего снижения общей заболеваемости гриппом и пневмонией среди населения Российской Федерации, особенно в субъектах риска, исполнительной и законодательной власти, в том числе Роспотребнадзору, следует обратить внимание на первичную профилактику и, прежде всего, повысить охват иммунизацией населения России против гриппа и пневмококковой инфекции.

Список литературы

1. Биличенко Т.Н., Чучалин А.Г. Заболеваемость и смертность населения России от острых респираторных вирусных инфекций, пневмонии и вакцинопрофилактика // Терапевтический архив. – 2018. – № 1. – С. 22–26.

2. Государственный доклад № 13-1/10/1-577 от 31.05.2019 г. о реализации государственной политики в сфере охраны здоровья за 2018 год [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения Российской Федерации. – URL: https://www.rosminzdrav.ru/ministry/programms/sfere-ohrany-zdorovya-za-2018 (дата обращения: 25.03.2020).

3. Инфекционная заболеваемость в Российской Федерации за январь – апрель 2018 г. (по данным формы № 1 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях») [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/activities/statistical-materials/statictic_details.php? ELEMENT_ID = 10158 (дата обращения: 25.03.2020).

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

5. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru (дата обращения: 25.03.2020).

Сравнительная гигиеническая оценка учебного процесса школ с различной направленностью образовательных программ

Е.Н. Чепикова

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

Реформирование процесса обучения за счет внедрения новых специализированных программ, дефицит учебного времени приводят к росту числа нарушений гигиенических требований к организации процесса обучения в образовательных организациях.

Проведен сравнительный анализ соответствия режима образовательной деятельности в кадетской и средней общеобразовательной школе требованиям СанПиН 2.4.2.2821-10 с оценкой напряженности учебной деятельности обучающихся согласно ФР РОШУМЗ-16-2015.

По результатам гигиенической оценки напряженности образовательного процесса учебная деятельность обеих школ отнесена ко 2-му допустимому классу, однако в кадетской школе общий показатель напряженности в начальной школе имел тенденцию к повышению, и в четвертых классах на 12 % превышал значения общеобразовательной школы ($p < 0,05$). Внеурочная деятельность в начальных классах кадетской школы организована с нарушениями требований санитарного законодательства, занятия проводились ежедневно, а не в дни наименьшего количества уроков, в четвертом классе занятия сочетались с обязательными предметами. В кадетской школе на всех уровнях обучения учебная нагрузка в течение недели распределялась неравномерно, в общеобразовательной школе данный пункт не был учтен только в старших классах. В обеих школах выявлено отсутствие чередования различных по сложности предметов и распределение учебных предметов с учетом дневной динамики работоспособности. При анализе расписания звонков в общеобразовательной школе выявлены нарушения в продолжительности малых и больших перемен и перерывов между сменами. Таким образом, наиболее часто встречающимися нарушениями требований к режиму образовательной деятельности кадетской и средней общеобразовательной школы являлись: отсутствие чередования различных по сложности предметов в течение дня и недели, распределение учебных предметов дневной динамики работоспособности обучающихся, составление расписания уроков без учета недельной умственной работоспособности обучающихся и без учета шкалы трудности учебных предметов, несоответствия при организации перерыва между факультативными занятиями и последним обязательным уроком.

Ключевые слова: режим образовательной деятельности, напряженность учебной деятельности, кадетская школа, средняя общеобразовательная школа, гигиенические требования к организации процесса обучения.

Современный образовательный процесс обучения характеризуется увеличением учебной нагрузки, объема получаемой и перерабатываемой учащимися информации, введением новых технологий и форм обучения. Установлено, что из общего комплекса факторов внутришкольной среды наибольший вклад в изменчивость показателей здоровья обучающихся вносят такие показатели, как объем учебной нагрузки, продолжительность учебного дня и недели, организация перемен и учебного расписания [1]. Среди инновационных образовательных организаций особое место занимают кадетские школы и корпуса, копирующие организацию

обучения в суворовских училищах, возрождающие традиции специализированных средних образовательных организаций, в основном для мальчиков [3, 6]. В кадетских общеобразовательных организациях, кроме увеличения объема суммарной учебной нагрузки, отмечается повышение уровня двигательной активности за счет включения в расписание помимо обязательных уроков физической культуры дополнительно секционных занятий по отдельным видам спорта, занятий по военно-прикладной и строевой подготовке и ежедневной утренней зарядки. В сложившейся ситуации для снижения негативного влияния повышенных учебных нагрузок на детский организм необходимо рациональное составление расписания учебных занятий, что в последнее время отмечается крайне редко [2, 4, 7, 9].

Правильно организованное обучение способствует не только приобретению прочных знаний, но и благоприятному росту и развитию учащихся, укреплению их здоровья [5].

Цель исследования – выполнить гигиеническую оценку учебного процесса школ с различной направленностью образовательных программ.

Материалы и методы. Предметом исследования являлась организация образовательного процесса первых, четвертых, средних и старших классов муниципального автономного общеобразовательного учреждения «Кадетская школа» (КШ) и «Средняя общеобразовательная школа» (СОШ). Сравнительная гигиеническая оценка режима образовательной деятельности проводилась в соответствии с требованиями СанПиН 2.4.2.2821-10 [8]: анализировалось начало занятий, сменность обучения, организация перемен и перерывов, продолжительность уроков, чередование различных по сложности предметов в течение дня и недели, распределение нагрузки в течение учебной недели с учетом шкалы трудности предметов, объем дневной и недельной нагрузки, кратность и порядок организации физкультурно-оздоровительных занятий. В первых и четвертых классах дополнительно проанализированы максимальный недельный объем нагрузки внеурочной деятельности, организация факультативных занятий, продолжительность непрерывного использования в образовательной деятельности технических средств обучения (ТСО).

Напряженность учебной деятельности обучающихся в начальной школе изучалась в соответствии с федеральными рекомендациями «Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся» РОШУМЗ-16-2015 [10], учитывающими интеллектуальные, эмоциональные и сенсорные нагрузки во время урока, их монотонность и режим учебной деятельности на основании данных хронометража учебного времени, опроса педагогов и родителей.

Выполнена математическая и статистическая обработка результатов исследования путем расчета и сравнения среднеарифметических значений, определения частотных и структурных характеристик. Для оценки достоверности различий полученных данных использовался критерий Стьюдента. Различия полученных результатов являлись статистически значимыми при $p \leq 0{,}05$.

Результаты. Результаты анализа напряженности учебной деятельности образовательного процесса учащихся начальной школы показали, что значения показателя «Интеллектуальные нагрузки» в первых классах обеих школ составляли 1,9–2,0 балла, что соответствовало «допустимому» классу напряженности, однако в четвертых классах аналогичный показатель в СОШ достигал $2{,}7 \pm 0{,}1$ балла, что в 1,2 раза больше чем данный показатель в КШ, и соответствует напряженной учебной деятельности ($p < 0{,}05$) (табл. 1).

По таким показателям, как «Сенсорные нагрузки» и «Эмоциональные нагрузки», напряженность учебной деятельности в начальных классах КШ составила 1,2–1,5 балла и отнесена к оптимальному классу напряженности. В КШ показатель «Эмоциональные нагрузки» имел тенденцию к возрастанию и к четвертому классу составлял 1,4 ± 0,1 балла, что в 1,3 раза выше аналогичного показателя в СОШ (1,1 ± 0,1, $p < 0,05$) (табл. 1).

Показатель «Монотонность нагрузки» в первом классе КШ был достоверно ниже значения СОШ, где он соответствовал «напряженному» классу, (1,8 ± 0,1 против 2,7 ± 0,1 балла, $p < 0,05$). В четвертых классах значение «Монотонности нагрузки» в КШ, напротив в 1,2, раза превышало таковое в СОШ (2,1 ± 0,1 против 1,7 ± 0,1 балла, $p < 0,05$) (табл. 1).

Уровень «режима работы» в исследуемых школах не менялся от первого к четвертому году обучения, но его среднее значение у учащихся КШ стабильно в 1,5 раза превышало значение в СОШ (2,3 ± 0,1 против 1,5 ± 0,1 балла, $p < 0,05$) (табл. 1).

В начальных классах общий показатель напряженности учебного труда, оцененного согласно ФР РОШУМЗ-16-2015, в обеих школах имел допустимое значение (1,7–1,9 балла) и соответствовал второму классу напряженности. Общий показатель напряженности учебного труда у учащихся первых классов был близок по значению (1,7 ± 0,2 и 1,8 ± 0,2 балла, $p > 0,05$), в то время как в четвертом классе у учащихся КШ данный показатель равнялся 1,9 ± 0,2 балла и достоверно превышал значение учащихся СОШ (1,7 ± 0,2 балла, $p < 0,05$) (табл. 1).

Оценка организации образовательного процесса согласно требованиям СанПиН 2.4.2.2821-10 показала, что в начальных классах обеих школ занятия начинались не ранее 8 часов утра, что соответствовало п. 10.4 действующего СанПиН. Продолжительность уроков, установленная п. 10.9 СанПиН 2.4.2.2821-10, составляла 40 мин. Анализ расписания уроков средних и старших классов КШ и СОШ показал, что начало занятий и продолжительность уроков также отвечали требованиям п. 10.4 и 10.9 СанПиН 2.4.2.2821-10.

Таблица 1

Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности в первых и четвертых классах, балл

Показатель	КШ		СОШ		p^1	p^2
	1-й класс	4-й класс	1-й класс	4-й класс		
Интеллектуальные нагрузки	2,0 ± 0,1	2,3 ± 0,1	1,9 ± 0,1	2,7 ± 0,1	>0,05	<0,05
Сенсорные нагрузки	1,3 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1,4 ± 0,1	1,6 ± 0,1	>0,05	<0,05
Эмоциональные нагрузки	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,1 ± 0,1	>0,05	<0,05
Монотонность нагрузок	1,8 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,7 ± 0,1	1,7 ± 0,1	<0,05	<0,05
Режим работы	2,3 ± 0,1	2,3 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1,5 ± 0,1	<0,05	<0,05
Общий показатель напряженности учебного труда	1,7 ± 0,2	1,9 ± 0,2	1,8 ± 0,2	1,7 ± 0,2	>0,05	<0,05
Класс напряженности	2-й	2-й	2-й	2-й	–	–
Итоговая оценка	Допустимая	Допустимая	Допустимая	Допустимая	–	–

Примечание: p^1 – достоверность различий между показателями первых классов МАОУ КШ и МАОУ СОШ; p^2 – достоверность различий между показателями четвертых классов МАОУ КШ и МАОУ СОШ.

В КШ продолжительность перемен между уроками в начальных, средних и старших классах организована согласно нормативным документам. При оценке расписания звонков учащихся СОШ были выявлены нарушения: в начальных классах продолжительность малых перемен составляла 5 мин, что в 2 раза меньше регламентированной, а длительность большой перемены – 15 мин, что также противоречило пункту п. 10.12 СанПиН 2.4.2.2821-10. В КШ перерыв между факультативными занятиями и последним уроком в начальных классах не соответствовал п. 10.6 СанПиН 2.4.2.2821-10 и не превышал 45 мин, в СОШ перерыв составлял 1 ч 15 мин и удовлетворял требования санитарного законодательства.

В средних и старших классах СОШ минимальная продолжительность перемен между уроками составляла 5 мин, что также являлось нарушением п. 10.12 СанПиН. Большие перемены были продолжительностью до 20 мин в соответствии с требованиям СанПиН. Перерыв между сменами был менее 30 мин, что являлось нарушением п. 10.13 СанПиН 2.4.2.2821-10.

При анализе расписания в КШ для учащихся первых классов основные предметы (математика, русский язык, иностранный язык) проводились на втором уроке только в пятницу, в другие дни один из трудных предметов – русский язык – проводился 1-м уроком, что не удовлетворяло требованиям санитарного законодательства. В СОШ наиболее трудные предметы проводились ежедневно вторым уроком согласно п. 10.8 СанПиН 2.4.2.2821-10. В КШ основные предметы (математика, русский и иностранный язык, окружающий мир, информатика) чередовались с уроками музыки, изобразительного искусства, технологии и физической культуры, в СОШ данное требование соблюдалось не всегда.

В первых классах КШ учебная нагрузка в течение недели, рассчитанная по шкале трудности предметов, распределялась нерационально. Наивысший балл приходился на понедельник (24 балла), облегченными днями являлись вторник (21 балл) и среда (22 балла), что не соответствовало требованиям санитарного законодательства (п. 10.11 и приложение 3 СанПиН 2.4.2.2821-10). В СОШ наибольший объем учебной нагрузки приходился на вторник и среду (по 24 балла), облегченными днями были понедельник, четверг (21 балл) и пятница (20 баллов), что соответствовало требованиям действующего СанПиН.

В представленном расписании четвертых классов не всегда чередовались различные по сложности предметы (нарушение п. 10.8). В КШ нагрузка в течение недели, рассчитанная по шкале трудности предметов, распределялась с нарушением требований п. 10.7. и 10.11. СанПиН 2.4.2.2821-10. Понедельник и вторник являлись одними из нагруженных дней (27 баллов), облегченными днями были среда (21 балл), пятница (20 баллов) и суббота (9 баллов). В СОШ учебная нагрузка нарастала к середине недели и оставалась низкой в начале (понедельник) и в конце недели (пятница), облегченными днями являлись понедельник (21 балл) и четверг (20 баллов). Представленное расписание соответствовало требованиям санитарного законодательства.

Оценка внеурочной деятельности учащихся начальных классов КШ показала, что занятия проводились ежедневно, а не в дни наименьшего количества уроков, в четвертом классе занятия по внеурочной деятельности сочетались с обязательными предметами. В СОШ факультативные занятия проводились согласно п. 10.6 СанПиН 2.4.2.2821-10.

В первых классах КШ применение ТСО соответствовало гигиеническим нормам, в то время как для учащихся четвертых классов ТСО использованы в течение 18–20 мин, вместо 10–15 мин, регламентированных п. 10.18 СанПиН 2.4.2.2821-10.

В СОШ в первом классе ТСО использовались более 15 мин, в четвертом классе – в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями.

Анализ расписания средних классов КШ и СОШ показал, что основные предметы не всегда проводились 2–4-м уроком, что нарушает требование п. 10.8 СанПиН 2.4.2.2821-10. В КШ при анализе графика недельной нагрузки выявлено, что максимальная нагрузка приходилась на четверг (50 баллов) (несоответствие п. 10.7 и 10.11). В СОШ максимальная нагрузка приходилась на вторник (55 баллов), что отвечало требованиям п. 10.7 санитарного законодательства.

При оценке расписания учащихся старших классов КШ также выявлена неравномерность распределения учебной нагрузки. Наибольший объем учебной нагрузки приходился на четверг – 56 баллов (1-я подгруппа) и пятницу – 65 баллов (2-я подгруппа). В СОШ наивысший уровень нагрузки приходился на пятницу (56 баллов), а наименьший на вторник (31 балл), что не удовлетворяло требованиям п. 10.7.

Занятия физической культурой в обеих школах проводились три раза в неделю, учитывая п. 10.20 СанПиН 2.4.2.2821-10, однако в начальных классах КШ не всегда проводились в числе последних уроков (требование приложения 3 к СанПиН 2.4.2.2821-10). В средних классах КШ данное требование также не выполнялось. В СОШ занятия физической культурой в средних классах проходили с учетом требований санитарного законодательства. В старших классах КШ и СОШ после занятий физической культурой проходили письменные занятия, что не соответствовало требованиям приложения 3 к СанПиН 2.4.2.2821-10.

В целом учебная неделя учащихся начальных классов КШ была организована по пятидневной рабочей неделе в объеме 21 академического часа (обязательные предметы образовательного процесса) в первом классе и по шестидневной рабочей неделе в четвертом классе в объеме 25 часов. В СОШ занятия для начальных классов проводились по пятидневной рабочей неделе, объем аудиторной нагрузки в первом классе составлял 21 ч, а в четвертом классе – 23 ч, что соответствовало п. 10.5 СанПиН 2.4.2.2821-10. Суммарная недельная нагрузка у учеников КШ составила 110 баллов в первых классах, что совпадало с количеством баллов в СОШ. Суммарная недельная нагрузка, рассчитанная по шкале трудности предметов, в четвертых классах КШ значительно не отличалась от нагрузки в СОШ (131 и 123 балла соответственно). В результате совмещения предметов обязательного и дополнительного образования у учащихся начальной школы КШ суммарная недельная нагрузка до 1,5 раза превышала нагрузку учащихся СОШ (31 против 21 ч, $p < 0,05$).

Суммарная недельная нагрузка у учеников средних классов КШ и СОШ составила 32 ч и не превышала допустимого максимального объема аудиторной нагрузки. Суммарная недельная нагрузка у учеников КШ в средних классах незначительно превосходила суммарную недельную нагрузку в СОШ (216 и 211 баллов соответственно).

У учащихся старших классов КШ объем недельной нагрузки был выше рекомендованных 37 ч (п. 10.5) и составлял 39 и 38 академических часов, при этом в СОШ недельная нагрузка была на уровне 37 ч, что соответствовало требованиям СанПиН 2.4.2.2821-10. Суммарная недельная нагрузка в 1-й и 2-й подгруппе КШ (290 и 277 баллов соответственно) в среднем была идентична показателям СОШ (277 балла).

Объем аудиторной нагрузки в течение дня укладывался в допустимые нормы на всех уровнях школьного обучения соответственно п. 10.5 СанПиН 2.4.2.2821-10.

Выводы. Наиболее часто встречающимися нарушениями требований к режиму образовательной деятельности кадетской и средней общеобразовательной

школы являлись: отсутствие чередования различных по сложности предметов в течение дня и недели, распределение учебных предметов без учета дневной динамики работоспособности обучающихся, составление расписания уроков без учета недельной умственной работоспособности обучающихся и шкалы трудности учебных предметов, несоответствия при организации перерыва между факультативными занятиями и последним обязательным уроком.

В кадетской школе совмещение обязательных предметов с предметами военной подготовки приводит к увеличению образовательной нагрузки до 1,5 раза относительно показателя средней общеобразовательной школы.

При осуществлении контрольно-надзорной деятельности в общеобразовательных организациях необходимо уделять особое внимание выполнению требований десятого раздела СанПиН 2.4.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации обучения в общеобразовательных учреждениях».

Список литературы

1. Александрова И.Э. Оптимизация гигиенической оценки учебного расписания в школе // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 8 (269). – С. 24–27.

2. Ашвиц И.В., Петухова А.Е. Гигиенические аспекты обучения кадет // Социально-гигиенические и эпидемиологические проблемы сохранения и укрепления здоровья военнослужащих и населения: научные труды Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. – 2006. – Т. 16. – С. 276–277.

3. Вазлеев В.А. Содержание кадетского воспитания и образования // Молодой ученый. – 2018. – № 3. – С. 178–181.

4. Кабанец Л.В. Гигиеническая оценка физического здоровья учащихся кадетского корпуса и общеобразовательной школы // Региональные гигиенические проблемы сохранения здоровья населения: научные труды Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. – 2007. – Т. 19. – С. 295–298.

5. Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Ефимова Н.В. Гигиеническая оценка интенсификации учебной деятельности детей в современных условиях // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – № 1. – С. 4–11.

6. Кучма В.Р., Ямпольская Ю.А., Сухарева Л.М. Тенденции роста и развития Московских школьников старшего подросткового возраста на рубеже тысячелетий // Гигиена и санитария. – 2009. – № 2. – С. 18–20.

7. Потехина Н.Н., Нестеренко А.В. Кадетские классы общеобразовательных школ как резерв подготовленной призывной молодежи // Социально-гигиенические и эпидемиологические проблемы сохранения здоровья военнослужащих и населения: научные труды Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. – 2004. – Т. 11. – С. 151–153.

8. СанПиН 2.4.2.2821-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях [Электронный ресурс]. – КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902256369 (дата обращения: 10.04.2020).

9. Сухарев А.Г., Лукашова Ю.А. Хронометражно-табличный метод определения суточного расхода энергии детей и подростков // Вестник СПбГМА им. И.И. Мечникова. – 2009. – № 2 (31). – С. 38–43.

10. ФР РОШУМЗ-16-2015. Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся: федеральные рекомендации. – М., 2015. – 18 с.

Заболеваемость населения Ростовской области, связанная с дефицитом йода

А.В. Гончаров, В.В. Дешпит, А.П. Коновалов, Ю.А. Синельникова

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» Роспотребнадзора, г. Ростов-на-Дону, Россия

Представлен анализ заболеваемости населения, связанной с дефицитом йода, в период за 2014–2018 гг., а также мероприятия по ее профилактике.

Ключевые слова: заболеваемость, социально-гигиенический мониторинг, йоддефицитные заболевания, профилактика дефицита йода, патологические состояния.

Эндокринная система человека одной из первых реагирует на изменения окружающей среды и играет важную роль в адаптации к неблагоприятным воздействиям. Серьезной проблемой для большинства территорий страны являются заболевания щитовидной железы.

Йоддефицитные заболевания включают все патологические состояния, развивающиеся в организме при дефиците йода.

Развитие йоддефицитных заболеваний может быть предотвращено, тогда как нарушения, вызванные с нехваткой йода на этапе внутриутробного развития и в раннем детском возрасте, являются необратимыми и практически не поддаются лечению и реабилитации.

Дефицит йода, существующий на всей территории Российской Федерации, приводит к развитию таких йоддефицитных заболеваний, как умственная и физическая отсталость детей, кретинизм, невынашивание беременности, пороки развития, тяжелые заболевания щитовидной железы. В условиях йодного дефицита в сотни раз возрастает риск радиационно-индуцированных заболеваний щитовидной железы в случае ядерных катастроф и в более чем в три раза возрастает заболеваемость раком щитовидной железы у детей [1–3].

В России распространенность йоддефицитных заболеваний составляет 10–15 % среди городского населения и 13–35 % среди сельского, причем в структуре патологии щитовидной железы йоддефицитные заболевания составляют 65 % среди взрослых и 95 % среди детей.

В рамках социально-гигиенического мониторинга проведен анализ эндокринной патологии среди населения Ростовской области в разрезе административных территорий по данным медико-статистической отчетной формы лечебно-профилактических учреждений № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения».

По результатам анализа установлено, что в динамике за 5 лет наблюдается рост показателей заболеваемости, связанной с микронутриентной недостаточностью на 21,5 % (табл. 1).

В структуре заболеваемости, ведущие ранговые места занимают другие формы нетоксического зоба, тиреоидит, субклинический гипотиреоз, эндемический зоб, связанный с йодной недостаточностью.

Таблица 1

Динамика показателей заболеваемости, связанной с дефицитом йода и других микронутриентов (показатель на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, %
Всего по городам	251,04	354,45	311,71	341,74	307,60	22,5
Всего по районам	160,75	226,95	239,23	237,86	190,41	18,5 %
Всего по области	213,57	301,69	275,29	298,98	259,58	21,5

В динамике с 2014 г. первичная заболеваемость эндемическим зобом, связанная с йодной недостаточностью, в целом по области снизилась в 4,6 раза и составила 32,90 на 100 тыс. населения против 110,2 в 2018 г. (табл. 2).

Таблица 2

Динамика показателей заболеваемости эндемическим зобом (показатель на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	105,3	40,7	42,73	44,15	39,17	В –2,7
Всего по районам	110	28,4	31,4	25,19	23,88	В –4,6
Всего по области	110,2	35,6	38,1	36,35	32,90	В –4,6

Первичная заболеваемость гипотиреозом в области в сравнении с 2014 г. выросла в 1,8 раза и составила в 2018 г. 35,42 на 100 тыс. населения против 19,72 в 2014 г. (табл. 3).

Таблица 3

Динамика показателей заболеваемости гипотиреозом (показатель на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	23,72	31,1	26,3	37,28	45,39	В 1,9
Всего по районам	14,08	17,0	25,5	23,13	21,05	В 1,5
Всего по области	19,72	25,5	25,97	31,46	35,42	В 1,8

Анализ заболеваемости детского населения. В структуре первичной заболеваемости детского населения по итогам 2018 г. первое ранговое место занимают другие формы нетоксического зоба – 51,6 %, на втором месте – субклинический гипотиреоз – 26,52 %, на третьем месте – эндемический зоб, связанный с йодной недостаточностью – 25,23 %, на четвертом месте – тиреоидит – 13,52 %, на пятом месте – синдром врожденной йодной недостаточностью – 7,58 %, на шестом месте – тиреотоксикоз – 2,06 %

Первичная заболеваемость детей врожденной йодной недостаточностью в 2018 г. составила 13,01 на 100 тыс. детей, что превышает показатель 2014 г. в 1,8 раза (в 2014 г. – 7,26) (табл. 4).

Таблица 4

Показатели первичной заболеваемости детей врожденной йодной недостаточностью (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	8,84	10,0	2,43	7,55	11,12	В 1,3
Всего по районам	5,45	10,7	0,61	19,6	15,40	В 2,8
Всего по области	7,26	10,34	3,03	12,95	13,01	В 1,8

Показатель первичной заболеваемости эндемическим зобом среди детского населения Ростовской области в 2018 г. составил 43,31 на 100 тыс. детского населения, что в 2,1 раза ниже уровня 2014 г. (92,4 на 100 тыс. населения) (табл. 5).

Таблица 5

Показатели первичной заболеваемости детского населения эндемическим зобом (показатель на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	135,2	136,63	52,27	115,5	73,84	В –1,8
Всего по районам	46,3	17,1	6,52	14,95	4,09	В –11,3
Всего по области	92,4	81,6	54,24	70,4	43,31	В –2,1

Показатель первичной заболеваемости гипотиреозом у детей в 2018 г. вырос в 2 раза и составил 45,53 на 100 тыс. детского населения против 22,74 на 100 тыс. детского населения в 2014 г. (табл. 6).

Таблица 6

Показатели первичной заболеваемости детей гипотиреозом (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	39,48	28,3	30,7	30,48	74,63	В 1,9
Всего по районам	3,40	7,7	6,06	15,28	8,71	В 2,6
Всего по области	22,74	18,8	36,8	23,67	45,53	В 2,0

Первичная заболеваемость тиреотоксикозом детей в 2018 г. в сравнении с 2014 г. увеличилась в 1,1 раза. По городам области наблюдается рост показателя заболеваемости в 1,3 раза, по районам снижение в 2,0 раза (табл. 7).

Таблица 7

Показатели первичной заболеваемости детей тиреотоксикозом эндемическим зобом (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	4,42	2,57	1,37	5,66	5,56	В 1,3
Всего по районам	2,04	0,67	1,22	4,32	1,0	В 2,0
Всего по области	3,32	1,70	2,58	5,06	3,55	В 1,1

Первичная заболеваемость тиреоидитом у детей по области в сравнении с 2014 г. выросла в 2,5 раза, по районам – в 2,6, по городам – в 2,4 (табл. 8).

Таблица 8

Показатели первичной заболеваемости детей тиреоидитом эндемическим зобом (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	15,32	22,30	9,25	34,53	37,32	В 2,4
Всего по районам	2,04	6,70	5,00	6,64	5,36	В 2,6
Всего по области	9,16	15,12	14,25	22,03	23,21	В 2,5

Анализ заболеваемости подростков. В структуре первичной заболеваемости подростков по итогам 2018 г. первое ранговое место занимают другие формы нетоксического зоба – 38,6 %, второе – эндемический зоб – 27,51 %, третье – гипотиреоз – 23,06 %, четвертое – тиреоидит – 9,52 %, пятое – тиреотиксикоз – 0,74 %, шестое – синдром врожденной йодной недостаточности – 0,52 %.

Первичная заболеваемость эндемическим зобом в 2018 г. снизилась в 1,34 раза и составила 225,49 на 100 тыс. подростков, против 294,1 в 2014 г. По районам области наблюдается снижение в 8,6 раза, по городам рост на 3,9 % (табл. 9).

Таблица 9

Показатели первичной заболеваемости подростков эндемическим зобом (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018
Всего по городам	381,4	296,82	160,44	265,3	396,55	3,9 %
Всего по районам	195,3	134,91	28,53	56,19	22,74	В –8,6 раза
Всего по области	294,1	221,61	188,96	167,75	225,49	В –1,3 раза

Показатель первичной заболеваемости гипотиреозом среди подростков в 2018 г. вырос в 1,8 раза и составил 189,06 на 100 тыс. подросткового населения против 103,0 на 100 тыс. населения 2014 г. (табл. 10).

Таблица 10

Показатели первичной заболеваемости подростков гипотиреозом (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	185,76	54,28	27,63	180,13	279,82	В 1,5
Всего по районам	41,73	89,94	25,85	78,67	81,49	В 2,0
Всего по области	103,0	70,84	53,48	132,8	189,06	В 1,8

Первичная заболеваемость тиреотоксикозом у подростков в сравнении с 2014 г. снизилась в 2,7 раза и составила в 2018 г. 6,07 на 100 тыс. населения против 16,73 в 2014 г. (табл. 11).

Таблица 11

Показатели первичной заболеваемости подростков тиреотоксикозом (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	26,30	20,35	2,80	9,83	7,99	В –3,3
Всего по районам	5,69	7,82	12,48	7,49	3,79	В –1,5
Всего по области	16,73	14,53	15,16	8,74	6,07	В –2,7

В сравнении с 2014 г. первичная заболеваемость тиреоидитом среди подростков в целом по области выросла в 1,3 раза и составила в 2018 г. 78,23 на 100 тыс. подросткового населения против 61,64 на 100 тыс. подросткового населения (табл. 12).

Таблица 12

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	93,70	115,33	76,65	90,67	103,95	В + 1,1
Всего по районам	24,66	17,60	12,48	20,67	47,61	В + 1,9
Всего по области	61,64	69,93	89,13	84,10	78,23	В + 1,3

Анализ заболеваемости взрослого населения. В структуре первичной заболеваемости взрослых по итогам 2018 г. тиреоидит составляет – 40,06 %, другие формы нетоксического зоба – 33,03 %, гипотиреоз – 11,33 %, эндемический зоб, связанный с недостаточностью йода – 9,78 %, тиреотоксикоз – 5,73 %.

Показатель первичной заболеваемости эндемическим зобом, связанный с йодной недостаточностью, за период с 2014 г. имеет тенденцию к снижению.

Среднеобластной показатель снизился в 4,4 раза, по городам и районам заболеваемость снизилась в 4,3 раза (табл. 13).

Таблица 13

Показатели заболеваемости эндемическим зобом, связанным с йодной недостаточностью (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	93,3	17,28	16,40	24,76	21,89	– в 4,3 раза
Всего по районам	119,8	26,96	12,33	26,22	28,08	– в 4,3 раза
Всего по области	107,2	21,18	28,73	25,35	24,38	– в 4,4 раза

Первичная заболеваемость взрослых тиреоидитом в 2018 г. в сравнении с 2014 г. увеличилась по области в 1,3 раза (табл. 14).

Показатель первичной заболеваемости гипотиреозом взрослого населения в 2018 г. составил 28,25 на 100 тыс. населения, что в 1,8 раза выше уровня 2014 г. (табл. 15).

Показатель первичной заболеваемости тиреотоксикозом взрослого населения в 2018 г. составил 14,29 на 100 тыс. населения, что на 26,6 % больше уровня 2014 г. (11,29 на 100 тыс. населения) (табл. 16).

Таблица 14

Показатели первичной заболеваемости взрослого населения тиреоидитом (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, кол-во раз
Всего по городам	96,03	84,13	55,03	155,64	125,76	В 1,3 раза
Всего по районам	55,61	73,26	28,04	68,29	61,17	В 1,1 раза
Всего по области	79,68	79,74	83,06	120,47	99,81	В 1,3 раза

Таблица 15

Показатели первичной заболеваемости взрослого населения гипотиреозом (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018
Всего по городам	16,42	31,28	12,16	34,27	32,85	В 2 раза
Всего по районам	15,26	16,64	10,66	22,69	21,41	40,3 %
Всего по области	15,95	25,38	22,81	29,61	28,25	В 1,8 раза

Таблица 16

Показатели первичной заболеваемости взрослого населения тиреотоксикозом (на 100 тыс. населения)

Параметр	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста 2014/2018, %
Всего по городам	11,72	18,63	9,50	15,83	15,06	28,5 %
Всего по районам	10,67	10,31	5,89	20,17	13,13	23,1 %
Всего по области	11,29	15,27	15,39	17,57	14,29	26,6 %

Анализ свидетельствует, что в Ростовской области сохраняется актуальной проблема профилактики заболеваний, обусловленных дефицитом йода и других микронутриентов. Так, в результате изучения фактического питания населения Ростовской области в суточном рационе отмечается однообразие потребляемых пищевых продуктов; рацион не сбалансирован по микро- и макронутриентному составу; не корректируется большинством мужчин и женщин потреблением биологически активных добавок к пище (88 % мужчин и 83 % женщин), витаминных препаратов (84 и 74 % соответственно), обогащенных продуктов (86 и 76 %), йодированной соли (69 и 61 %); режим питания населения Ростовской области не соответствует физиологически обоснованным рекомендациям.

На основании данных научной литературы при сложившейся структуре фактического питания населения Ростовской области и сохранении установленных исследованием негативных тенденций в питании, связанных с наличием отклонений от рекомендованных нормативов потребления пищевых веществ в будущем, с определенной вероятностью возможно увеличение уровня алиментарно-зависимой заболеваемости среди населения.

Выводы. С целью профилактики заболеваний эндокринной системы и болезней щитовидной железы, обеспечения энергетической и качественной потребностей и сбалансированности пищевого рациона необходимо:

– изменение продуктового набора за счет традиционных пищевых продуктов в сторону его расширения (использовать в питании ежедневно не менее 20–30 различных продуктов из всех групп), с учетом уменьшения потребления продуктов, содержащих много белков и жиров, и увеличения продуктов, содержащих сложные углеводы;

– включение в рацион обогащенных нутриентами пищевых продуктов;

– использование для коррекции рациона биологически активных добавок к пище, витаминно-минеральных препаратов, обогащенных продуктов;

– для нормализации режима питания следует организовать правильное распределение энергетической ценности рациона по отдельным приемам (завтрак – 25 %, обед – 35–40 %, полдник – 10–15 %, ужин – 25 %) и изменить кратность приемов пищи (не менее 4 раз в день) и интервалы между ними (не более 3–4 часов);

– внедрить в питание организованных коллективов (детские дошкольные учреждения, общеобразовательные учреждения, детские дома, специальные (коррекционные) школы-интернаты, ЛПУ, социальные объекты и т.д.) пищевых продуктов, обогащенных витаминами, йодом и другими микронутриентами.

Список литературы

1. Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 25.10.2010 № 1873-р [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_106196 (дата обращения: 30.08.2019).

2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

3. Тутельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 284 с.

Динамика заболеваемости обучающихся в общеобразовательных организациях за период обучения в начальной школе

Д.Н. Лир[1,2], А.В. Казанбаева[2], В.А. Легостина[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ,
г. Пермь, Россия

Объект исследования – обучающиеся средних общеобразовательных организаций, состояние здоровье школьников.

Оценена динамика состояния здоровья детей в образовательных организациях за период обучения в начальной школе. Проанализированы официальные статистические данные

заболеваемости. Проведено ретроспективное исследование по изучению состояния здоровья детей до поступления в школу, после первого класса и после пятого класса обучения. В выборку включены обучающиеся двух городских СОШ, одинаковых по реализуемым образовательным программам и не имеющих за последние годы предписаний по причине нарушения санитарного законодательства.

По данным официальной статистики первое место в структуре заболеваемости пермских детей по результатам диспансерного наблюдения занимают болезни глаз и его придаточного аппарата (15 %). В ходе углубленного анализа состояния здоровья за период обучения в начальной школе установлено, что во все возрастные периоды ведущее место занимают болезни костно-мышечной системы (нарушения осанки, плоскостопие), на их долю приходится 50–51 % всех случаев заболеваний; при этом увеличивается распространенность функциональных отклонений (на 18 %). Растет распространенность нарушений функций и хронических заболеваний пищеварительной системы (в 3,4 раза) и болезней глаза и его придаточного аппарата (миопия, спазм аккомодации) (в 2,3–3 раза). Ввиду того, что к пятому классу формируются так называемые школьно-обусловленные заболевания, необходимо обратить внимание на реализацию в образовательных организациях здоровьесберегающих технологий с целью их оптимизации.

Ключевые слова: обучающиеся, школьники, патологическая пораженность, функциональные отклонения, хронические заболевания.

Здоровье подрастающего поколения является интегральным показателем социально-гигиенического, экологического и медико-профилактического благополучия, и поэтому его охрана и укрепление является приоритетным направлением развития любого общества [4]. Вместе с тем только треть детского населения нашей страны можно признать здоровыми [3, 8].

Систематическое обучение в образовательной организации определяет основную социальную функцию для детей и подростков и предъявляет высокие требования к возможностям детского организма. В течение учебного года на школьников действуют комплекс неблагоприятных причин, среди которых нерациональное питание, гиподинамия, дефицит сна и пребывания на свежем воздухе, а также собственно учебные нагрузки, их интенсификация, что расценивается сегодня как факторы риска для здоровья учащихся [1, 5, 7].

Цель исследования – провести оценку динамики состояния здоровья детей в образовательных организациях за период обучения в начальной школе.

Материалы и методы. Объектом исследования выбраны обучающиеся детского возраста средних общеобразовательных организаций (СОШ) одного из крупных промышленных городов (г. Пермь). Изучение состояния здоровья детей выполнено по статистическим отчетным данным за шесть лет (период с 2013 по 2018 г.); рассмотрены показатели заболеваемости по результатам диспансерного наблюдения. Для углубленного анализа проведено ретроспективное исследование с оценкой патологической пораженности до поступления в школу, после первого класса и после пятого класса обучения. Источником информации послужили результаты профилактических медицинских осмотров из медицинских карт ребенка, посещающего образовательную организацию (ф. 026/у-2000). В выборку включены обучающиеся двух городских средних общеобразовательных школы, одинаковых по реализуемым образовательным программам на первом уровне образования и не имеющих за последние годы предписаний по причине нарушения санитарного законодательства. Численность группы наблюдения составила 246 детей в возрасте 11–12 лет (57 % мальчиков и 43 % девочек). Комплексная оценка состояния здоровья каждого учащегося прове-

дена в соответствии с приказом МЗ РФ от 30.12.2003 № 621 «О комплексной оценке состояния здоровья детей» [6].

Для определения интенсивных и экстенсивных показателей заболеваемости полученные данные были внесены в программу Microsoft Excel 2010.

Результаты. В ходе анализа официальных статистических данных заболеваемости среди детей города, находящихся под диспансерным наблюдением за период 2013–2018 гг., выявлены позитивные тренды заболеваемости по большинству классов болезней (МКБ-10). Так, распространенность болезней органов пищеварения имеет наиболее благоприятную тенденцию – темп убыли 50,3 %; снижается распространенность болезней органов дыхания – 31,9 %; болезней органов кровообращения – 28,5 %; болезней крови и кроветворных органов – 23,0 %; болезней мочеполовой системы – 22,3 %; болезней кожи и подкожной клетчатки – 18,9 %; болезней костно-мышечной системы – 16,4 %. Заболеваемость болезнями нервной системы с 2013 г. снизилась на 9,4 %, при этом в последние два анализируемых года отмечена негативная тенденция. Обращают на себя внимание отрицательные изменения по классу болезней глаза и его придаточного аппарата – темп прироста 5,3 %.

Данные направления сформировали приоритетные классы болезней, структура которых в 2018 г. отличается от таковой в предшествующие годы. Первое ранговое место стали занимать болезни глаза и его придаточного аппарата (15 %); второе – болезни мочеполовой системы (14 %); третье – болезни органов пищеварения (13 %) и врожденные аномалии и пороки развития (13 %); четвертое – болезни органов дыхания (10 %); пятое – болезни крови и кроветворных органов (9 %).

Углубленный анализ состояния здоровья обучающихся двух отдельных СОШ города позволил выявить, что в структуре патологической пораженности ведущее место во все возрастные периоды занимают болезни костно-мышечной системы, перед школой на их долю приходится 51 %, среди пятиклассников – 50 %. По данным литературы этот класс болезней традиционно занимает ведущие ранговые места в структуре заболеваемости обучающихся [2]. Среди приоритетных заболеваний находятся также болезни глаза и его придаточного аппарата, доля которых увеличивается с 5 до 12 %; и болезни органов пищеварения, с возрастающей долей с 4 до 7 %.

Исследование темпов прироста распространенности функциональных отклонений и хронических заболеваний за период обучения в школе на данном этапе не позволило нам выявить четких тенденций (ни у мальчиков, ни у девочек) ввиду нелинейности изменений показателей заболеваемости с возрастом (таблица). Более того, выполненные ранее работы свидетельствуют, что за одиннадцатилетний период в 4–6-х классах (соответствует нашей выборке) наблюдается некоторое снижение распространенности патологической пораженности [9].

Оценка гендерных отличий показала, уровень как функциональных отклонений, так и хронических заболеваний на 10–25 % выше среди мальчиков (см. таблицу). Согласно литературным данным, среди мальчиков, кроме того, выше темпы прироста частоты хронических заболеваний [2].

Несмотря в целом на благоприятную тенденцию в изменении патологической пораженности, к особенностям периода обучения в начальной школе относится увеличение темпов прироста распространенности по некоторым классам болезней; выше они были отмечены как приоритетные группы заболеваний в общей структуре.

Распространенность функциональных отклонений и хронических заболеваний среди мальчиков и девочек в динамике обучения, ‰

Период обучения	Пол	Функциональные отклонения	Хронические заболевания
Перед школой	Всего	1421,1	821,9
	Мальчики	1428,6	900,0
	Девочки	1411,2	719,6
После первого класса	Всего	1182,2	761,1
	Мальчики	1242,9	828,6
	Девочки	1102,8	672,9
После пятого класса	Всего	1473,7	445,3
	Мальчики	1535,7	421,4
	Девочки	1392,5	476,6

Так, по классу болезней костно-мышечной системы чаще наблюдаются функциональные расстройства (нарушения осанки, уплощение стоп, врожденные деформации грудной клетки), частота которых увеличивается на 18 % (с 688,3 до 809,7 ‰). Примечательно, что распространенность хронических патологий снижается в 2,9 раза (с 457,5 до 153,8 ‰) за счет детей, у которых происходило замедленное, но правильное формирование свода стоп, и был снят диагноз плоскостопия.

Выявлена неблагоприятная тенденция к увеличению распространенности функциональных расстройств системы пищеварения в 3,4 раза (с 28,3 до 97,2 ‰). Причинами являются кариес, дискинезии, а также воспалительные процессы желудочно-кишечного тракта, которые развиваются на фоне нарушения принципов рационального (здорового) питания, в том числе режима питания.

В динамике обучения среди школьников стремительно растет распространенность нарушений зрения: частота функциональных расстройств (за счет миопии слабой степени) в пятых классах возрастает почти в 2,3 раза (с 93,1 до 210,5 ‰); частота хронических изменений со стороны зрительного анализатора (миопии средней и высокой степеней) увеличилась в 3 раза (с 8,1 до 24,3 ‰). В группе девочек распространенность миопии выше. Из литературы известно, что одним из основных факторов риска развития данных отклонений является длительная работа зрительного анализатора на фоне недостаточного освещения и напряженного образовательного процесса [10].

Таким образом, по данным официальной статистики первое место в структуре заболеваемости пермских детей по результатам диспансерного наблюдения занимают болезни глаза и его придаточного аппарата (15 %). В ходе углубленного анализа состояния здоровья за период обучения в начальной школе установлено, что во все возрастные периоды ведущее место занимают болезни костно-мышечной системы (нарушения осанки, плоскостопие), на их долю приходится 50–51 % всех случаев заболеваний; при этом увеличивается распространенность функциональных отклонений (на 18 %). Растет распространенность нарушений функций и хронических заболеваний пищеварительной системы (в 3,4 раза) и болезней глаза и его придаточного аппарата (миопия, спазм аккомодации) (в 2,3–3 раза). Ввиду того что к пятому классу формируются так называемые школьно-обусловленные заболевания, необходимо обратить внимание на реализацию в образовательных организациях здоровьесберегающих технологий с целью их оптимизации.

Список литературы

1. Гигиеническая оценка напряженности и интенсивности образовательного процесса школ с разными профилями обучения / М.Т. Зенина, И.Е. Штина, С.Л. Валина [и др.] // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь, 2018. – С. 344–348.

2. Динамика заболеваемости московских школьников в процессе получения основного общего образования / Л.М. Сухарева, Л.С. Намазова-Баранова, И.К. Рапопорт [и др.] // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2013. – № 3. – С. 18–24.

3. Итоги профилактических медицинских осмотров детского населения российской федерации в 2014 году / А.А. Баранов, Л.С. Намазова-Баранова, Р.Н. Терлецкая [и др.] // Педиатр. – 2017. – Т. 8, № 1. – С. 33–39. DOI: 10.17816/PED8133-39

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

5. Лир Д.Н., Перевалов А.Я. Анализ фактического питания проживающих в городе детей дошкольного и школьного возраста // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 3. – С. 69–77. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10031

6. О комплексной оценке состояния здоровья детей: Приказ № 621 от 30.12.2003 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=126812&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.3427875632588122#06094573184458805 (дата обращения: 05.04.2020).

7. Особенности режима дня и образа жизни современных старших школьников / Н.А. Скоблина, Н.А. Бокарева, А.А. Татаринчик [и др.] // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2018. – № 2. – С. 44–50.

8. Оценка состояния здоровья школьников г. Мурманска / А.А. Александров, И.В. Звездина, М.Б. Котова [и др.] // Педиатрия. – 2015. – Т. 94, № 6. – С. 170–175.

9. Популяционное здоровье детского населения, риски здоровью и санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся: проблемы, пути решения, технологии деятельности / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, И.К. Рапопорт [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 10. – С. 990–995.

10. Черникова Е.Ф., Потапова И.А. Особенности критериев гигиенического нормирования школьной световой среды как метода профилактики детской близорукости // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь, 2019. – С. 285–294.

Многолетняя динамика количества пострадавших от укусов иксодовых клещей и рисков заболевания клещевым вирусным энцефалитом на территориях Уральского федерального округа

В.А. Мищенко[1,2], И.А. Кшнясев[2], Л.Г. Вяткина[1], И.В. Вялых[1]

[1]Екатеринбургский научно-исследовательский институт вирусных инфекций – филиал ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии "Вектор"» Роспотребнадзора,
[2]ФГБУН «Институт экологии растений и животных» УрО РАН,
г. Екатеринбург, Россия

Клещевой вирусный энцефалит (КВЭ) остается актуальной инфекцией для лесной и таежной зон России. Статистическое моделирование может выявить скрытые периодичности в активности иксодовых клещей, а количественный прогноз может послужить заблаговременным предиктором заболеваемости населения КВЭ, что в свою очередь может быть использовано для своевременных противоэпидемических мероприятий.

Регионы Уральского федерального округа (УФО) относятся к высокоэндемичным по КВЭ территориям. Динамика заболеваемости населения КВЭ носит сложный циклический характер, зависимый от многих факторов. Представлен ретроспективный анализ многолетней динамики (2007–2019 гг.) риска заболевания КВЭ в ряде регионов УФО среди пострадавших от укусов клещей. Для получения количественных оценок влияния предикторов на заболеваемость КВЭ рассчитывали шансы заболеть у лиц, пострадавших от укусов клещей. Использовали стандартный аппарат теории обобщенных линейных моделей – логит-регрессию. Установлено, что для четырех регионов УФО характерна схожая динамика шансов заболевания КВЭ с чередующиеся подъемами и спадами, а также с наличием тренда к снижению с 2007 по 2019 г. В среднем за 13 лет шансы заболеть КВЭ статистически значимо различаются в исследуемых регионах УФО, что можно объяснить влиянием на заболеваемость КВЭ многих факторов риска и их сочетаний.

Ключевые слова: клещевой вирусный энцефалит, риск, логит-регрессия, отношение шансов, статистические модели, прогнозирование.

Клещевой вирусный энцефалит (КВЭ) – природно-очаговое заболевание, широко распространенное в лесной и лесостепной ландшафтных зонах Европы (охватывает 25 государств), а также в Центральной Азии (7 государств). Устойчивые природные очаги на территории России расположены на Дальнем Востоке, Сибири, Урале и европейской части страны [5].

Регионы Уральского федерального округа (УФО) относятся к высокоэндемичным по КВЭ территориям. Среди субъектов УФО наибольшие показатели заболеваемости отмечают в Курганской, Свердловской и Челябинской областях. Для Тюменской области, включая Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа, характерны меньшие уровни заболеваемости [4, 7].

Постоянно наблюдается биологическая изменчивость возбудителя клещевого энцефалита (КЭ), что приводит к вариации эпидемических, эпизоотических, клинических и вирусологических характеристик данной инфекции в неразрывной связи с природными и социально-экономическими условиями развития эпидемического процесса. Среди факторов, влияющих на заболеваемость КВЭ, выделяют антропогенную трансформацию природных ландшафтов, климатические изменения, расширение ареала и увеличение сроков сезонной активности клещей, изменение групп высокого риска заражения, преимущественно за счет городского населения. Важным социально-экономическим фактором, влияющим на развитие и тяжесть клинического течения заболевания, является вакцинация. Перечисленные особенности современной эпидемиологии КЭ имеют место во всех эндемичных регионах УФО [1, 6, 8].

Известно, что динамика заболеваемости населения КВЭ носит сложный циклический характер, зависимый от многих внешних факторов. В основе циклических колебаний лежат биологические механизмы, преимущественно связанные с изменением уровней численности клещей и основных хозяев-резервуаров, климатическими процессами, также может быть важна связь между уровнем популяционного иммунитета и циркуляцией вируса на определенной территории. Любые внезапные изменения окружающей среды (абиотические и биотические условия) могут привести к смещению циклической динамики и корректировке прогноза. Изучение данных механизмов невозможно без проведения глубокого анализа эпидемического процесса при КВЭ и является важнейшей задачей для надежного прогнозирования данной инфекции [13, 15].

Цель работы – ретроспективный анализ (и синтез адекватной статистической модели) зарегистрированного числа случаев укусов человека клещами, рисков заболевания КВЭ и прогнозирование в ряде регионов УФО (2007–2019 гг.).

Материалы и методы. Исходные данные (количество заболевших) по КВЭ в Свердловской, Челябинской, Тюменской (без автономных округов) и Курганской областях за 2007–2019 гг. (рис. 1, *а*) получены из формы федерального статистического наблюдения (ФФСН) № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» (раздел 1). За тот же период времени проанализированы данные из материалов государственных докладов Управлений Роспотребнадзора по субъектам РФ «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения»: об обращаемости населения за медицинской помощью в связи с укусами клещей (рис. 1, *б*).

С целью количественной оценки влияния факторов на заболеваемость КВЭ рассчитывали шансы заболеть у лиц, пострадавших от укусов клещей. Шансы – отношение числа заболевших (N_1) к числу пострадавших от укусов, за исключением заболевших (N_0).

Это позволило использовать стандартный аппарат теории обобщенных линейных моделей (GLM) [9] – логит-регрессию:

$$\mathrm{Ln}\,(N_1/N_0) = b_0 + \Sigma b_i X_i.$$

Оценивали эффекты следующих предикторов (X_i): регион (Свердловская, Челябинская, Тюменская, Курганская области), годы (2007–2019).

Отношения шансов (*OR*) и их доверительные интервалы (95 % ДИ) приведены после преобразования: $OR = \exp(b_i)$ или $OR = 1/\exp(b_i)$, где b_i – параметры логит-регрессии (логарифмы отношения шансов). Отношения шансов для редких событий (частота < 10 %) могут быть непосредственно интерпретированы как отношения рисков.

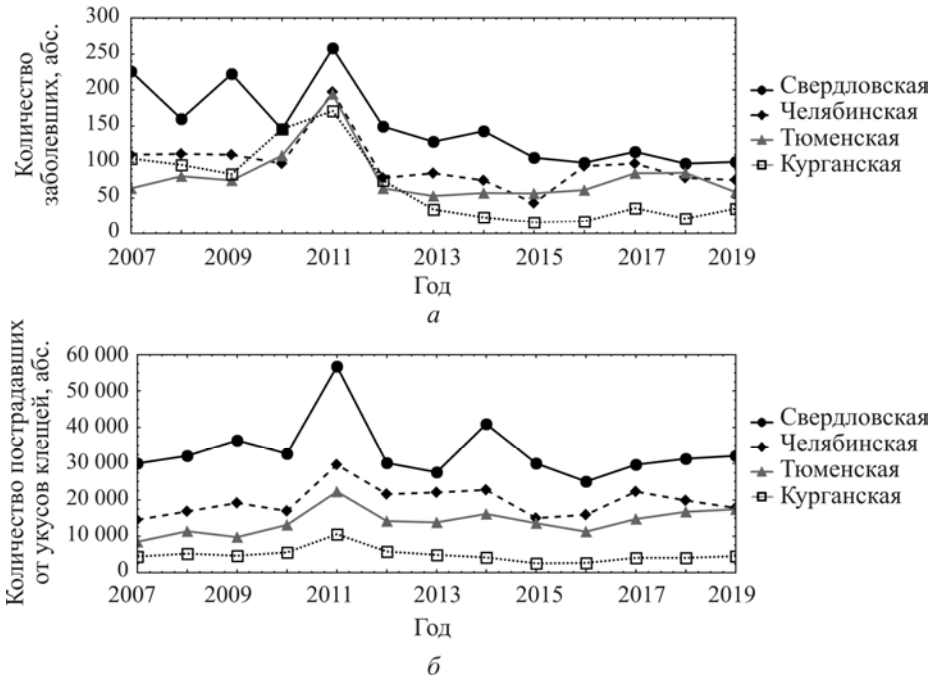


Рис. 1. Динамика количества заболевших КВЭ (*а*) и пострадавших от укусов клещей (*б*) в четырех субъектах УФО за период с 2007 по 2019 г. (абсолютные величины)

Для сравнения и ранжирования моделей логит-регрессии использовали *информационный критерий Акаике (Akaike information criterion – AIC),* определяющий оптимальность как компромисс между точностью и сложностью модели. Меньшей величине *AIC* соответствует и статистически более адекватная модель. Сравнение моделей выполнено на основе модификации исходного *AIC – состоятельного критерия Акаике (CAIC),* рассчитанного по формуле

$$CAIC = -2LL + k[1 + \ln(m)],$$

где LL – логарифм максимума функции правдоподобия, k – число параметров, m – число наблюдений. Данная модификация, в сравнении с *AIC*, назначает более жесткий «штраф» за дополнительные параметры [9].

«Вес» (относительное правдоподобие) каждой модели, рассчитанный по формуле

$$w_i = exp(-0{,}5\Delta CAIC_i) / \Sigma exp(-0{,}5\Delta CAIC_i),$$

использовали для ранжирования и сравнения конкурирующих моделей. Представленный «вес» интерпретировали как вероятность того, что *i*-я модель является лучшей, чем любая другая, при множестве прочих моделей-претендентов. Если «вес» отличается менее чем на 10 % от w_{max}, считали, что эти модели идентичны по качеству наилучшей [10].

Статистическая обработка результатов и их визуализация проведены с использованием пакета прикладных программ Statistica v. 10.0 (StatSoft, Ink) и статистической среды R (v. 3.4.4) [12].

Результаты. Динамика показателя отношения шансов (то есть шансов развития КВЭ у пострадавших от укусов клещей) оптимально ($w = 0{,}999$) описывается моделью с двумя категориальными предикторами: «Область» и «Год» (табл. 1, модель 1), что позволяет оценить как многолетние изменения, так и региональную специфику по ситуации с КВЭ. В модель включено 16 параметров: уровни фактора «Область» – Свердловская, Челябинская, Тюменская, уровни фактора «Год» – с 2008 по 2019 г. и свободный член (базовый уровень), с которым сравниваются остальные параметры (контрасты) – Курганская область в 2007 г.

Таблица 1

Отбор оптимальных (min *CAIC*) моделей логит-регрессии для описания динамики риска заболевания КВЭ

Модель №	Предиктор	*K*	*CAIC*	Δ_{CAIC}	w_i
	Заболевшие ($N_i = 1$), не заболевшие ($N_i = 0$) КВЭ; Ln (N_1/N_0) = $b_0 + \Sigma b_i X_i + \varepsilon$; логит-регрессия, $n = 934\,583$				
3	Область {К, С, Ч, Т} · Год {2007–2019} (взаимодействие факторов)	52	1091,83	379,22	$4{,}51 \cdot 10^{-83}$
1	Область + Год	16	712,61	0	0,999
2	Область	4	947,21	234,60	$1{,}14 \cdot 10^{-51}$
4	Год	13	1270,99	558,38	$5{,}61 \cdot 10^{-122}$
5	H_0 – нулевая гипотеза*	1	1536,48	823,87	$1{,}26 \cdot 10^{-179}$

Примечание: CAIC – состоятельный критерий Акаике; Δ_{CAIC} – разность *CAIC*; w_i – относительное правдоподобие («вес») *i*-й модели; *K* – число параметров; b_0 – свободный член (базовый уровень) – Курганская область (К), 2007 г.; С, Ч, Т – маркеры Свердловской, Челябинской и Тюменской областей соответственно; * – только один параметр – b_0; % мод. – номер (ранг) лучшей модели.

Статистическое моделирование с помощью множественной логит-регрессии позволило оценить влияние категориальных факторов. Выявлено статистически значимое изменение параметров, связанных как с многолетней динамикой, так и с регионами УФО.

Согласно табл. 2 и рис. 2 (правая часть рисунка) неблагоприятную ситуацию по КВЭ отмечали на начальном этапе наблюдений (всего 13 лет – с 2007 по 2019 г.). В 2008–2011 гг. шансы заболеть у пострадавших от укусов клещей в четырех регионах УФО снизились в 1,23–1,31 раза по сравнению с 2007 г. В 2012 г. зафиксировано снижение показателя отношения шансов с минимумом за 13 лет – в 2014 и 2015 гг. (шансы меньше в 2,42 и 2,36 раза, чем в 2007 г.). Следующий этап – увеличение шансов заболеть КВЭ в 2016 и 2017 г. (шансы меньше в 1,74 и 1,86 раза, чем в 2007 г.) и вновь – снижение в 2018 и 2019 г. до уровня 2014–2015 гг. (шансы меньше в 2,23 и 2,36 раза, чем в 2007 г.).

Выявленные динамические изменения показателя отношения шансов и, следовательно, заболеваемости КВЭ на эндемичных территориях носят циклический характер. Подъемы и спады, порождающие подобные колебания, зависят от биологических (численность клещей и их естественных прокормителей), погодно-климатических (температура, влажность и др.) и социальных факторов (медико-профилактические мероприятия, «лесной» фактор и др.), что согласуется с данными других исследователей [11].

Таблица 2

Многолетняя динамика шансов заболевания КВЭ на территориях УФО в 2007–2019 гг. («лучшая» модель логит-регрессии (см. табл. 1): LR (15) = 1045,09; $p < 0{,}0001$)

Параметр	b	SE (b)	Z-Вальда	p-значение	Отношение шансов		
					OR^{-1}	95 % ДИ	
b_0	– 3,85	0,05	– 70,72	< 0,0001	–	–	–
Свердловская	– 1,08	0,04	– 26,24	< 0,0001	2,96	2,73	3,21
Челябинская	– 0,97	0,04	– 21,66	< 0,0001	2,63	2,41	2,87
Тюменская	– 0,80	0,05	– 17,12	< 0,0001	2,22	2,03	2,43
2008	– 0,26	0,07	– 4,03	< 0,0001	1,30	1,14	1,48
2009	– 0,21	0,06	– 3,31	0,001	1,23	1,09	1,40
2010	– 0,20	0,06	– 3,21	0,001	1,23	1,08	1,39
2011	– 0,27	0,06	– 4,79	< 0,0001	1,31	1,17	1,47
2012	– 0,57	0,07	– 8,31	< 0,0001	1,78	1,55	2,03
2013	– 0,71	0,07	– 9,71	< 0,0001	2,04	1,77	2,36
2014	– 0,88	0,07	– 12,04	< 0,0001	2,42	2,10	2,80
2015	– 0,86	0,08	– 10,58	< 0,0001	2,36	2,01	2,77
2016	– 0,56	0,08	– 7,34	< 0,0001	1,74	1,50	2,02
2017	– 0,62	0,07	– 8,76	< 0,0001	1,86	1,62	2,14
2018	– 0,80	0,07	– 10,74	< 0,0001	2,23	1,93	2,58
2019	– 0,86	0,08	– 11,33	< 0,0001	2,36	2,04	2,75

Примечание: b_0 – свободный член: Курганская область, 2007 г.; OR – odds ratio – отношение шансов; LR (df) – тест отношения правдоподобий с количеством степеней свободы.

Кроме периодической компоненты временного ряда, возможно выделить и тренд – монотонное снижение шансов заболеть у пострадавших от укусов клещей с 2007 по 2013 г. (рис. 2). Скорее всего, данный тренд может быть обусловлен влиянием специфической и неспецифической профилактики и слабо зависит от биологических и погодно-климатических причин.

Показаны статистически значимые различия по шансам заболеть у пострадавших от укусов клещей среди четырех регионов УФО (табл. 2 и рис. 2, левая часть). Самая неблагоприятная ситуация сложилась в Курганской области, что, вероятно, связано с недостаточными мерами по вакцинации и серопрофилактике среди населения, а также с более частыми контактами населения лесостепных зон южных областей УФО с клещами. В соответствии с результатами логит-регрессии шансы заболеть КВЭ в трех областях УФО (Свердловской, Челябинской, Тюменской) ниже, чем в Курганской в 2,96, 2,63 в 2,22 раза соответственно. Таким образом, в среднем за 13 лет в Свердловской, Челябинской и Тюменской областях риск заболевания после укусов клещей был значительно ниже относительно Курганской области.

Эндемичные регионы УФО отличаются как по характеру заболеваемости, так и по риску заражения населения вирусом клещевого энцефалита. Региональные отличия, по данным различных исследований, обусловлены многими факторами, определяющими заболеваемость: динамика популяции клещей и их прокормителей, вирусофорность переносчиков, масштабы профилактических мероприятий, изменение климата, гелиогеофизических условий и другие [2, 3].

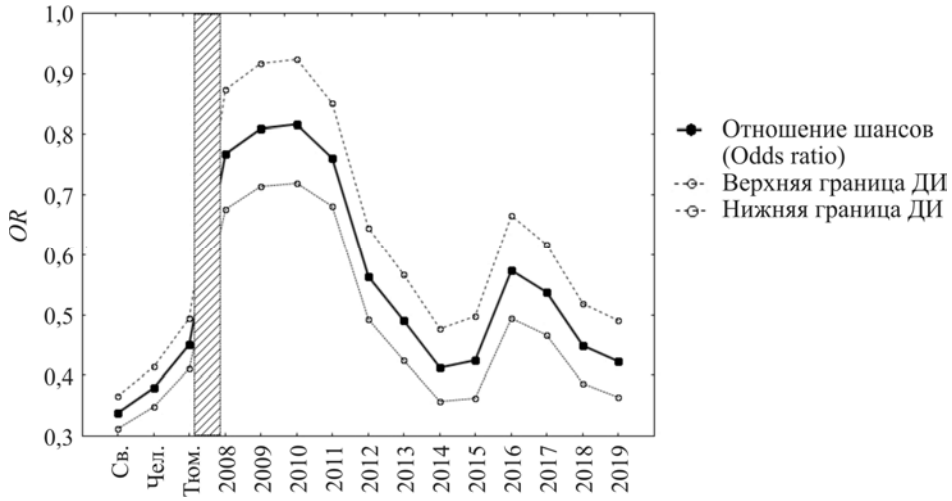


Рис. 2. Сравнение регионов УФО (левая часть) и многолетняя динамика по риску заболевания КВЭ: сравнение относительно базового уровня – b_0 – Курганская область, 2007 год; *OR* – odds ratio – отношение шансов; Св. – Свердловская, Чел. – Челябинская, Тюм. – Тюменская области.

Выводы:

1. Для четырех регионов УФО характерна схожая динамика шансов заболевания КВЭ с чередующимися подъемами и спадами, а также с наличием тренда к снижению с 2007 по 2019 г. Циклический характер эпидемического процесса, скорее всего, обусловлен биологическими, природно-климатическими и социальными причинами.

2. В среднем за 13 лет шансы заболеть КВЭ статистически значимо различаются в исследуемых регионах УФО. Неблагоприятная ситуация по КВЭ сложилась в Курганской области. В остальных регионах – Свердловской, Челябинской и Тюменской областях – шансы заболеть у пострадавших от укусов клещей в среднем в 2,2–3,0 раза меньше, чем в Курганской. Подобная территориальная дифференциация зависит от многих факторов, влияющих на заболеваемость КВЭ.

Список литературы

1. Вакцинопрофилактика клещевого энцефалита в Челябинской области: масштабы вакцинации, популяционный иммунитет, анализ случаев заболевания привитых / С.В. Лучинина, А.И. Семенов, О.Н. Степанова [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2016. – № 1 (86). – С. 67–76.

2. Влияние биологических и социальных факторов риска на заболеваемость клещевым вирусным энцефалитом в ряде субъектов Уральского федерального округа / В.А. Мищенко, И.А. Кшнясев, Ю.А. Захарова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 129–138. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.14

3. Жигальский О.А. Анализ методов прогнозирования заболеваемости зоонозными инфекциями // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2012. – Т. 64, № 3. – С. 26–31.

4. Заболеваемость клещевым вирусным энцефалитом в ряде субъектов Уральского федерального округа с прогнозной оценкой эпидемической ситуации на краткосрочный период / В.А. Мищенко, О.В. Ладыгин, И.П. Быков [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 1. С. 68–77. DOI: 10.21668/health.risk/2019.1.07

5. Заболеваемость клещевым вирусным энцефалитом в субъектах Российской Федерации. Сообщение 1: Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в 2018 г. и прогноз на 2019 г. / А.К. Носков, Е.И. Андаев, А.Я. Никитин [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2019. – № 1. – С. 74–80.

6. Конькова-Рейдман А.Б., Тер-Багдасарян Л.В. Современные аспекты эпидемиологии инфекций, передающихся иксодовыми клещами // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2014. – Т. 19, № 5. – С. 26–31.

7. Современная эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Челябинской области / С.В. Лучинина, О.Н. Степанова, В.В. Погодина [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2014. – № 2 (75). – С. 32–37.

8. Эпидемиологическая ситуация по клещевому энцефалиту и вакцинопрофилактика в Курганской области (1983–2017 гг.) / В.В. Погодина, М.С. Щербинина, С.М. Скрынник [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2018. – № 17 (4). – С. 46–56.

9. Akaike H. A new look at the statistical model identification // IEEE Transactions on Automatic Control. – 1974. – Vol. 19. – P. 716–723.

10. Burnham K.P., Anderson D.R. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. – N.Y.: Springer-Verlag, 2002. – 496 p.

11. Determinants of tick-borne encephalitis in counties of southern Germany, 2001–2008 / C. Kiffner, W. Zucchini, P. Schomaker [et al.] // International Journal of Health Geographics. – 2010. – Vol. 9. – P. 1–10. DOI: 10.1186/1476-072X-9-42

12. Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing [Электронный ресурс]. – Vienna, Austria: The R Foundation for Statistical Computing, 2011. – URL: https://www.R-project.org (дата обращения: 27.01.2020).

13. Knap N., Avšič-Županc T. Factors affecting the ecology of tick-borne encephalitis in Slovenia // Epidemiology and Infection. – 2015. – Vol. 143, № 10. – P. 2059–2067. DOI: 10.1017/S0950268815000485

14. McCullagh P., Nelder J.A. Generalized linear models. – London: Chapman and Hall, 1989. – 511 p.

15. Zeman P. Predictability of tick-borne encephalitis fluctuations // Epidemiology and Infection. – 2017. – Vol. 145, № 13. – P. 2781–2786. DOI: 10.1017/S0950268817001662

Влияние факторов среды обитания на заболеваемость населения геохимической провинции Республики Башкортостан

Ю.С. Рафикова[1], И.Н. Семенова[1,2], С.Ш. Рафиков[3], Р.Ф. Хасанова[1.2], Г.Ш. Кужина[2]

[1]Сибайский филиал ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»,
[2]Сибайский институт – филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» Минздрава РФ,
г. Сибай, Россия,
[3]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» Минздрава РФ,
г. Уфа, Россия

Изучена заболеваемость населения геохимической провинции Республики Башкортостан и ее корреляция с факторами среды жизни. База данных, включающая биогеохимическую, эколого-гигиеническую, социально-экономическую информацию и сведения о заболеваемости населения, сформирована на основе материалов (2000–2018 гг.) официальной отчетности, а также результатов собственных исследований по изучению содержания тяжелых металлов в окружающей среде. Статистический анализ выполнялся с использованием программы Statistica 6.0.

Среднемноголетняя первичная заболеваемость населения исследуемой территории превышала среднереспубликанские показатели: для детей – в г. Сибай ($p = 0{,}023$), для подростков – в г. Сибай и Белорецком районе ($p < 0{,}05$), для взрослых – в Учалинском и Хайбуллинском районах ($p < 0{,}001$).

Изучение влияния на заболеваемость населения факторов среды жизни выявило три фактора. Первый фактор (30 % дисперсии) включает социально-экономические показатели (средняя зарплата, численность врачей и средних медработников и др.), экологические и биогеохимические показатели (количество выбросов в атмосферный воздух, содержание тяжелых металлов в окружающей среде и др.), показатели первичной заболеваемости детей болезнями крови и кроветворных органов, эндокринными болезнями, атопическим дерматитом, пневмониями, заболеваниями нервной и костно-мышечной системы, врожденные аномалии. Под влиянием второго фактора (15 % дисперсии) находится количество часов солнечного сияния, а также заболеваемость детей болезнями органов дыхания, причем факторные нагрузки имеют противоположные знаки. В группу, находящуюся под воздействием третьего фактора (14 % дисперсии), вошли ряд экологических и биогеохимических факторов, а также острый ларингит и трахеит, хронический бронхит, болезни кожи и подкожной клетчатки, синдром Дауна.

Первичная заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов, эндокринными болезнями, атопическим дерматитом, заболеваниями нервной и костно-мышечной системы, пневмониями, а также врожденные аномалии обусловлены, в основном, социально-экономическими, экологическими и биогеохимическими факторами среды жизни. На заболеваемость детей болезнями органов дыхания влияют природно-климатические факторы.

Ключевые слова: факторы среды жизни, заболеваемость населения, первичная заболеваемость, социально-экономические, экологические и биогеохимические факторы, геохимическая провинция.

По мнению многих ученых, здоровье населения определяется наследственностью, состоянием окружающей среды, экономической обеспеченностью и уровнем медицинского обслуживания, образом жизни людей [2, 4]. Технический прогресс, развитие промышленности, безусловно, повышают социально-экономическое благополучие населения. Вместе с тем на территориях с развитой промышленностью ухудшается экологическое состояние, что, в свою очередь, способствует повышению уровня заболеваемости [3].

В восточной части Республики Башкортостан (РБ) расположена геохимическая провинция, которая отличается разнообразием как природно-климатических, так и социально-экономических условий. Этот субрегион, где проживает около 9 % населения республики, занимает почти треть Башкортостана и характеризуется как природно-техногенная, геохимически аномальная (с избытком многих металлов) территория с уникальными природно-климатическими особенностями: горным рельефом и наличием степных экосистем, богатством типов почв (от серых лесных и торфяных почв до полноразвитых черноземов), высокой «облесенностью». Кроме того, Зауралье характеризуется уникальным скоплением крупных месторождений медно-колчеданных руд, рудного и рассыпного золота. Общеизвестно, что длительная и интенсивная разработка месторождений полиметаллических руд приводит к возникновению ряда экологических проблем [5, 7]. Крупные горно-обогатительные и металлургические комбинаты расположены в г. Учалы, Сибай, Белорецк, Хайбуллинском районе. Другие же районы, расположенные на данной территории (Абзелиловский, Баймакский, Бурзянский, Зианчуринский, Зилаирский), не имеют каких-либо крупных производств, соответственно, их население в меньшей степени подвержено риску развития эколого-зависимых заболеваний.

По результатам многочисленных исследований, содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвах, прилегающих к горно-обогатительным комбинатам Башкирского Зауралья, является повышенным [1, 12, 14, 15].

Состояние окружающей среды Башкирского Зауралья оказывает влияние на здоровье населения [9, 11]. Так, общий уровень заболеваемости людей, проживающих в районе размещения Учалинского горно-обогатительного комбината и не связанного по роду своей деятельности с указанным производством, являлся повышенным. Частота распространения болезней системы кровообращения, дыхания и пищеварения, кожи и нервной системы была увеличена в 1,3–2,5 раза в сравнении с контролем. Среди детей распространение болезней органов дыхания, пищеварения, эндокринной системы и обмена веществ, нервной системы и органов чувств было выше в 1,5–3,0 раза, чем в районах без техногенного воздействия [7].

Целью работы явилось изучение заболеваемости населения муниципальных районов, расположенных на востоке и юго-востоке РБ, и ее корреляции с экологическими, биогеохимическими, природно-климатическими и социально-экономическими показателями региона.

Материалы и методы. База данных, включающая сведения о заболеваемости населения и биогеохимическую, эколого-гигиеническую, природно-климатическую, социально-экономическую информацию, сформирована на основе материалов (2000–2018 гг.) официальной отчетности Медицинского информационно-аналитического центра РБ, Сибайского территориального комитета Министерства экологии и природопользования РБ, Территориального отдела Управления Роспотребнадзора, Госкомстата РБ, государственных докладов «О состоянии санитарно-

эпидемиологического благополучия населения», отчетов лечебно-профилактических учреждений (формы № 12), а также результатов собственных исследований по изучению содержания ТМ в объектах окружающей среды, проведенных методом атомной абсорбции. Статистический анализ выполнялся с использованием программы Statistica 6.0.

Результаты.

1. Демографические и социально-экономические показатели изучаемой территории. Исследуемый субрегион включает в себя ряд муниципальных районов и городов, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Площадь и численность населения муниципальных районов Зауральской зоны РБ

Наименование района	Районный центр	Площадь территории		Численность населения (на 01.01.2018)	
		км^2	%	тыс. чел.	%
Абзелиловский	с. Аскарово	4300	9,9	44,9	10,6
Бурзянский	с. Старосубхангулово	4442	10,3	16,5	3,9
Зианчуринский	с. Исянгулово	3342,3	7,7	25,3	5,9
Зилаирский	с. Зилаир	5773	13,3	14,9	3,5
Хайбуллинский	с. Акъяр	3911	9,0	30,8	7,2
Баймакский	г. Баймак	5432	12,5	56,4	13,4
Белорецкий	г. Белорецк	11345	26,2	101,3	24,0
г. Сибай	–	157	0,4	62,3	14,6
Учалинский	г. Учалы	4549	10,5	71,0	16,8
Всего по Зауральской зоне		**43 251,3**	**100**	**423,4**	**100**

Коэффициент рождаемости (количество рожденных на 1000 человек) во всех исследуемых районах был максимальным в 2013–2014 гг., после чего наметилась тенденция к его снижению. В 2018 г. наибольшая рождаемость была выявлена в Бурзянском районе (20,0, в 2013 г. – 22,5) при среднереспубликанском уровне, равном 11,6. Наименьший коэффициент рождаемости в 2018 г. из всех изученных муниципальных образований был отмечен в г. Сибай (11,4).

Среди исследуемых районов наименьшим показателем смертности (количество умерших на 1000 человек) характеризовался Бурзянский район (10,2), наиболее высоким – Белорецкий район (16,5) при среднереспубликанском уровне, равном 12,4.

Показатель младенческой смертности (число умерших детей до года на 1000 родившимися живыми) был наибольшим в Баймакском районе (13,6) при среднереспубликанском уровне, равном 5,1.

В соответствии с поставленной целью был изучен ряд социально-экономических показателей исследуемой территории [13].

Доходы населения (имеющаяся возможность расходов) является одним из важных показателей качества жизни населения. Наибольшую среднемесячную заработную плату, превышающую среднереспубликанский уровень (33 007,0 руб.), имели работники предприятий и организаций Учалинского района и г. Сибай (36 484,4 и 34 344,4 руб. соответственно), наименьшую – работники Бурзянского района (23 966,3 руб.) (табл. 2).

Таблица 2

Уровень заработной платы работников муниципальных районов Зауральской зоны РБ в 2018 г.

Район	Доходы местного бюджета, тыс. руб.	Среднесписочная численность работников организаций	Среднемесячная зарплата, руб.
Абзелиловский	1 267 719	5103	27 551,7
Бурзянский	638 397	2028	23 966,3
Зианчуринский	903 617	2603	25 755,1
Зилаирский	563 140	1805	26 046,4
Хайбуллинский	1 003 472	4618	24 499,4
Баймакский	1 498 789	5334	27 276,6
Белорецкий	2 300 983	21 453	30 379,4
Сибай	1 396 386	10 975	34 344,1
Учалинский	1 736 039	14 667	36 484,4

Медицинскую помощь в районах Зауралья РБ оказывают более тысячи врачей и трех тысяч средних медицинских работников. В целом по республике обеспеченность врачами по сравнению с 2000 г. снизилась с 37,2 на 10 тыс. населения в 2000 г. до 34,9 в 2018 г., аналогична таковой обеспеченность населения средним медицинским персоналом. В г. Сибай за 18 лет произошло снижение количества врачей на 10 % (в 2000 г. – 33,0 на 10 тыс. населения; в 2018 г. – 29,8). Наименьшее обеспечение врачебными кадрами в 2018 г. наблюдается в Хайбуллинском районе – 15,3 на 10 тыс. населения. В 2018 г. в РБ отмечено снижение показателя обеспеченности больничными койками до 72,4 на 10 тыс. населения против 114,7 в 2000 г. В разрезе районов наиболее высокий уровень обеспеченности койками отмечен в г. Сибай и Белорецком районе, наиболее низкий – в Бурзянском и Хайбуллинском районах, где этот показатель в 2 раза и более ниже среднереспубликанских значений (табл. 3).

Таблица 3

Обеспеченность населения врачами, средним медперсоналом, больничными койками в 2018 г.

Район	Количество врачей, на 10 тыс. населения	Количество средних медработников, на 10 тыс. населения	Обеспеченность населения койками
Абзелиловский	19,8	74,3	43,4
Бурзянский	21,8	92,0	36,3
Зианчуринский	24,9	94,8	49,8
Зилаирский	22,2	90,0	41,6
Хайбуллинский	15,3	73,1	32,8
Баймакский	18,4	89,9	41,5
Белорецкий	25,7	106,2	65,4
Сибай	29,8	103,2	79,3
Учалинский	22,3	101,9	57,8
РБ	34,9	92,1	72,4

2. Оценка экологического состояния объектов окружающей среды. Оценка экологической ситуации в Башкирском Зауралье включала изучение степени химического загрязнения окружающей среды – атмосферного воздуха, сточных вод, почв

на основе ретроспективного анализа материалов Сибайского территориального комитета Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан, а также результатов собственных исследований содержания ТМ в объектах окружающей среды за 2005–2018 гг. [6, 8, 16, 17, 18, 19].

В отраслевой структуре выбросов загрязняющих веществ на территории, подведомственной Сибайскому территориальному комитету Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан, на 1-м месте находилось производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды (55 %), на 2-м месте – добыча металлических руд (19,6 %). В структуре суммарных фактических выбросов загрязняющих веществ в 2015 г. 48,5 % занимали углеводороды, 19,8 % – твердые вещества, 17,2 % – оксиды углерода, 12,5 % – оксиды азота, летучие органические соединения (ЛОС) – 1,6 %. При этом на 1-м месте по уровню фактических выбросов загрязняющих веществ находился г. Сибай, на 2-м – Хайбуллинский район, на 3-м – Баймакский район. Основными источниками загрязнения атмосферы являлись следующие промышленные предприятия: ООО «Башкирская медь» (Хайбуллинский район), Зауральская ТЭЦ (г. Сибай), Сибайский филиал Учалинского горно-обогатительного комбината.

Количество водозаборов на исследуемой территории варьируется от 2 в г. Баймак до 30 – на территории Хайбуллинского района. Основное количество воды забирается из подземных источников, лишь незначительное количество – из поверхностных источников в г. Сибай и Баймак. В г. Сибай и в Хайбуллинском районе вода из подземных скважин используется не только в качестве питьевой, но также применяется для других целей.

Общая масса загрязняющих веществ в сточных водах изучаемого региона была выше предельно допустимого сброса (3106,3859 т/г.). Увеличение в сточных водах содержания загрязняющих веществ произошло за счет повышенного сброса воды в очистные сооружения. На первом месте по содержанию металлов в сточных водах находилось железо, затем цинк, марганец, медь, в меньшей степени представлены никель, алюминий, кадмий, свинец и кобальт. В целом с 2000 по 2018 г. в сточных водах выявлена тенденция к снижению содержания металлов. Наиболее крупными источниками антропогенного воздействия на окружающую среду по массе сброса загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты являются предприятия горнодобывающей промышленности (46 %) и жилищно-коммунального хозяйства (53 %).

Анализ данных, полученных от территориальных комитетов Министерства экологии и природопользования РБ, выявил, что наибольшие объемы образования отходов (8 695 458,0 т) характерны для Белорецкого, а наименьшие (3125,0 т) – для Бурзянского района; наибольшие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу отмечены в г. Сибае (4053,487 т/г.), а наименьшие – в Белорецком районе (65,0 т/г.).

В табл. 4 представлены обобщенные результаты собственных исследований содержания ТМ в почве.

В водных объектах г. Сибай обнаружено наибольшее содержание Cu, Zn, Mn и Cd в воде и Cu, Zn, Co в донных отложениях. Вода водоемов Абзелиловского района характеризовалась высоким содержанием Fe, Pb, а донные отложения – Cd. Наибольшие концентрации Co были обнаружены в воде водоемов Бурзянского района и в донных отложениях Белорецкого и Учалинского районов. Донные отложения рек Бурзянского района характеризовались высокими концентрациями Fe, Mn и Ni, вода рек Хайбуллинского района – Ni.

Таблица 4

Оценка загрязнения почв Зауральской зоны РБ тяжелыми металлами

Район	Zc, валовое содержание / подвижные формы	Уровень загрязнения почв ТМ, валовое содержание / подвижные формы
Абзелиловский	1,7/1,4	Допустимый
Бурзянский	2,0/1,0	Допустимый
Зианчуринский	7,8/1,0	Допустимый
Зилаирский	3,3/6,4	Допустимый
Хайбуллинский	3,6/13,7	Допустимый
Баймакский	11,5/22,7	Допустимый / умеренно опасный
Белорецкий	14,4/28,2	Допустимый / умеренно опасный
Учалинский	3,5/17,6	Допустимый / умеренно опасный

Показатели качества питьевых вод на изучаемой территории находились в пределах санитарно-гигиенических нормативов. Исключением является содержание общего Fe и Cu в пробах воды Зилаирского района, Mn – Абзелиловского района, Zn и Pb – г. Сибай, в которых этот показатель превышал ПДК. Воды населенных пунктов Зианчуринского, Абзелиловского и Бурзянского районов характеризуются повышенными показателями жесткости.

3. Оценка состояния здоровья и медицинского обслуживания населения. Ведущими показателями общественного здоровья являются медико-демографические показатели, а также показатели заболеваемости населения [3, 4].

В результате анализа показателей заболеваемости детского населения в возрасте от 0 до 14 лет, проживающего в различных муниципальных районах исследуемого субрегиона, за период с 2000 по 2018 г. выявлено их повышение в Бурзянском и Хайбуллинском района в 1,9 и 1,7 раза соответственно. В остальных изученных районах показатели 2018 г. по сравнению с 2000 г. либо практически не изменились, либо произошло их снижение. Сравнение средних показателей первичной заболеваемости детей в возрасте 0–14 лет за 2000–2018 гг. в изучаемых муниципальных образованиях со среднереспубликанским уровнем показало повышенную заболеваемость детей г. Сибай ($p = 0{,}023$) (рис. 1).

Анализ заболеваемости детей в возрасте 15–17 лет в 2018 г. по сравнению с 2000 г. выявил ее повышение в 1,2–3,9 раза во всех изученных районах, за исключением Зилаирского. Сравнение средних показателей заболеваемости со среднереспубликанскими показало их превышение в г. Сибай, Хайбуллинском, Баймакском и, в особенности, в Белорецком районах (рис. 2). Заболеваемость подростков г. Сибай и Белорецкого района достоверно ($p < 0{,}05$) выше, а Абзелиловского и Бурзянского районов достоверно ниже ($p < 0{,}05$) среднереспубликанских значений.

Исследование показателей заболеваемости взрослого населения выявило следующие особенности. Средние показатели заболеваемости взрослого населения по сравнению со среднереспубликанскими выше в Учалинском и Хайбуллинском районах (рис. 3). Заболеваемость взрослых Учалинского и Хайбуллинского районов достоверно выше ($p < 0{,}001$), а Абзелиловского и Зилаирского районов достоверно ниже ($p < 0{,}001$) среднереспубликанских значений. При этом в 2018 г., по сравнению с 2000 г., этот показатель увеличился в Хайбуллинском (в 1,4 раза) и в Белорецком (в 1,2 раза) районах.

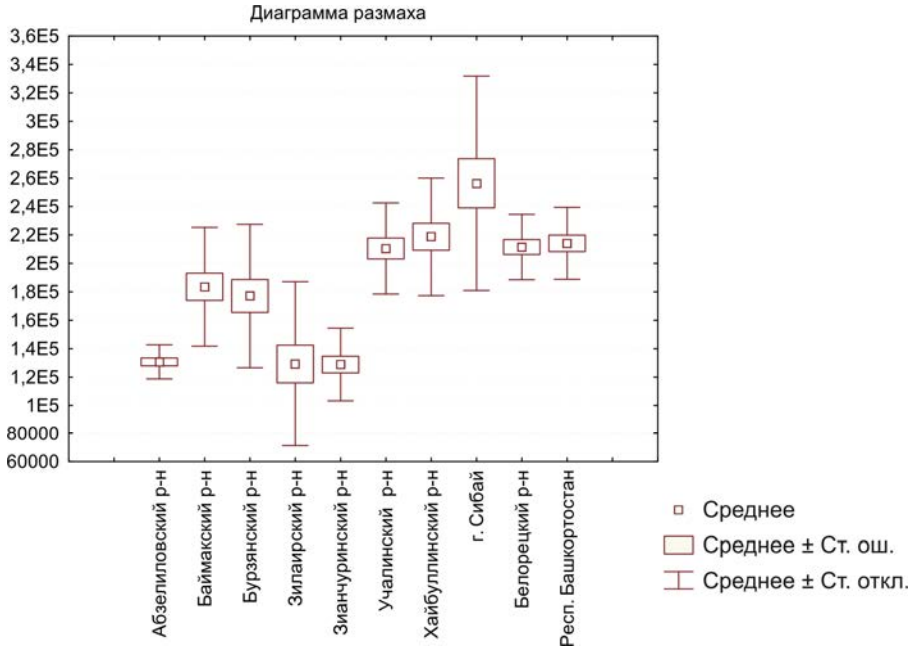


Рис. 1. Заболеваемость детского населения Зауральской зоны Республики Башкортостан (средние показатели за 2000–2018 гг.), на 100 тыс. населения

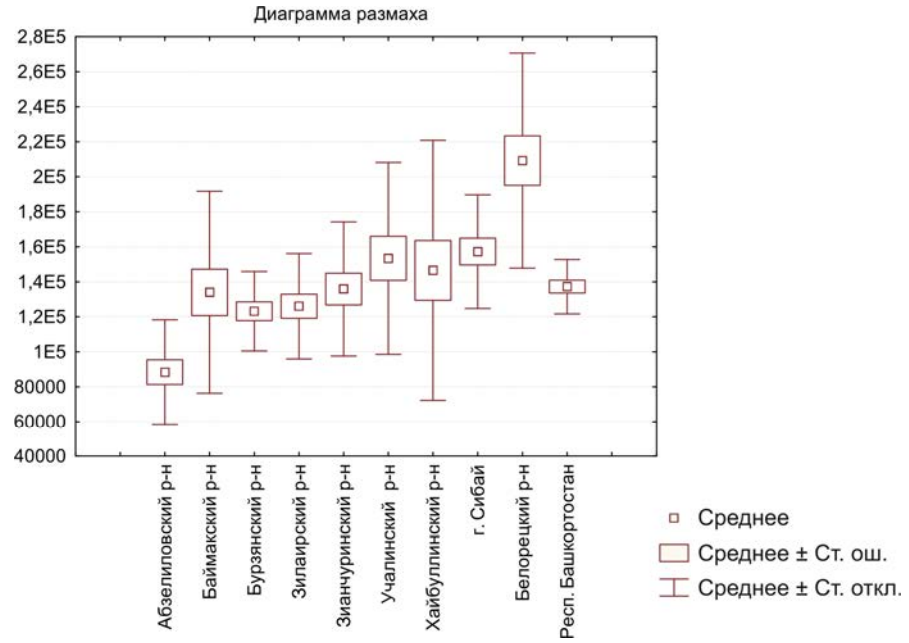


Рис. 2. Заболеваемость подросткового населения Зауральской зоны Республики Башкортостан (средние показатели за 2000–2018 гг.), на 100 тыс. населения

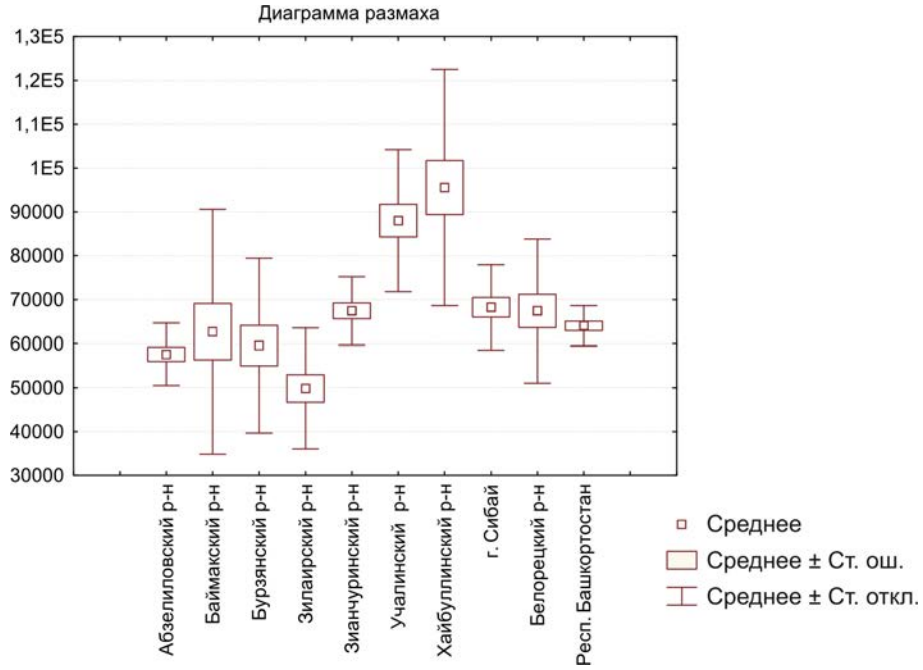


Рис. 3. Заболеваемость взрослого населения Зауральской зоны Республики Башкортостан (средние показатели за 2000–2018 гг.), на 100 тыс. населения

4. Факторный анализ. Для определения вклада в заболеваемость различных факторов была построена матрица исследования, включающая следующие показатели: социально-экономические (инвестиции в основной капитал, среднегодовая численность работников предприятий, среднемесячная зарплата, число воспитанников в детских дошкольных учреждениях, число больничных коек, численность врачей и средних медработников), биогеохимические и экологические (количество выбросов в атмосферный воздух и образованных отходов, содержание ТМ в почвах, воде и донных отложениях), природно-климатические (количество солнечного сияния в час/год), а также показатели первичной заболеваемости населения. В результате проведенного факторного анализа для детей, подростков и взрослых параметры разделились по 8 факторам, 3 из которых описывают 56–59 % накопленной дисперсии.

В целом модель сводится к следующему: первый фактор, описывающий 29–30 % дисперсии, в существенной степени описывает социально-экономические показатели (среднегодовая численность работников предприятий, среднемесячная зарплата, число воспитанников в детских дошкольных учреждениях, число больничных коек, численность врачей и средних медработников), биогеохимические и экологические показатели (количество выбросов в атмосферный воздух и образованных отходов, содержание тяжелых металлов в почвах, воде и донных отложениях), а также показатели первичной заболеваемости пневмониями, болезнями крови и кроветворных органов, эндокринными болезнями, атопическим дерматитом, заболеваниями нервной и костно-мышечной системы, а также врожденные аномалии.

Под влиянием второго фактора, описывающего 14–15 % дисперсии, находятся следующие показатели: количество солнечного сияния (в ч/г.), а также заболеваемость детей болезнями органов дыхания, причем факторные нагрузки имеют противоположные знаки. Другими словами, при увеличении числа солнечных дней снижается заболеваемость детей болезнями органов дыхания.

В группу, находящуюся под воздействием третьего фактора (13–14 % дисперсии), вошли экологические и биогеохимические факторы (содержание в почвах цинка и кадмия), социально-экономические факторы (инвестиции в основной капитал) и следующие заболевания: острый ларингит и трахеит, хронический бронхит, болезни кожи и подкожной клетчатки, синдром Дауна.

Выводы. В результате анализа показателей заболеваемости населения исследуемого субрегиона за период с 2000 по 2018 г. выявлено их повышение: среди детей – в Бурзянском и Хайбуллинском районах в 1,9 и 1,7 раза соответственно, среди подростков – в 1,2–3,9 раза практически во всех изученных районах, среди взрослых – в Хайбуллинском (в 1,4 раза) и в Белорецком (в 1,2 раза) районах. Выше среднереспубликанских уровней находились показатели заболеваемости детей г. Сибай, подростков – г. Сибай и Белорецкого района, взрослых – Учалинского и Белорецкого районов. Первичная заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов, эндокринными болезнями, атопическим дерматитом, заболеваниями нервной и костно-мышечной системы, пневмониями, а также врожденные аномалии обусловлены, в основном, социально-экономическими экологическими и биогеохимическими факторами среды жизни. На заболеваемость детей болезнями органов дыхания влияют природно-климатические факторы.

Работа подготовлена за счет финансового обеспечения выполнения государственного задания ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» на 2020 г. (руководитель темы – Я.Т. Суюндуков).

Список литературы

1. Баимова С.Р. Тяжелые металлы в системе «почва – растения – животные»: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Уфа, 2009. – 20 с.

2. Здоровье населения региона и приоритеты здравоохранения / под ред. О.П. Щепиной, В.А. Медика. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 384 с.

3. Общественное здоровье и здравоохранение, экономика здравоохранения: учебник: в 2 т. / под ред. В.З. Кучеренко – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – Т. 1. – 688 с.

4. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт) / С.Л. Авалиани, М.М. Андрианова, Е.В. Печенникова [и др.] // КЦОР. – М., 1996. – 159 с.

5. Особенности загрязнения среды обитания и заболеваемость населения в горнодобывающем регионе Республики Башкортостан / З.С. Терегулова, И.Н. Белан, Р.А. Аскаров [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2009. – Т. 4, № 6. – С. 20–25.

6. Оценка фитотоксичности почв в условиях техногенного воздействия предприятий горно-металлургического комплекса Республики Башкортостан / Ю.Ю. Серегина, И.Н. Семенова, Я.Т. Суюндуков [и др.] // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23, № 7. – С. 67–71.

7. Проблемы экологии: Принципы их решения на примере Южного Урала / под ред. Н.В. Старовой. – М.: Наука, 2003. – 288 с.

8. Рафикова Ю.С., Семенова И.Н., Биктимерова Г.Я. Содержание тяжелых металлов в питьевой воде юго-восточных районов Республики Башкортостан // Естественные и технические науки. – 2016. – Т. 1, № 91. – С. 20–23.

9. Семенова И.Н., Рафикова Ю.С., Ильбулова Г.Р. Воздействие предприятий горнорудного комплекса Башкирского Зауралья на состояние природной среды и здоровье населения прилегающих территорий // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 1. – С. 29–34.

10. Семенова И.Н. Биологическая активность как индикатор техногенного загрязнения почв тяжелыми металлами: автореф. дис. … д-ра биол. наук. – Уфа, Башкирский государственный аграрный университет, 2013. – 330 с.

11. Семенова И.Н., Рафикова Ю.С. Показатели здоровья детей, проживающих в зоне воздействия горнорудных предприятий // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 9. – С. 205–207.

12. Сингизова Г.Ш. Тяжелые металлы в системе почва – растениеводческая продукция в условиях техногенного воздействия: автореф. … канд. биол. наук. – Оренбург, 2009. – 20 с.

13. Социально-экономическое положение муниципальных районов и городских округов Республики Башкортостан: стат. сб. // Башкортостанстат. – Уфа, 2017. – 281 с.

14. Тяжелые металлы в почвах и растениях Южного Урала. Экологическое состояние антропогенно нарушенных территорий / М.Г. Опекунова, Н.В. Алексеева-Попова, И.Ю. Арестова [и др.] // Вестник СПбГУ. Сер. 7. – 2002. – Т. 1, № 7. – С. 63–71.

15. Шагиева Ю.А., Суюндуков Я.Т. Техногенез и проблема экологической безопасности в Башкирском Зауралье // Создание высокопродуктивных агроэкосистем на основе новой парадигмы природопользования: сборник докладов науч.-практ. конф., посвященной 95-летию со дня рождения профессора С.Н. Тайчинова. – Уфа: БГАУ, 2001. – С. 63–65.

16. Эколого-гигиеническая оценка загрязнения почв территорий отработанных рудников тяжелыми металлами (на примере Башкирского Зауралья) [Электронный ресурс] / И.Н. Семенова, Ю.С. Рафикова, Я.Т. Суюндуков [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 1. – URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view? id=26021 (дата обращения: 30.03.2020).

17. Экологическая опасность загрязнения почв урбанизированных территорий горнорудного региона / Р.Ф. Хасанова, Я.Т. Суюндуков, И.Н. Семенова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 12. – С. 1370–1375.

18. Heavy metal content in soils and hair of the inhabitants near copper zinc mine (Bashkortostan, Russia) / I.N. Semenova, Y.S. Rafikova, R.F. Khasanova [et al.] // Lecture Notes in Earth System Sciences. – 2020. – P. 847–862. DOI: 10.1007/978-3-7643-8340-4_6

19. Regional peculiarities of micro-element accumulation in objects in the transural region of the republic of Bashkortostan / I.N. Semenova, Y.S. Rafikova, Y.T. Suyundukov [et al.] // Biogenic-Abiogenic Interactions in Natural and Anthropogenic Systems. – 2016. – P. 179–187.

Эпидемиологический мониторинг факторов риска хронических неинфекционных заболеваний на территории Нижегородской области: итоги и перспективы

М.А. Позднякова, С.О. Семисынов

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

В 2014 и 2016 г. на территории Нижегородской области был реализован эпидемиологический мониторинг факторов риска хронических неинфекционных заболеваний, проводимого в рамках областной целевой программы «Формирование здорового образа жизни населения Нижегородской области и комплексная профилактика неинфекционных заболеваний на 2013–2017 гг.».

Оценены распространенность факторов риска хронических неинфекционных заболеваний на территории Нижегородской области и их динамика. В качестве объекта исследования было выбрано население области в возрасте от 25 до 64 лет. Суммарная численность обследованных составила 3255 человек. Методами исследования послужили опрос, объективное медицинское наблюдение. К работе в качестве интервьюеров привлекались средние медицинские работники – сотрудники медицинских организаций, на территории обслуживания которых проводился эпидемиологический мониторинг.

Основные результаты исследования:

– питание характеризовалось нерациональным отношением к употреблению (по мере убывания распространенности): поваренной соли – в сторону повышения; растительной пищи с высоким содержанием клетчатки – в сторону уменьшения, а также сахара – в сторону избыточного употребления;

– образ жизни обследованных (две трети) характеризовался как малоактивный и малоподвижный, с употреблением табачных изделий (одна треть респондентов);

– три четверти граждан употребляли алкогольную продукцию с различной регулярностью;

– собственное здоровье респонденты оценивали как плохое и удовлетворительное; среди заболеваний наиболее часто у обследованных регистрировался хронический бронхит.

Таким образом, был разработан и внедрен эффективный инструмент, направленный на выявление изменений распространенности факторов риска хронических неинфекционных заболеваний, позволяющий как оценить эффективность профилактических мероприятий, реализуемых на территории Нижегородской области, так и провести их корректировку.

В настоящее время между ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора и ГБУЗ НО НОЦМП заключен договор о сотрудничестве, на основании которого в 2020 г. будет проводиться третий этап эпидемиологического мониторинга.

Ключевые слова: эпидемиологический мониторинг, хронические неинфекционные заболевания (ХНИЗ), факторы риска, эффективность профилактики ХНИЗ, формирование здорового образа жизни.

Эпидемия хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ) определяет глобальные приоритеты в сфере охраны здоровья. Именно они являются лидирующей причиной смертности и инвалидности в большинстве стран мира.

ВОЗ определяет хронические неинфекционные заболевания как болезни, характеризующиеся продолжительным течением и являющиеся результатом воздействия комбинации генетических, физиологических, экологических и поведенческих факторов [3].

По данным статистического доклада ВОЗ (2017), каждый год от ХНИЗ умирают 40 млн человек, что составляет 70,0 % всех случаев смерти в мире, при этом 17 млн из них происходят в возрасте до 70 лет и являются преждевременными [5]. В России по данным ВОЗ (2014) на долю ХНИЗ приходится 86,0 % всех смертей с эквивалентной мировой структурой смертности [4].

В настоящее время изучение данной группы заболеваний является актуальным. Так, О.С. Кобякова и соавт. [2] пришли к выводу, что цифры пересчета ущерба здоровью от факторов риска ХНИЗ на годы ожидаемой продолжительности жизни как мужчин, так и женщин выглядят неутешительно. По мнению авторов, многолетнее нездоровое поведение связано не только с преждевременной смертностью, но и с длительной утратой трудоспособности молодого населения.

Исследования в регионах показали высокую частоту встречаемости факторов риска ХНИЗ. Так, по данным изучения трудоспособного населения Рязанской области Е.В. Филипповым [1] было установлено следующее их распределение: ожирение (42,2 %), активное курение (35,0 %), тревога / депрессия (62,0 %), дислипидемии (84,1 %), показатели системного воспаления (59,0 %).

В 2014 и 2016 г. на территории Нижегородской области был реализован эпидемиологический мониторинг факторов риска хронических неинфекционных заболеваний, проводимого в рамках областной целевой программы «Формирование здорового образа жизни населения Нижегородской области и комплексная профилактика неинфекционных заболеваний на 2013-2017 гг.».

Цель исследования – изучение распространенности факторов риска ХНИЗ на территории Нижегородской области.

Объект исследования – население Нижегородской области в возрасте от 25 до 64 лет.

Материалы и методы. Для сбора статистической информации о распространенности факторов риска ХНИЗ применялся разработанный совместно с ГБУЗ НО «Нижегородский областной центр медицинской профилактики» опросник. Для оценки состояния здоровья применялись методы лабораторного и функционального исследования. Всего в 2014 и 2016 г. в 10 отобранных случайным образом административно-территориальных образованиях Нижегородской области было обследовано 3255 человек (2014 г. – 1643 человек, 2016 г. – 1612 человек).

Результаты. Из числа обследованных 52,0 % были жителями городской, 48,0 % – сельской местности.

Доля мужчин составила 44,9 % (2016 г. – 44,2 %), женщин – 55,1 % (2016 г. – 55,8 %).

Средний возраст обследованных в 2014 г. равнялся 43,6 ± 0,3 г. (44,1 ± 0,5 г. – мужчины, 43,1 ± 0,4 г. – женщины), в 2016 г. – 43,5 ± 0,3 г. (43,9 ± 0,5 г. – мужчины, 42,9 ± 0,4 г. – женщины).

В настоящей статье рассматривается часть исследования, касающаяся выявления факторов риска ХНИЗ на основании опроса.

На возникновение и развитие ХНИЗ большое влияние оказывает образ жизни населения. В связи с этим нами были изучены поведенческие факторы риска, к ко-

торым относятся характер питания, физическая активность, табакокурение и употребление алкоголя.

При оценке характера питания респондентов было установлено, что в 2014 г. 49,7 ± 1,4 на 100 опрошенных досаливали уже приготовленную пищу, предварительно пробуя ее (следует отметить, что мужчины достоверно чаще выбирали данный вариант ответа). В 2016 г. частота ответивших так респондентов сократилась до 46,1 ± 1,4 на 100 опрошенных, и перевес сместился в сторону отрицательного ответа, причем достоверно чаще так отвечали женщины. Незначительная часть обследованных досаливала приготовленную пищу, не пробуя (2014 г. – 4,0 ± 0,6 на 100 обследованных, 2016 г. – 5,8 ± 0,7 на 100 обследованных), однако отмечается тенденция к росту количества ответивших подобным образом людей (+45,0 %).

Сбалансированное питание характеризуется ежедневным употреблением в пищу около 400 г фруктов и овощей (не считая картофеля). Исследование показало, что наиболее часто жители области не употребляли необходимого количества данных продуктов (табл. 1). Следует отметить, что проведенный в 2016 г. эпидемиологический мониторинг факторов риска ХНИЗ выявил тенденцию к незначительному росту положительных ответов (+7,2 %). Также обращает на себя внимание тот факт, что в обоих годах имелись статистически достоверные расхождения в ответах между мужчинами и женщинами, что говорит о большей заботе о своем здоровье среди последних.

Таблица 1

Употребление респондентами необходимого количества фруктов и овощей, на 100 обследованных

Ответ	2014 г.			2016 г.		
	все	мужчины	женщины	все	мужчины	женщины
Нет	61,0 ± 1,4	66,9 ± 1,3*	56,3 ± 1,9	58,2 ± 1,4	66,2 ± 1,3*	51,8 ± 1,9
Да	39,0 ± 1,4	33,1 ± 1,3*	43,7 ± 1,9	41,8 ± 1,4	33,8 ± 1,3*	48,2 ± 1,9

Примечание: * – $p \leq 0{,}001$.

Избыточное потребление сахара – шесть кусков (чайных ложек) и более – а также иных сладостей (варенье, мед и др.) может приводить к развитию ожирения и возникновению сахарного диабета. Более половины респондентов не превышали положенных норм потребления (2014 г. – 55,7 ± 1,4 на 100 опрошенных, 2016 г. – 59,95 ± 1,9 на 100 опрошенных (табл. 2)). Также отмечается тенденция к сокращению частоты положительных ответов (–9,5 %). В 2014 г. между мужчинами и женщинами отмечались достоверные различия в количестве потребляемых сладостей.

Таблица 2

Употребление респондентами избыточного количества сахара в сутки, на 100 опрошенных

Ответ	2014 г.			2016 г.		
	все	мужчины	женщины	все	мужчины	женщины
Нет	55,7 ± 1,4	50,5 ± 2,1*	59,9 ± 1,9	59,95 ± 1,9	57,99 ± 2,1	61,5 ± 1,8
Да	44,3 ± 1,4	49,5 ± 2,1*	40,1 ± 1,9	40,1 ± 1,9	42,0 ± 2,1	38,5 ± 1,8

Примечание: * – $p \leq 0{,}001$.

Последний вопрос раздела касался такого момента, как обращение респондентами внимания на содержание жира и / или холестерина в продуктах питания при их покупке или приготовлении. Как оказалось, лишь треть граждан ответили утвердительно на данный вопрос (2014 г. – 30,6 ± 1,3 на 100 обследованных, 2016 г. – 36,6 ± 1,4 на 100 обследованных (табл. 3)) на фоне увеличения их числа за 2 года на 19,6 %. При этом отмечается тенденция к снижению количества лиц, давших отрицательный ответ, на 8,6 % (2014 г. – 69,4 ± 1,3 на 100 опрошенных, 2016 г. – 63,4 ± 1,4 на 100 опрошенных). В оба года отмечались достоверные различия между ответами респондентов обоих полов. Как оказалось, женщины более тщательно подходили к выбору продуктов питания и их приготовлению.

Таблица 3

Обращение внимания респондентами на содержание жира и / или холестерина в продуктах при покупке (на этикетках, упаковках) или при приготовлении, на 100 опрошенных

Ответ	2014 г.			2016 г.		
	все	мужчины	женщины	все	мужчины	женщины
Нет	69,4 ± 1,3	82,1 ± 1,6*	59,2 ± 1,9	63,4 ± 1,4	77,6 ± 1,8*	52,3 ± 1,9
Да	30,6 ± 1,3	17,9 ± 1,6*	40,8 ± 1,9	36,6 ± 1,4	22,4 ± 1,8*	47,7 ± 1,9

Примечание: * – $p \le 0{,}001$.

При изучении физической активности респондентов было выявлено, что не более 40,0 % занимались физической культурой (2014 г. – 37,2 ± 1,4 на 100 опрошенных, 2016 г. – 39,4 ± 1,9 на 100 опрошенных). Распределение ответов в зависимости от пола продемонстрировало отсутствие существенных различий между мужчинами и женщинами в отношении к данному вопросу.

Однако несмотря на незначительный рост числа лиц, занимающихся физической культурой (+5,9 %), отмечается сокращение средней длительности занятий с 43,9 ± 1,6 мин в 2014 г. до 37,5 ± 1,3 мин в 2016 г. ($p \le 0{,}001$).

Также в оба года была выявлена слабая отрицательная корреляционная зависимость между возрастом респондентов и длительностью занятий (2014 г. – $t_{xy} = -0{,}1813$, $p \le 0{,}001$; 2016 г. – $t_{xy} = -0{,}2045$, $p \le 0{,}001$).

Треть респондентов (2014 г. – 28,8 ± 1,3 на 100 опрошенных, 2016 г. – 33,2 ± 1,8 на 100 опрошенных, $p \le 0{,}05$) тратили до 30 мин в день на ходьбу в умеренном или быстром темпе (включая дорогу до места работы и обратно). Подавляющее же большинство людей (2014 г. – 71,2 ± 1,3 на 100 опрошенных, 2016 г. – 66,8 ± 1,8 на 100 опрошенных, $p \le 0{,}01$) посвящали ходьбе большее количество времени, однако их количество за два года сократилось на 6,2 %. В 2014 г. было установлено, что женщины статистически достоверно чаще тратили на ходьбу более 30 мин в день по сравнению с мужчинами.

Более половины обследованных никогда не употребляли табачную продукцию (2014 г. – 59,8 ± 1,4 на 100 опрошенных, 2016 г. – 62,6 ± 1,4 на 100 опрошенных (табл. 4)). В оба года женщины достоверно чаще выбирали данный вариант ответа. Больше четверти респондентов на момент обследования употребляли табачную продукцию (2014 г. – 27,3 ± 1,3 на 100 опрошенных, 2016 г. – 24,2 ± 1,2 на 100 опрошенных), причем здесь достоверно превалировали мужчины. 12–13 из 100 человек на момент обследования бросили курить (2014 г. – 12,9 ± 0,9 на 100 опрошенных, 2016 г. – 13,2 ± 0,95 на 100 опрошенных). Чаще бросали курить мужчины.

Респонденты из числа курящих и бросивших чаще всего ежедневно употребляли табачную продукцию (2014 г. – 31,6 ± 1,3 на 100 обследованных, 2016 г. – 27,9 ± 1,3 на 100 обследованных (табл. 4)). Мужчины в четыре раза чаще давали положительный ответ ($p \leq 0{,}001$).

По результатам исследования, проводившегося в 2014 г., средний возраст, в котором респонденты начали курить, был равен 19,1 ± 0,3 г. (18,9 ± 0,3 г. – среди мужчин, 19,6 ± 0,5 г. – среди женщин), в 2016 г. он был незначительно младше и равнялся 18,9 ± 0,3 г. (18,1 ± 0,3 г. – среди мужчин, 19,1 ± 0,5 г. – среди женщин).

Таблица 4

Данные о ежедневном употреблении табачной продукции респондентами, на 100 опрошенных

Ответ	2014 г.			2016 г.		
	все	мужчины	женщины	все	мужчины	женщины
Нет	8,7 ± 0,8	10,8 ± 1,3*	6,9 ± 0,9	6,5 ± 0,7	8,9 ± 1,2*	4,5 ± 0,8
Да	31,6 ± 1,3	54,5 ± 2,1**	13,3 ± 1,3	27,9 ± 1,3	49,9 ± 2,1**	10,7 ± 1,2

Примечание: * – $p \leq 0{,}05$; ** – $p \leq 0{,}001$.

Было установлено, что средний возраст, в котором респонденты бросали курить, составил в 2014 г. 34,5 ± 0,9 г. (2016 г. – 35,5 ± 0,6 г.). Мужчины достоверно бросали курить в более старшем возрасте, чем женщины (2014 г. – 36,1 ± 1,1 г. – среди мужчин, 31,6 ± 1,4 г. – среди женщин, $p \leq 0{,}05$; 2016 г. – 37,1 ± 1,1 г. – среди мужчин, 31,5 ± 1,4 г. – среди женщин, $p \leq 0{,}05$).

При изучении мотивации респондентов к отказу от курения в 2014 г. было установлено, что у 26,1 % она была достаточно сильная, у 25,3 % – некоторая, 48,6 % – слабая. Среди мужчин сильная мотивация к отказу от курения отмечалась в 23,8 % случаев, некоторая – в 25,8 %, слабая – в 50,4 %. Среди женщин сильную мотивацию имели 32,1 %, некоторую – 24,1 %, слабую – 43,8 %. В 2016 г. ответы распределились следующим образом: 27,1 % – достаточно сильная, 23,3 % – некоторая, 49,6 % – слабая. Среди мужчин сильная мотивация к отказу от курения отмечалась в 23,7 % случаев, некоторая – в 25,9 %, слабая – в 50,4 %. Среди женщин сильную мотивацию имели 33,1 %, некоторую – 24,1 %, слабую – 42,8 %.

В 2014 г. в среднем респонденты выкуривали 14,8 ± 0,4 сигареты в день (мужчины – 16,8 ± 0,4, женщины – 9,4 ± 0,5, $p \leq 0{,}001$). В 2016 г. респонденты выкуривали 15,8 ± 0,4 сигареты в день (мужчины – 16,8 ± 0,4, женщины – 10,4 ± 0,5, $p \leq 0{,}001$).

Среди курящих и бросивших курить респондентов треть (2014 г. – 32,1 %, 2016 г. – 33,2 %) начинали курить в пределах 30 мин от момента пробуждения. Среди мужчин и женщин доля ответивших положительно на данный вопрос была близка к 30,0 % (мужчины: 2014 г. – 33,9 %, 2016 г. – 34,1 %; женщины: 2014 г. – 27,3 %, 2016 г. – 29,1 %).

При изучении отношения взрослого населения области к алкоголю отмечается рост доли лиц ни разу не употреблявших его с 25,0 до 33,1 %, такая же тенденция отмечается у лиц обоего пола (мужчины – с 22,7 для 25,5 %, женщины – с 26,8 до 39,1 %).

Среди лиц, употреблявших алкогольную продукцию, по утрам похмелялись в 2014 г. 12,1 % человек, в 2016 г. – 6,0 %. Чаще это были мужчины (2014 г. – 20,1 %, 2016 г. – 10,4 %), реже женщины (2014 г. – 5,3 %, 2016 г. – 1,9 %).

Следующая группа вопросов касалась видов алкогольной продукции, употребленной респондентами в течение недели, предшествующей обследованию.

В 2014 и 2016 г. наибольшее предпочтение обследованные отдавали водке, коньяку и другим крепким напиткам (2014 г. – 44,6 ± 1,4 на 100 опрошенных, 2016 г. – 36,9 на опрошенных). Если в 2014 г. на втором месте по вкусовым предпочтениям находились сухое вино и шампанское, то к 2016 г. они уступили место пиву (табл. 5). В целом отмечается тенденция к сокращению числа лиц, употреблявших алкогольную продукцию по всем видам, кроме пива (+10,3 %).

Таблица 5

Распределение видов алкогольной продукции по вкусовым предпочтениям респондентов, на 100 опрошенных

Вид алкогольной продукции	Респонденты, употреблявшие алкоголь в течение недели, на 100 опрошенных		Темп прироста, %
	2014 г.	2016 г.	
Пиво	31,9 ± 1,3	35,2 ± 1,3	+10,3
Сухое вино, шампанское	38,4 ± 1,4	26,0 ± 1,2	–32,3
Крепленое вино	14,3 ± 0,99	12,1 ± 0,9	–15,4
Домашние крепкие настойки	14,6 ± 0,99	11,9 ± 0,9	–18,5
Водка, коньяк и другие крепкие напитки	44,6 ± 1,4	36,9 ± 1,4	–17,3

Среднее количество употребляемой алкогольной продукции имело тенденцию к сокращению (табл. 6) по всем видам, кроме крепленого вина (+72,7 %).

Таблица 6

Среднее количество употребленной продукции на человека в течение недели, мл

Вид алкогольной продукции	Употреблено алкоголя респондентами в течение недели, мл		Темп прироста, %
	2014 г.	2016 г.	
Пиво	1041,8 ± 86,8	803,9 ± 59,1	–22,8
Сухое вино, шампанское	38,4 ± 1,4	26,0 ± 1,2	–32,3
Крепленое вино	444,4 ± 98,7	267,6 ± 57,8	–39,8
Домашние крепкие настойки	229,9 ± 28,9	397,2 ± 92,7	+72,7
Водка, коньяк и другие крепкие напитки	348,7 ± 33,1	276,1 ± 32,6	–20,8

При индивидуальной оценке состояния здоровья в 2014 г. половина опрошенных (50,2 %) оценивала его как плохое. К 2016 г. доля лиц, ответивших подобным образом, сократилась до 42,1 %, и отметился рост числа читающих его удовлетворительным с 34,9 % (второе ранговое место) до 43,4 % (первое ранговое место). Лишь 4,6 % считали свое здоровье отличным, однако количество данных респондентов сократилась до 3,3 %.

Следует отметить, что подавляющее число обследованных (2014 г. – 79,9 %, 2016 г. – 79,3 %) знали цифры собственного артериального давления. У лиц обоего пола отмечалось аналогичное распределение ответов.

Между тем более трети обследованным медицинский персонал сообщал о имеющемся у них повышенном артериальном давлении (2014 г. – 38,7 %, 2016 г. – 34,7 %), подобным образом распределились ответы у мужчин (2014 г. – 38,1 %, 2016 г. – 35,2 %) и у женщин (2014 г. – 35,2 %, 2016 г. – 34,2 %). Однако лишь четверть респондентов принимали медицинские препараты для снижения ар-

териального давления в течение двух недель, предшествующих обследованию (2014 г. – 25,1 %, 2016 г. – 22,9 %).

Менее 10,0 % взрослого населения медицинские работники сообщали о повышенном уровне сахара в крови (2014 г. – 8,1 %, 2016 г. – 9,8 %). Доля лиц от общего числа обследованных, принимавших в течение двух недель, предшествующих обследованию, препараты, способствующие снижению уровня сахара в крови, увеличилась с 3,7 до 5,6 %.

В ходе исследования была отмечена тенденция к росту числа лиц, знавших собственный уровень холестерина в крови (с 40,7 до 56,1 %; темп прироста +37,8 %). Следует отметить, что женщины более интересовались значением данного показателя, чем мужчины (табл. 7). Между тем отмечается рост доли обследованных, которым медицинский персонал сообщал о имеющемся у них повышенном уровне холестерина (с 12,1 до 20,1 %).

Таблица 7

Отношение респондентов к уровню холестерина, %

Ответ	2014 г.			2016 г.		
	все	мужчины	женщины	все	мужчины	женщины
Не знают	59,3	68,1	34,2	40,9	50,8	33,1
Знают	40,7	31,9	65,8	59,1	49,2	66,9

По данным опроса чаще всего у респондентов регистрировали хронический бронхит (2014 г. – 11,3 ± 0,9 на 100 опрошенных, 2016 г. – 13,9 ± 0,9 на 100 опрошенных), на втором ранговом месте находилась ишемическая болезнь сердца – 5,9 ± 0,7 на 100 опрошенных в оба года, на третьем месте – сахарный диабет (2014 г. – 3,6 ± 0,5 на 100 опрошенных, 2016 г. – 3,8 ± 0,5 на 100 опрошенных). Из больных сахарным диабетом треть (2014 г. – 31,1 %, 2016 г. – 35,7 %) страдали первым типом данного заболевания, оставшиеся – вторым.

Результаты. По итогам исследования были выявлены следующие особенности:

– питание характеризовалось нерациональным отношением к употреблению (по мере убывания распространенности): поваренной соли – в сторону повышения; растительной пищи с высоким содержанием клетчатки – в сторону уменьшения, а также сахара – в сторону избыточного употребления;

– образ жизни обследованных (две трети) характеризовался как малоактивный и малоподвижный, с употреблением табачных изделий (одна треть респондентов);

– три четверти граждан употребляли алкогольную продукцию с различной регулярностью;

– собственное здоровье респонденты оценивали как плохое и удовлетворительное; среди заболеваний наиболее часто у обследованных регистрировался хронический бронхит.

Таким образом, был разработан и внедрен эффективный инструмент, направленный на выявление изменений распространенности факторов риска хронических неинфекционных заболеваний, позволяющий как оценить эффективность профилактических мероприятий, реализуемых на территории Нижегородской области, так и провести их корректировку.

В настоящее время между ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора и ГБУЗ НО НОЦМП заключен договор о сотрудничестве, на основании которого в 2020 г. будет проводиться третий этап эпидемиологического мониторинга.

Список литературы

1. Филиппов Е.В. Факторы риска, неблагоприятные исходы хронических неинфекционных заболеваний и возможности их профилактики в регионе с высоким уровнем смертности: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Рязань, 2015. – 50 с.

2. Хронические неинфекционные заболевания: эффекты сочетанного влияния факторов риска / О.С. Кобякова, И.А. Деев, Е.С. Куликов [и др.] // Профилактическая медицина. – 2019. – № 2. – С. 45–50.

3. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015 / M.H. Forouzanfar, A. Afshin, L.T. Alexander [et al.] // Lancet. – 2016. – Vol. 388, № 10053. – P. 1659–1724. DOI: 10.1016/S0140-6736 (16) 31679-8

4. Noncommunicable Diseases (NCD) Country Profiles 2014 [Электронный ресурс] // World Health Organization. – URL: https://www.who.int/nmh/publications/ncd-profiles-2014/en/ (дата обращения: 03.03.2020).

5. World health statistics 2017: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals [Электронный ресурс] // World Health Organization. – URL: https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2017/EN_WHS2017_TOC.pdf? ua=1 (дата обращения: 03.03.2020).

Тенденции в показателях физического развития школьников по результатам биоимпедансного анализа состава тела

И.Е. Штина[1], С.Л. Валина[1], Д.А. Эйсфельд[1], О.Ю. Устинова[1,2]

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

Использование индекса массы тела не всегда является достаточным для диагностики нарушений питания у детей, так как не учитывает компонентный состав массы тела. Изучены особенности компонентов состава тела учащихся по данным результатов биоимпедансного анализа.

Обследовано 106 учащихся средней городской общеобразовательной школы трех возрастных групп, разделенных на подгруппы по половому признаку. Проведено сравнение антропометрических данных, средних значений, а также частоты отклонения от нормативных значений основных параметров биоимпедансного анализа, выполненного с помощью анализатора АВС-01 «Медасс».

У мальчиков в возрасте 7–8 лет выявлена тенденция к более частой регистрации как недостатка, так и избытка жировой массы тела относительно девочек (36 против 8 % и 36 против 15 %). Компонентный состав тела девочек этой возрастной группы характеризовался более высокими значениями показателей скелетно-мышечной массы. У мальчиков возрастной группы 12–14 лет средние значения фазового угла, активной клеточной массы и ее доли были статистически ниже аналогичных показателей девочек. Средние значения роста и массы тела мальчиков в возрастной группе 15–17 лет превышали соответствующие показатели девочек. Средние значения фазового угла, тощей массы, активной клеточной массы, скелетно-мышечной массы и их долей были статистически выше у мальчиков на фоне более низких значений параметров жирового обмена относительно аналогичных показателей девочек. Выявлена корреляция между возрастом и долей скелетно-мышечной массы и относительным значением активной клеточной массы у мальчиков и долей жировой массы у девочек. Процент высоких значений доли жировой массы до 2,2 раза превышал процент высоких значений индекса массы тела.

Таким образом, в период с 7 до 17 лет у мальчиков наблюдается повышение показателей, характеризующих уровень двигательной активности и общего физического развития, а у девочек увеличивается распространенность избыточного содержания жировой ткани и ожирения.

Ключевые слова: биоимпедансный анализ состава тела, школьники, индекс массы тела, нарушения питания, жировой обмен.

Своевременная диагностика соматической патологии, а также формирование здорового образа жизни школьников являются важными направлениями профилактической медицины [3, 4, 5]. В формировании хронической соматической патологии одно из ведущих мест принадлежит нарушениям питания. Дети с избыточной массой тела и ожирением являются группой риска по раннему развитию сахарного диабета второго типа и сердечно-сосудистых заболеваний в старших возрастных группах, в связи с чем вопросы профилактики детского ожирения требуют первоочередного внимания [1, 2, 8].

Для диагностики нарушений питания у детей традиционно применяют методику, основанную на оценке антропометрических индексов. Использование только индекса массы тела (ИМТ) не учитывает компонентный состав массы тела. Рост числа детей с ожирением связан не только с развитием жировых накоплений, но и с изменением состава тела (уменьшением мышечной массы при сохранении жировой) [1, 6–9].

Биоимпедансный анализ (БИА) состава тела в настоящее время является наиболее простым, неинвазивным методом, который используется в составе комплексной оценки функционального статуса, физической активности, состояния и мониторинга питания детского населения [1, 6, 7].

Цель исследования – изучение возрастных и гендерных особенностей состава тела школьников по данным биоимпедансного анализа.

Материалы и методы. Обследовано 106 учащихся городской средней общеобразовательной школы. Дети были разделены на 3 возрастные группы (7–8; 12–14; 15–17 лет), каждая из которых была разделена на подгруппы по половому признаку. Первую группу детей составили учащиеся первого класса (14 мальчиков и 14 девочек в возрасте $7{,}6 \pm 0{,}5$ г., $p > 0{,}05$); во вторую группу вошли учащиеся 6–7-х классов (20 мальчиков и 15 девочек, в возрасте $12{,}9 \pm 0{,}7$ и $13{,}0 \pm 0{,}6$ г. соответственно, $p > 0{,}05$), в третью группу – учащиеся 10–11-х классов (19 мальчиков и 24 девочки в возрасте $16{,}1 \pm 0{,}9$ и $16{,}1 \pm 0{,}6$ г., $p > 0{,}05$).

Всем детям по стандартной методике определена длина тела (см) стоя (рост) с помощью ростомера РП (погрешность измерения ± 2 мм) и масса тела (М, кг) – с помощью медицинских напольных электронных весов с погрешностью измерений ± 50 г, рассчитан индекс массы тела (ИМТ, кг/м^2). Сантиметровой медицинской лентой проведены замеры обхвата талии (ОТ, см) и обхвата бедер (ОБ, см).

Биоимпедансное исследование проводили с использованием анализатора «АВС-01» (ООО «Медасс», РФ) по стандартной схеме с использованием одноразовых биоадгезивных электродов. На основании выполненного анализа проведена сравнительная оценка ИМТ, жировой массы (ЖМ, кг), доли жировой массы (доля ЖМ, %), тощей массы (ТМ, кг), активной клеточной массы (АКМ, кг) и ее доли (доля АКМ, %), фазового угла (ФУ, град), скелетно-мышечной массы (СММ) и ее доли (доля СММ, %), минеральной массы (ММ), индекса талия-бедра (ИТБ = ОТ/ОБ, усл. ед.).

Исследование проведено с соблюдением правил медицинской этики, одобрено этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». У всех законных представителей обследованных детей предварительно было получено добровольное информированное согласие.

Сравнительный анализ полученных данных выполнен с помощью методов описательной и сравнительной статистики. Сравнение показателей проводили по средним абсолютным значениям измерений и средним значениям процентов от середины нормы. В качестве нормальных использованы значения, попадающие в 25–75-й центиль [6]. Выполнено сравнение показателей в зависимости от пола и возраста, а также расчет среднегрупповых значений (M) параметров и величины стандартного отклонения SD ($M \pm SD$). В ходе исследования был проведен анализ структуры выявленных отклонений показателей от физиологических значений. Для оценки статистической значимости различий между средними значениями групповых показателей применяли t-критерий Стьюдента. Для сравнения относительных показателей использован точный критерий Фишера. Проведен корреляционный анализ для выявления связи между возрастом и результирующими показателями. Статистически значимыми считали различия при уровне $p \leq 0{,}05$. Обработку данных производили с помощью стандартного пакета статистических функций Microsoft Excel, 2010.

Результаты. У детей в возрасте 7–8 лет сравнительный анализ антропометрических данных, таких как рост и масса тела, обхваты талии и бедер, тазобедренный индекс, не выявил достоверных различий между средними значениями мальчиков и девочек (128,5 ± 7,4 и 126,4 ± 4,4 см; 27,0 ± 6,7 и 25,6 ± 3,7 кг; 55,6 ± 6,9 и 54,0 ± 3,8 см; 66,5 ± 7,5 и 65,6 ± 4,6 см; $p > 0{,}05$). Одновременно не выявлено различий у мальчиков и девочек в значениях фазового угла, характеризующего уровень общей работоспособности и интенсивности обмена веществ (6,0 ± 0,8 и 6,0 ± 0,7 град, $p = 0{,}8$). Было установлено, что доля девочек с нормальным ИМТ в 2,5 раза превышала долю мальчиков (72 против 29 %, $p = 0{,}02$), в то время как с высокими значениями ИМТ было в 2,8 раза больше мальчиков ($p = 0{,}10$). Анализ ИМТ показал, что значения, превышающие +1 SDS ИМТ, выявлены у 14 % мальчиков и 7 % девочек ($p = 0{,}2$). У остальных девочек и мальчиков ИМТ укладывался в нормативные зна-

чения: от –2 до +1 SDS ИМТ. Согласно данным таблицы, нормальные значения жировой массы в 2,4 раза чаще регистрировались у девочек ($p = 0,01$). Сравнительный анализ данных, полученных в ходе исследования, показал, что степень развития СММ у девочек этой возрастной группы, как и процент детей, имеющих высокие значения СММ, превышали показатели мальчиков ($p = 0,05$). Доля СММ у девочек также превышала средние относительные показатели мальчиков ($p = 0,001$). Несмотря на то что у всех детей в возрасте 7–8 лет доля АКМ была выше 75-го центиля, среднее относительное значение доли АКМ у девочек было статистически значимо выше, чем у мальчиков ($p = 0,02$).

Анализ данных антропометрического исследования (рост, масса тела, ИМТ) у детей в возрасте 12–14 лет не установил достоверных групповых различий (160,4 ± 9,9 и 161,2 ± 7,6 см; 52,3 ± 14,9 и 53,8 ± 11,1 кг; 20,1 ± 4,6 и 20,6 ± 3,5 кг/м^2 соответственно, $p \geq 0,05$). Обхват бедер у девочек имел тенденцию к более высоким значениям относительно мальчиков (83,5 ± 9,2 и 89,0 ± 9,3 см; $p = 0,09$). У мальчиков данной возрастной группы средние абсолютные и относительные значения фазового угла были статистически значимо ниже аналогичных показателей девочек ($p = 0,009$), а доля мальчиков с низкими значениями ФУ в 2,7 раза превышала данный показатель девочек ($p = 0,01$). Среди мальчиков частота встречаемости высоких значений жировой массы и доли жировой массы превышала количество случаев с высоким ИМТ (20 %) до 2,2 раза. У мальчиков на фоне высоких значений показателей жировой массы выявлены более низкие средние относительные значения АКМ ($p = 0,002$) и СММ ($p = 0,01$). Средние абсолютные и относительные значения доли АКМ у мальчиков были статистически значимо ниже значений девочек ($p = 0,007$ и $p = 0,0001$ соответственно). Количество случаев снижения АКМ у мальчиков составило 30 %, доли АКМ – в 2,0 раза меньше. Анализ среднегрупповых показателей, характеризующих минеральный обмен, достоверных различий между подгруппами не выявил, однако 10 % мальчиков и 13 % девочек имели низкие параметры минеральной массы (таблица).

При сопоставлении массо-ростовых показателей детей возрастной группы 15–17 лет установлено, что средний рост мальчиков превышал рост девочек более чем на 10 см (172,4 ± 7,1 и 161,6 ± 6,3 см; $p < 0,001$), а средняя масса тела – более чем на 7 кг (65,2 ± 11,9 и 57,4 ± 9,1 кг; $p = 0,003$), при этом среднее значение ИМТ не имело достоверных гендерных различий (22,0 ± 4,0 и 22,0 ± 3,2 кг/м^2). Одновременно показатели абсолютного и относительного среднего значения ФУ были статистически значимо выше у мальчиков ($p = 0,01$). Следует отметить, что в данной возрастной группе у юношей не было выявлено ни одного случая сниженного значения ФУ, в то время как у каждой третьей девочки значение ФУ было ниже 25-го центиля ($p = 0,02$), что может косвенно свидетельствовать о снижении обмена веществ и наличии хронических соматических заболеваний [4]. Представленные в таблице средние значения показателей жирового обмена у мальчиков старшей возрастной группы были статистически значимо ниже аналогичных показателей девочек: показатель ЖМ – в 1,5 раза ($p = 0,01$), доля ЖМ – в 1,6 раза ($p = 0,001$), относительные показатели доли ЖМ – в 1,3 раза ($p = 0,003$). Процент юношей, имеющих нормальные значения доли ЖМ, в 2,0 раза превышал процент девушек ($p = 0,02$). Обращает внимание, что около 70 % девушек имели значения доли ЖМ, соответствующие значениям выше 75-го центиля. У мальчиков значе-

ния тощей массы, активной клеточной массы и скелетно-мышечной массы статистически значимо превышали аналогичные показатели девочек соответственно в 1,3, 1,4 и 1,5 раза ($p \leq 0{,}001$). В группе мальчиков старшего возраста высокие значения доли АКМ и доли СММ встречались в 2,0 раза чаще, чем у девочек аналогичного возраста ($p = 0{,}02$). Среднее значение минеральной массы у мальчиков статистически значимо превышало уровень минеральной массы у девочек в 1,2 раза ($p \leq 0{,}001$).

Сравнительный анализ показателей биоимпедансного исследования у мальчиков в различные возрастные периоды показал, что высокие значения ИМТ во все возрастные периоды регистрировались с приблизительно равной частотой 20–27 %. Наиболее часто (у 45,0 %) избыток доли жировой массы выявлялся в возрасте 13,0 ± 0,6 г., наименьшая частота регистрации избытка жировой массы установлена в возрасте 16,1 ± 0,9 г. Значения ФУ ниже 25-го центиля с наибольшей частотой (у 55 %) выявлялись у мальчиков в возрасте 13,0 ± 0,6 г. Существенной динамики значений показателя активной клеточной массы за возрастной период 7–17 лет не выявлено, низкие значения в каждой возрастной группе выявлялись у 22–30 %. Более 80 % мальчиков трех возрастных групп имели значения скелетно-мышечной массы выше 25-го центиля, что свидетельствует об удовлетворительном физическом развитии. Однако низкие значения минеральной массы регистрировались у 10–15 % мальчиков в возрасте от 7 до 14 лет, у старшеклассников значения ниже физиологической нормы выявлялись лишь у 5 %. Анализ динамики средних значений параметров биоимпедансометрии за изучаемый возрастной период показал, что у мальчиков наблюдается снижение ИТБ (с 0,84 ± 0,4 до 0,81 ± 0,04, $p = 0{,}04$), статистически значимое увеличение доли СММ с 48,4 ± 3,2 до 58,1 ± 2,8 % ($p = 0{,}001$), и доли АКМ – с 53,3 ± 3,7 до 59,2 ± 4,0 % ($p = 0{,}001$).

Анализ изменений показателей биоимпедансометрии у девочек с возрастом выявил более выраженные различия в показателях жировой массы. У девочек высокий ИМТ с 8 % случаев в возрасте 7–8 лет увеличился до 38 % в возрасте 15–17 лет ($p = 0{,}04$), а число девочек с избытком доли жировой массы за аналогичный период увеличилось в 4,5 раза с 15 до 67 % ($p < 0{,}005$), при этом абсолютное значение доли ЖМ возросло в 1,5 раза (с 19,5 ± 4,4 до 29,3 ± 5,6 %, $p = 0{,}001$), относительное значение – в 1,3 раза (с 105,4 ± 23,5 до 134,3 ± 26,1 %, $p = 0{,}001$). В возрастном периоде 15–17 лет наиболее часто регистрировались низкие значения ФУ (у 33 %) и СММ (у 13 %), относительное среднее значение которой имело максимально низкий уровень (103,2 ± 11,4 % против 127,9–148,9 %, $p < 0{,}005$). Значения АКМ ниже физиологических значений были наиболее распространены среди самой младшей возрастной группы (36 %). В динамике возрастного развития девочек значимых изменений доли АКМ не произошло (53,7 ± 3,3 против 55,1 ± 2,8 %, $p = 0{,}2$), а доля СММ возросла с 45,8 ± 2,3 до 49,4 ± 2,3 % ($p = 0{,}001$). Выраженной динамики показателей минеральной массы не выявлено, нормальные значения выявлялись более чем у 80 % девочек любой возрастной группы.

В результате корреляционного анализа у мальчиков выявлена прямая связь возраста с долей СММ ($r = 0{,}64$, $p < 0{,}001$) и относительным значением АКМ ($r = 0{,}57$, $p < 0{,}001$), у девочек – с долей ЖМ ($r = 0{,}55$, $p < 0{,}001$).

Результаты биоимпедансного исследования мальчиков и девочек

Показатель	Мальчики					Девочки				
	Абсолютное значение	Относительное значение	Процент низких значений	Процент нормальных значений	Процент высоких значений	Абсолютное значение	Относительное значение	Процент низких значений	Процент нормальных значений	Процент высоких значений
Результаты биоимпедансного исследования мальчиков и девочек в возрасте 7–8 лет										
ИМТ, кг/м^2	16,1 ± 2,4	103,4 ± 16,2	50	29	22	15,9 ± 1,4	100,3 ± 8,8	22	72	8
Фазовый угол, град	6,0 ± 0,8	103,5 ± 13,1	15	58	29	6,0 ± 0,7	104,6 ± 11,5	22	43*	36
ИТБ, усл. ед.	0,84 ± 0,04	97,4 ± 4,5	36	58	8	0,82 ± 0,03	97,9 ± 3,1	15	65	22
ЖМ, кг	4,7 ± 3,5	86,5 ± 55,2	36	36	29	5,0 ± 1,6	107,9 ± 28,1	8	86*	8
Доля ЖМ, %	15,7 ± 9,2	99,5 ± 58,9	36	29	36	19,5 ± 4,4	105,4 ± 23,5	8	79*	15
ТМ, кг	22,3 ± 3,9	92,9 ± 6,8	22	36	43	20,6 ± 2,9	91,4 ± 7,4	15	65	22
АКМ, кг	11,9 ± 2,3	81,3 ± 8,5	22	36	43	11,1 ± 1,8	86,9 ± 10,2	36	43	22
Доля АКМ, %	53,3 ± 3,7	95,1 ± 6,7	0	0	100	53,7 ± 3,3	101,4 ± 6,2*	0	0	100
СММ, кг	10,9 ± 2,2	129,3 ± 35,9	8	50	43	9,5 ± 1,8	148,9 ± 30,4	0	22	79
Доля СММ, %	48,4 ± 3,2	120,8 ± 9,5	0	8	93	45,8 ± 2,3*	149,5 ± 10,2*	0	0	100
ММ, кг	1,6 ± 0,2	106,5 ± 14,9	15	50	36	1,5 ± 0,1	104,5 ± 10,2	15	36	50
Результаты биоимпедансного исследования мальчиков и девочек в возрасте 12–14 лет										
ИМТ, кг/м^2	20,1 ± 4,6	108,7 ± 24,2	40	40	20	20,6 ± 3,5	106,5 ± 17,9	20	40	40
Фазовый угол, град	5,7 ± 0,3	92,9 ± 5,5	55	45	0	6,4 ± 1,0*	105,1 ± 15,9*	20	53	27*
ИТБ, усл. ед.	0,83 ± 0,05	101,8 ± 6,4	20	50	30	0,75 ± 0,05*	98,3 ± 6,2	33	47	20
ЖМ, кг	12,3 ± 8,5	129,6 ± 87,9	30	30	40	14,0 ± 5,7	116,5 ± 45,8	20	40	40
Доля ЖМ, %	21,6 ± 9,8	126,2 ± 57,3	25	30	45	25,2 ± 6,5	122,3 ± 31,1	7	53	40
ТМ, кг	40,0 ± 8,3	88,2 ± 9,5	10	50	40	39,8 ± 6,7	92,8 ± 8,9	7	33	60
АКМ, кг	20,9 ± 4,7	83,3 ± 10,5	30	35	35	22,3 ± 5,1	98,5 ± 14,9*	7	40	53
Доля АКМ, %	52,1 ± 1,8	93,1 ± 3,3	15	30	55	55,6 ± 4,3*	104,9 ± 8,0*	0	20	80
СММ, кг	23,2 ± 4,6	110,6 ± 19,3	15	60	45	20,0 ± 3,0*	127,9 ± 18,7	0	27	73
Доля СММ, %	58,0 ± 4,6	106,6 ± 8,8	15	30	55	50,4 ± 2,2*	111,6 ± 6,4	0	20	80
ММ, кг	2,4 ± 0,4	109,6 ± 20,0	10	45	45	2,3 ± 0,3	115,9 ± 19,9	13	40	47
Результаты биоимпедансного исследования мальчиков и девочек в возрасте 15–17 лет										
ИМТ, кг/м^2	22,0 ± 4,0	105,5 ± 17,8	16	58	26	22,0 ± 3,2	103,3 ± 15,1	13	46	38
Фазовый угол, град	7,3 ± 1,1	109,3 ± 16,0	0	68	32	6,3 ± 0,6*	98,4 ± 9,3*	33*	50	17
ИТБ, усл. ед.	0,81 ± 0,04	101,8 ± 5,1	26	47	26	0,74 ± 0,05	108,3 ± 34,8	21	58	21
ЖМ, кг	12,4 ± 5,9	120,1 ± 58,8	26	53	21	17,1 ± 5,7*	141,8 ± 47,2	8	63	29
Доля ЖМ, %	18,4 ± 6,3	102,8 ± 35,0	16	68	16	29,3 ± 5,6*	134,3 ± 26,1*	0	33*	67
ТМ, кг	52,8 ± 7,9	98,7 ± 13,5	21	42	37	40,3 ± 4,8	93,9 ± 9,7	17	63	21
АКМ, кг	31,4 ± 6,1	106,8 ± 21,1	26	37	37	22,2 ± 3,1	98,9 ± 13,0	25	54	21
Доля АКМ, %	59,2 ± 4,0	105,8 ± 7,3	11	21	69	55,1 ± 2,8	104,1 ± 5,2	13	55*	34*
СММ, кг	30,5 ± 3,6	104,5 ± 11,9	16	53	32	19,9 ± 2,2	103,2 ± 11,4	13	75	13
Доля СММ, %	58,1 ± 2,8	104,0 ± 4,6	11	21	69	49,4 ± 2,3*	111,6 ± 6,4	13	55*	34*
ММ, кг	2,9 ± 0,3	105,5 ± 11,5	5	58	37	2,4 ± 0,2	101,9 ± 4,7	17	58	25

Примечание: * – статистическая значимость различий, $p \leq 0,05$.

Выводы:

1. По результатам биоимпедансного анализа состава тела детей младшего школьного возраста у мальчиков до 3,6 раза чаще выявлялся избыток жировой массы, у девочек – до 1,2 раза выше доля скелетно-мышечной массы.

2. В возрасте 12–14 лет значения фазового угла, активно-клеточной и скелетно-мышечной массы свидетельствуют о более высокой физической активности у девочек.

3. Значения параметров, характеризующих уровень работоспособности, тренированности и интенсивности обмена веществ, у мальчиков в старшем школьном возрасте до 1,6 раза превышают соответствующие показатели девочек.

Список литературы

1. Биоимпедансное исследование состава тела населения России / С.Г. Руднев, Н.П. Соболева, С.А. Стерликов [и др.]. – М.: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. – 493 с.

2. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. – М.: УП ПРИНТ, 2017. – 8-й вып. – 112 с.

3. Кучма В.Р. Медицинское обеспечение детей в образовательных учреждениях – основа профилактики заболеваний и охрана здоровья детей и подростков в современных условиях // Российский педиатрический журнал. – 2013. – № 3. – С. 42–46.

4. Лир Д.Н., Перевалов А.Я. Анализ фактического домашнего питания проживающих в городе детей дошкольного и школьного возраста // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 3. – С. 69–77.

5. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению ожирения у детей и подростков. – М., 2014. – 140 с.

6. A Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis-clinical relevance and applicability of impedance parameters / K. Norman, N. Stobäus, M. Pirlich [et al.] // Clin. Nutr. – 2012. – Vol. 31, № 6. – P. 854–861. DOI: 10.1016/j.clnu

7. Critical factors and their impact on bioelectrical impedance analysis in children: a review / S. Brantlov, L.C. Ward, L. Jødal [et al.] // J. Med. Eng. Technol. – 2017. – Vol. 41, № 1. – P. 22–35. DOI: 10.1080/03091902.2016.1209590

8. Childhood overweight and obesity [Электронный ресурс] // World health organization. – URL: https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/en/ (дата обращения: 02.07.2019).

9. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis / A. Javed, M. Jumean, M.H. Murad [et al.] // Pediatric obesity. – 2015. – Vol. 10, № 3. – P. 234–244. DOI: 10.1111/ijpo.242

Анализ первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения Российской Федерации за 2008–2018 гг.

В.Н. Филатов, Д.С. Заярный, Г.М. Пивоварова, П.Н. Морозько

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

Проанализированы структура и динамика уровня первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия за 2008–2018 гг. среди населения Российской Федерации с учетом федеральных округов.

Использовались отчетные документы Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, Министерства здравоохранения Российской Федерации, обработанные медико-статистическим и аналитическим методом с помощью программ Microsoft Word, Microsoft Excel.

Психозы и состояния слабоумия занимают ведущее место в структуре первичной заболеваемости психическими расстройствами среди населения РФ за 2018 г., на долю которых приходится 51 %.

Изменение в динамике первичной заболеваемости психозами и слабоумием свидетельствует о снижении показателя на 12,4 % в период с 2008 по 2018 г.

Наибольший уровень первичной заболеваемости психозами и слабоумием среди населения РФ с учетом федеральных округов в период с 2008 по 2018 г. отмечен в 2017 г. в Северо-Западном федеральном округе, который составил 30,5 на 100 тыс. населения.

Определены субъекты риска.

Ключевые слова: первичная заболеваемость, психозы, слабоумие, субъекты риска, Российская Федерация.

В современных условиях реформы здравоохранения крайне важным является определение направлений дальнейшего совершенствования системы помощи больным с психическими расстройствами. Психические расстройства являются второй по значимости причиной бремени болезней после заболеваний сердечно-сосудистой системы. На их долю приходится 19,5 % всех лет жизни, утраченных в результате инвалидности (DALY). Психические расстройства составляют более 40 % всех хронических заболеваний и являются одной из главных причин утраты здоровых лет жизни в связи с инвалидностью [1–6].

Распространенность аффективных психозов оценивается по-разному, но в целом составляет 0,32–0,64 на 1000 населения (для случаев «большой» депрессии); 0,12 на 1000 населения для биполярных расстройств. Большую часть заболевших составляют лица с монополярными депрессивными фазами и преобладанием депрессивных фаз при биполярном течении [8, 9].

Для улучшения качества оказания медицинской помощи издан приказ Минздравсоцразвития России от 17.05.2012 № 566н (ред. от 13.09.2018) «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи при психических расстройствах и расстройствах поведения» [5].

Цель исследования – провести анализ структуры и динамики уровня первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения Российской Федерации с учетом федеральных округов за 2008–2018 гг., определить субъекты риска.

Материалы и методы. Использовались отчетные документы Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, Министерства здравоохранения Российской Федерации, обработанные медико-статистическим и аналитическим методом с помощью программ Microsoft Word, Microsoft Excel.

Результаты. В структуре первичной заболеваемости психическими расстройствами среди населения Российской Федерации за 2018 г. психозы и состояния слабоумия занимают лидирующие места, на долю которых приходится 51 %.

С учетом федеральных округов наибольшая доля распределения первичной заболеваемости психозами и слабоумием за 2018 г. приходится на население Приволжского федерального округа – 27 %, на втором месте население Центрального федерального округа – 25 %, наименьший показатель составило население Северо-Кавказского федерального округа – 4 % (рис. 1).

Рис. 1. Структура первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения РФ за 2018 г., %

Для оценки уровня первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения РФ, проведено сравнение этих показателей с 2008 по 2018 г., установленный уровень в 2008 г. составил 23,4 на 100 тыс. населения, а за 2018 г. – 20,3 на 100 тыс. человек, что указывает на снижение показателя на 12,4 %. При этом в 2009 и 2010 г. уровень увеличился на 6 % по сравнению с 2008 г., и с 2011 г. отмечается постепенное снижение на 1,5–2,0 %. С 2016 г. установлена заболеваемость на уровне в 20,3 на 100 тыс. населения, а в 2018 г. она составила 20,5 на 100 тыс. населения (таблица).

Наибольший уровень первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия в 2018 г. среди федеральных округов отмечен в Северо-Западном федеральном округе и составляет 29,6 на 100 тыс. населения, на втором месте – население Приволжского федерального округа с уровнем 27,1 на 100 тыс. населения, на третьем месте – население Дальневосточного федерального округа, уровень заболеваемости которого равен 20,5 на 100 тыс. населения, минимальный показатель отмечен в Южном федеральном округе – 11,2 на 100 тыс. населения.

Уровень первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения Российской Федерации с учетом федеральных округов за 2008–2018 гг., на 100 тыс. населения

Россия / Федеральный округ	Год										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Российская Федерация	23,4	24,6	24,6	23,4	22,8	21,9	21,2	21,1	20,3	20,3	20,5
Центральный ФО	23,4	23,1	23,3	22,3	21,6	20,3	19,4	19,4	19,3	18,9	19,4
Северо-Западный ФО	29,7	29,2	28,9	27,9	27,9	29,3	28,7	29,9	30	30,5	29,6
Южный ФО	14,4	14	16,3	11,7	11,9	12	12,6	10,6	12,5	12,2	11,2
Северо-Кавказский ФО	17	16,8	16,6	15,1	15,7	13,6	14	13,7	12,1	13,8	13,5
Приволжский ФО	28,7	30,3	29,9	29,7	28,8	27,6	27	26,6	25,7	26,3	27,1
Уральский ФО	26,4	28,2	27,5	25,6	26	25,2	22,4	20,3	19,4	17,8	18,3
Сибирский ФО	25,3	25	24,5	24,3	22,2	21,1	19,8	21,1	18,3	19	18,4
Дальневосточный ФО	25,4	23,6	23,7	22,5	20,8	19	20,2	20,5	20,7	20,8	20,5

Анализ динамики первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия с учетом федеральных округов за 2008–2018 гг. показан на рис. 2 и 3, исходя из представленных данных установлено, что наибольшее снижение показателя наблюдается среди населения: Уральского федерального округа на 30,7 %, Сибирского федерального округа – на 27,2 %, и Южного федерального округа – на 22,2 %. Однако за обозначенный период первичная заболеваемость психозами и состояниями слабоумия в Северо-Западном и Приволжском федеральных округах остается практически без изменения. Доля населения с впервые установленным диагнозом и взятых под диспансерное наблюдение в Северо-Западном федеральном округе к 2018 г. уменьшилась на 0,3 %, а в Приволжском федеральном округе тенденция к снижению отмечается на 5,6 % от изначальных данных.

Оценка уровня первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия показывает, что именно в этих двух регионах показатель выше не только среди среднего по стране, но и выше, чем в других федеральных округах. А именно в Северо-Западном федеральном округе уровень составляет 29,6 на 100 тыс. населения, что выше на 44 % от уровня по РФ, и в Приволжском федеральном округе уровень составляет 27,1 на 100 тыс. населения, что выше на 32 %.

Наибольший уровень первичной заболеваемости психозами и слабоумием среди населения РФ с учетом федеральных округов в период с 2008 по 2018 г. отмечен в 2017 г. в Северо-Западном федеральном округе, который составил 30,5 на 100 тыс. населения.

Анализируя динамику первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения Центрального, Северо-Кавказского и Дальневосточного Федеральных округов, за 2008–2018 гг., отмечается умеренное снижение на 18–22 % (рис. 2, 3).

Кроме того, необходимо выделить субъекты риска, в которых уровень заболеваемости психозами и состояниями слабоумия выше, чем в Российской Федерации. Анализируя субъекты риска в Центральном федеральном округе, установлено, что наиболее высокий уровень наблюдается в Воронежской области и составляет 49,4 на 100 тыс. населения, что в 2,5 раза превышает уровень психозов и слабоумия в РФ, на втором месте – население Рязанской области, в которой уровень заболеваемости составил 35,1 на 100 тыс. населения, что выше на 71 % от уровня в РФ, на

третьем месте – население Ярославской области с уровнем 34,2 на 100 тыс. населения, что выше на 65 % от уровня по РФ (рис. 4).

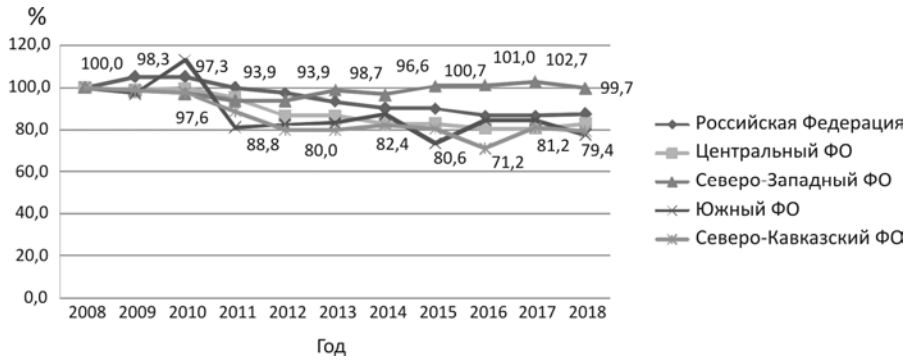


Рис. 2 Динамика первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения Российской Федерации, Центрального, Северо-Западного, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов за 2008–2018 гг., %

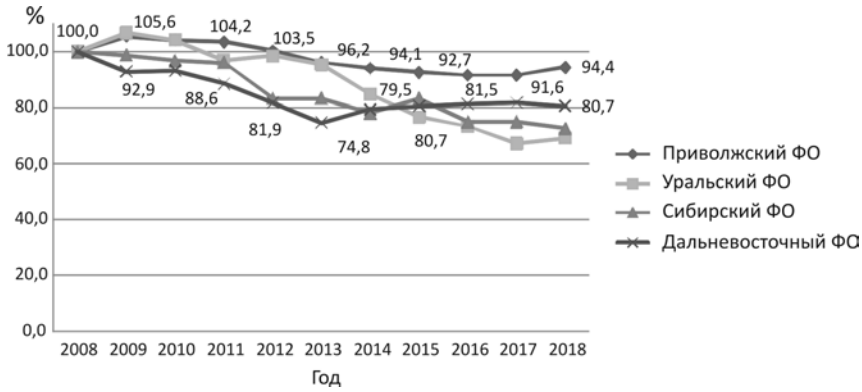


Рис. 3. Динамика первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения Приволжского, Уральского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов за 2008–2018 гг., %

Анализ субъектов риска в Северо-Западном федеральном округе установил, что наиболее высокий уровень по психозам и состояниями слабоумия наблюдается в Санкт-Петербурге и составляет 52,7 на 100 тыс. населения, что в 2,57 раза превышает уровень на территории РФ, на втором месте – население Вологодской области, в которой уровень психических расстройств составил 26,8, что на 30 % выше по РФ (см. рис. 4).

При анализе субъектов риска в Южном федеральном округе отмечено, что наиболее высокий уровень по психозам и состояниям слабоумия наблюдается в Республике Крым и составляет 25,8 на 100 тыс. населения, что на 26 % превышает уровень РФ, на втором месте – население Республики Адыгея, в которой уровень психических расстройств составил 23,6 на 100 тыс. населения, что выше на 15 % от уровня РФ.

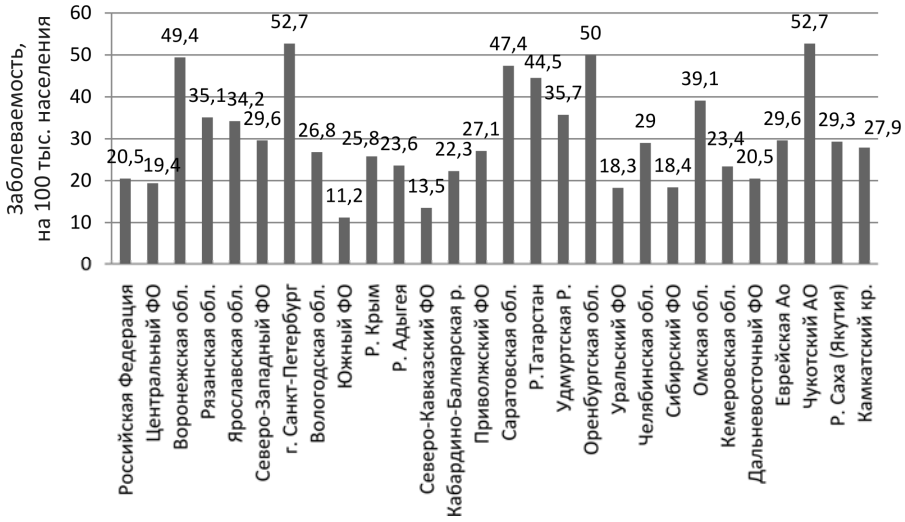


Рис. 4. Уровень первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения Российской Федерации, в федеральных округах и субъектах риска за 2018 г., на 100 тыс. населения

Субъектом риска в Северо-Кавказском федеральном округе является население Кабардино-Балкарской Республики и составляет 22,3 на 100 тыс. населения, что на 9 % превышает уровень РФ.

Субъектами риска в Приволжском федеральном округе являются с наибольшим уровнем по психозам и состояниям слабоумия население Оренбургской области – 50 на 100 тыс. населения, что в 2,43 раза превышает уровень РФ, на втором месте – население Саратовской области, в которой уровень составил 47,4 на 100 тыс. населения, что выше в 2,3 раза от уровня РФ, на третьем месте – население Республики Татарстан с уровнем 44,5 на 100 тыс. населения, что выше в 2,2 раза от уровня психозов и состояния слабоумия в РФ.

В Уральском федеральном округе установлено, что субъектом риска по психозам и состояниям слабоумия является население Челябинской области, уровень в которой составляет 29 на 100 тыс. населения, что на 41 % превышает уровень в РФ.

Анализируя субъекты риска в Сибирском федеральном округе, установлено, что наиболее высокий уровень по психозам отмечен в Омской области – 39,1 на 100 тыс. населения, что в 1,9 раза превышает уровень в РФ, на втором месте – население Кемеровской области, в которой уровень составил 23,4 на 100 тыс. населения, что выше в 1,9 раза, чем уровень по РФ.

Субъектами риска в Дальневосточном федеральном округе с наибольшим уровнем по психозам и состояниям слабоумия является население Чукотского автономного округа – 52,7 на 100 тыс. населения, что в 2,57 раза превышает уровень в РФ, на втором месте население Еврейской автономной области, в которой уровень составил 29,6 на 100 тыс. населения, что выше на 44 % от уровня в РФ, на третьем месте население Республики Саха (Якутия) с уровнем 29,3 на 100 тыс. населения, что выше на 43 % от уровня по РФ.

Выводы. Психозы и состояния слабоумия занимают ведущее место в структуре первичной заболеваемости психическими расстройствами среди населения РФ за 2018 г., на долю которых приходится 51 %.

Изменение в динамике первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия свидетельствует о снижении показателя на 12,4 % в период с 2008 по 2018 г. Наибольший уровень первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения РФ с учетом федеральных округов в период с 2008 по 2018 г. отмечен в Северо-Западном федеральном округе, который составил 30,5 на 100 тыс. населения в 2017 г.

При анализе динамики первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия с учетом федеральных округов за 2008–2018 гг. установлено, что наибольшее снижение показателя наблюдается среди населения Уральского федерального округа – на 30,7 %, среди населения Сибирского федерального округа – на 27,2 %, и Южного Федерального округа – на 22,2 %.

Выделены субъекты риска по первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди которых:

1) г. Санкт-Петербург – 52,7;
2) Чукотский АО – 52,7;
3) Оренбургская область – 50;
4) Воронежская область – 49,4;
5) Саратовская область – 47,4;
6) Республика Татарстан – 44,5;
7) Омская область – 39,1;
8) Удмуртская Республика – 35,7;
9) Рязанская область – 35,1;
10) Ярославская область – 34,2.

На основании данных о психических расстройствах дальнейшие цели по снижению заболеваемости должны быть направлены на осуществление планирования штатных нормативов и коечного фонда психиатрических учреждений на длительное время, оценку эффективности психиатрических служб и социально-реабилитационных мероприятий, анализирование инвалидизации больных, их профессиональную занятость, а также оценку роли различных факторов в развитии психических заболеваний, разработку современных профилактических мер.

Национальная политика в области охраны психического здоровья должна быть ориентирована на психические расстройства и на более широкие аспекты, способствующие укреплению психического здоровья. Укрепление психического здоровья необходимо учитывать в стратегиях и программах. Помимо сектора здравоохранения, к решению этих вопросов необходимо привлекать такие секторы, как образование, трудоустройство, правосудие, транспорт, окружающая среда, жилищное строительство и социальное обеспечение.

Список литературы

1. Булейко А.А., Солдаткин В.А., Никонова Н.В. Выраженность структурных нарушений мышления у больных шизофренией, сочетающейся с алкогольной зависимостью с учетом гендерных характеристик // Вопросы наркологии. – 2017. – № 6. – С. 67–69.

2. Васенина Е.Е., Левин О.С., Сонин А.Г. Современные тенденции в эпидемиологии деменции и ведении пациентов с когнитивными нарушениями // Журнал неврологии и психиатрии. – 2017. – № 6 (2). – С. 87–95.

3. Введение в психиатрическую клинику / под ред. Э. Крепелина, С.А. Овсянникова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 493 с.

4. Заболеваемость психическими расстройствами населения Северо-Западного федерального округа: стат. материалы и анализ / Н.В. Семенова, А.Я. Вукс, П.Д. Чернов [и др.]. – СПб.: Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2018. – 176 с.

5. Об утверждении порядка оказания медицинской помощи при психических расстройствах и расстройствах поведения: Приказ Минздравсоцразвития России от 17.05.2012 № 566н (ред. от 13.09.2018) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_132933/ (дата обращения: 17.03.2020).

6. Поликарпов А.В., Александрова Г.А., Голубев Н.А. Социально значимые заболевания населения России в 2008–2018 году: стат. сборник. – М.: Министерство здравоохранения Российской Федерациии. – М., 2009–2019. – 69 с.

7. Сухотина Н.К. Умственная отсталость // Психиатрия. Справочник практического врача / под ред. А.Г. Гофмана. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – С. 360–377.

8. Цыганков Б.Д. Психиатрия: руководство / под ред. Б.Д. Цыганкова, С.А. Овсянникова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 496 с.

9. Ястребова В.С. Распространенность психических расстройств в населении Российской Федерации в 2011 году. – М.: ФГБУ «ФМИЦПН» Минздрава России, 2014. – 43 с.

Особенности ВИЧ-инфекции среди населения Российской Федерации за 2008–2018 гг.

А.В. Балабышев, Г.М. Пивоварова, А.В. Мельник, Т.В. Коломенская

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

ВИЧ-инфекция относится к социально значимым заболеваниям, опасным для окружающих. Согласно Указу Президента Российской Федерации № 254 от 6 июня 2019 г. «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года», одной из основных задач развития здравоохранения в Российской Федерации является предотвращение распространения заболеваний, представляющих опасность для окружающих. В 2018 г. в стране было зарегистрировано 1 048 498 человек с ВИЧ-инфекцией. ВИЧ-инфекция непропорционально поражает группы риска: потребители инъекционных наркотиков; женщин и мужчин, оказывающих сексуальные услуги за плату, и др., которые способствуют

распространению ВИЧ-инфекции среди населения в целом. Остаются актуальными разработка и совершенствование профилактических мероприятий в отношении ВИЧ-инфекции и факторов риска ее развития.

Работа выполнялась с использованием данных официальной статистики Росстата, информационных бюллетеней Федерального научно-методического центра по профилактике и борьбе со СПИДом для изучения пораженности, первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией, смертности от ВИЧ-инфекции среди населения Российской Федерации с 2008 по 2018 г. с определением территорий риска. С 2008 по 2018 г. среди населения Российской Федерации пораженность ВИЧ-инфекцией увеличилась в 2,3 раза, первичная заболеваемость – в 1,8 раза, а смертность от ВИЧ-инфекции – в 7,8 раза. В 2018 г. ВИЧ-инфекция преобладала у мужчин (62,7 %) в возрастных группах 20–30 лет (40,2 %).

Территориями риска определены регионы, в которых уровень первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией и уровень смертности от ВИЧ-инфекции в 1,5 раза и более превышает уровень первичной заболеваемости и смертности в Российской Федерации. Территориями риска по уровню первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией явились Кемеровская, Иркутская, Новосибирская области, Пермский край, Оренбургская, Курганская, Свердловская, Челябинская области, Алтайский край, Красноярский край, Омская, Томская области. Территориями риска по уровню смертности населения от ВИЧ-инфекции явились Самарская, Кемеровская, Калининградская, Оренбургская, Ульяновская, Свердловская области, Ханты-Мансийский автономный округ, Иркутская, Тверская, Ленинградская области, г. Севастополь, Пермский край, Тюменская область, Алтайский край, Приморский край, Республика Крым.

Ключевые слова: ВИЧ-инфекция, первичная заболеваемость, пораженность, смертность, территории риска.

Согласно совокупности норм, представленных в постановлении Правительства Российской Федерации № 715 от 01.12.2004, ВИЧ-инфекция, как и инфекции, передающиеся преимущественно половым путем, гепатиты В и С и туберкулез, относятся к социально значимым заболеваниям, опасным для окружающих. Из этой группы заболеваний для России наибольшую значимость имеет ВИЧ-инфекция: в 2018 г. в стране было зарегистрировано 1 048 498 человек с ВИЧ-инфекцией. Распространяясь только при тесном контакте, ВИЧ-инфекция непропорционально поражает определенные слои населения, так называемые группы риска. Подверженными к заражению ВИЧ-инфекцией традиционно относят потребителей инъекционных наркотиков; женщин и мужчин, оказывающих сексуальные услуги за плату (коммерческие секс-работники – КСР), и мужчин, занимающихся сексом с мужчинами (МСМ) [1]. Данные группы, ввиду их поведенческих особенностей, быстрее поражаются ВИЧ-инфекцией, а затем, за счет контактов с общей популяцией, способствуют распространению ВИЧ-инфекции среди населения в целом [1].

Остаются актуальными разработка и совершенствование профилактических мероприятий в отношении ВИЧ-инфекции и факторов риска ее развития [1]. Основным направлением реализации государственной политики в сфере охраны здоровья является государственная стратегия противодействия распространению ВИЧ-инфекции в Российской Федерации на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации № 2203-р от 20 октября 2016 г. [3]. Согласно данному распоряжению, необходимо увеличить охват лиц, зараженных вирусом иммунодефицита человека, антиретровирусной терапией, в том числе на ранних стадиях заболевания; снизить риск передачи ВИЧ-

инфекции от матери к ребенку до минимальных значений; повысить информированность граждан по вопросам профилактики ВИЧ-инфекции, а также заболеваний, ассоциированных с ВИЧ-инфекцией; снизить дискриминацию лиц, инфицированных вирусом иммунодефицита человека, в семье, в общественной жизни, в области занятости (выбор сферы деятельности (профессии) и трудоустройство) и здравоохранения; усовершенствовать систему эпидемиологического контроля и надзора за распространением ВИЧ-инфекции среди населения Российской Федерации [5].

Цель исследования – изучить пораженность, первичную заболеваемость ВИЧ-инфекцией, смертность от ВИЧ-инфекции среди населения Российской Федерации с 2008 по 2018 г. с определением территорий риска.

Материалы и методы. Работа выполнялась на основе данных официальной статистики Росстата, информационных бюллетеней Федерального научно-методического центра по профилактике и борьбе со СПИДом, с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2010.

Результаты и обсуждения. В России в 2018 г. количество населения, живущих с установленным диагнозом ВИЧ-инфекции, составило 1 048 498 человек [2]. Доля мужского населения с установленным диагнозом ВИЧ-инфекции составляет 62,7 % в 2018 г. Доля женского населения составляет 37,3 % (рис. 1).

При распределении населения по возрастным группам с установленным диагнозом ВИЧ-инфекции выявлено, что наибольшая доля населения отмечена среди возрастной группы 20–30 лет (40,2 %), на втором месте возрастная группа 30–40 лет, доля которой – 36,1 %, на третьем месте население возрастной группы 40–50 лет (12,3 %) (рис. 2).

Пораженность ВИЧ-инфекцией среди населения России в 2018 г. составила 714,3 (на 100 тыс. населения) [2], что выше в 2,3 раза, чем в 2008 г. (307,1 на 100 тыс. населения) (рис. 3).

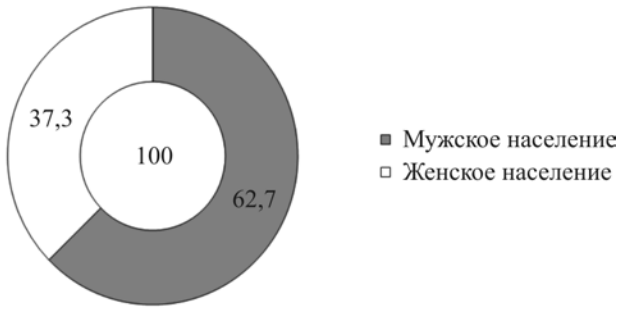


Рис. 1. Распределение населения по полу, живущего
с установленным диагнозом ВИЧ-инфекции, в 2018 г., %

При изучении пораженности ВИЧ-инфекцией в 2018 г. по возрастным группам установлено, что наибольшая пораженность ВИЧ-инфекцией наблюдалась среди населения России в возрасте от 35 до 39 лет и составляла 2,63 на 100 чел. Среди возрастной группы 40–44 лет пораженность ВИЧ-инфекцией составила 2,09 на 100 чел., среди возрастной группы 30–34 года – 1,61 на 100 чел. (рис. 4).

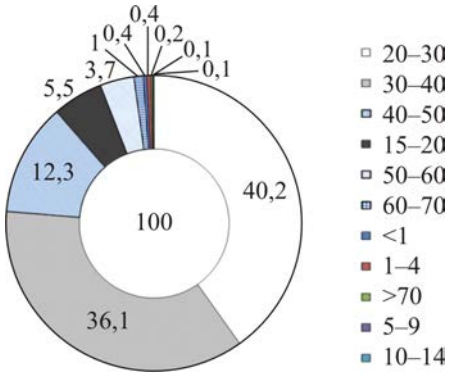


Рис. 2. Распределение населения по возрастным группам, живущего с установленным диагнозом ВИЧ-инфекции, в 2018 г., %

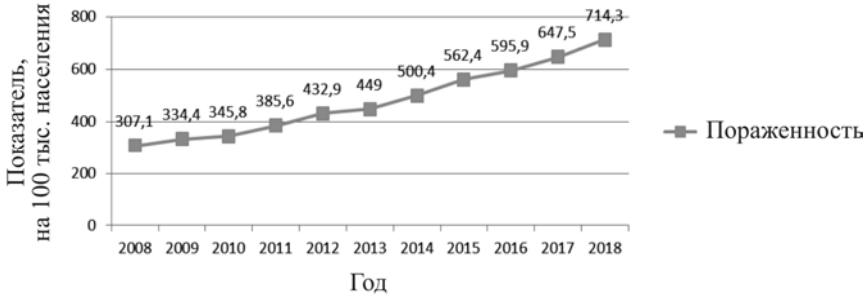


Рис. 3. Динамика пораженности ВИЧ-инфекцией населения Российской Федерации за 2008–2018 гг., на 100 тыс. населения

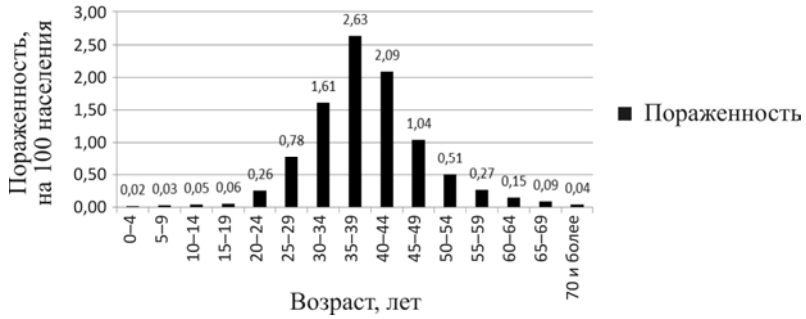


Рис. 4. Пораженность населения России ВИЧ-инфекцией в различных возрастных группах в 2018 г., на 100 тыс. населения

По пораженности ВИЧ-инфекцией в 2018 г. на первом месте стоит население Иркутской области – 1997,7 на 100 тыс. населения, второе место занимает население Кемеровской области (1889,9 на 100 тыс. населения), третье – население Свердловской области (1804,4 на 100 тыс. населения), четвертое – население Самарской области (1731,9 на 100 тыс. населения), пятое – население Оренбургской области (1433,1 на 100 тыс. населения) (рис. 5). Наименьшая распространенность ВИЧ-ин-

фекции в 2018 г. наблюдалась среди населения Республики Тыва, которая составила 55,2 случая ВИЧ-инфекции на 100 тыс. населения.

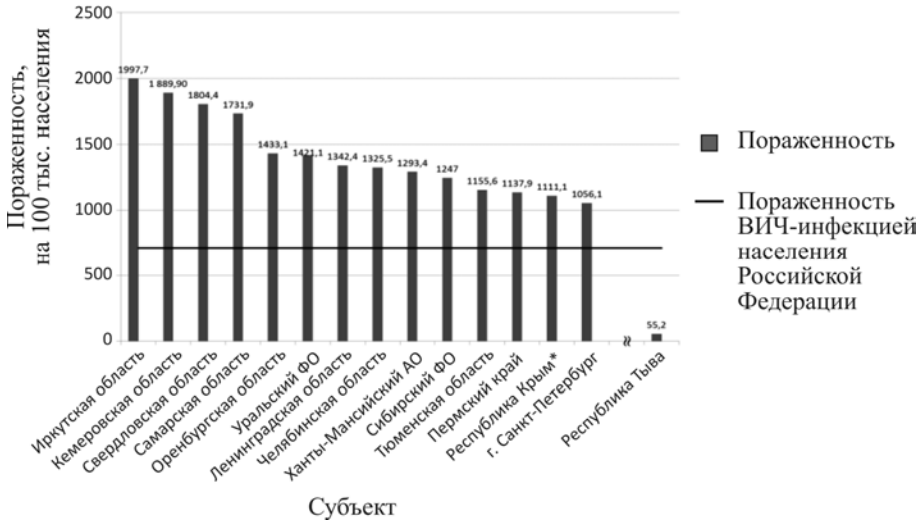


Рис. 5. Уровень пораженности ВИЧ-инфекцией по некоторым субъектам Российской Федерации в 2018 г., на 100 тыс. населения

В 2018 г. число зарегистрированных новых случаев ВИЧ-инфекции среди населения России составило 103 955 человек [2]. При анализе причин новых случаев ВИЧ-инфекции в 2018 г. было установлено, что наибольший удельный вес составили гетеросексуальные контакты (58,9 %), на втором месте – употребление наркотиков нестерильным инструментарием (37,9 %), третье место – половые контакты между мужчинами (2,2 %) (рис. 6).

Анализ первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией среди населения России показал, что в 2018 г. она составила 70,8 случая (на 100 тыс. населения) [6], что в 1,8 раза выше, чем в 2008 г. (38,4 на 100 тыс. населения) (рис. 7).

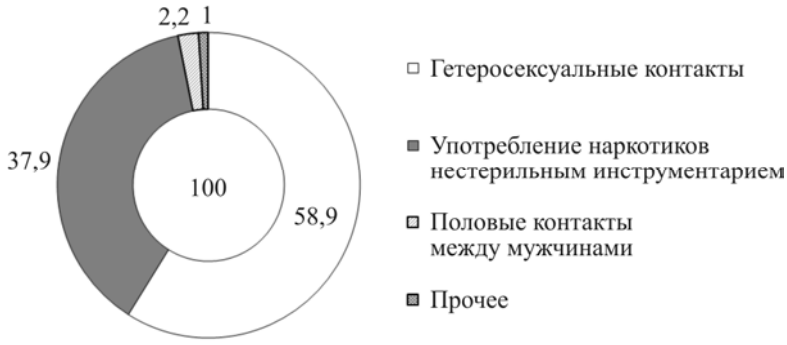


Рис. 6. Распределение новых случаев ВИЧ-инфекции среди населения России по причине заражения в 2018 г., %

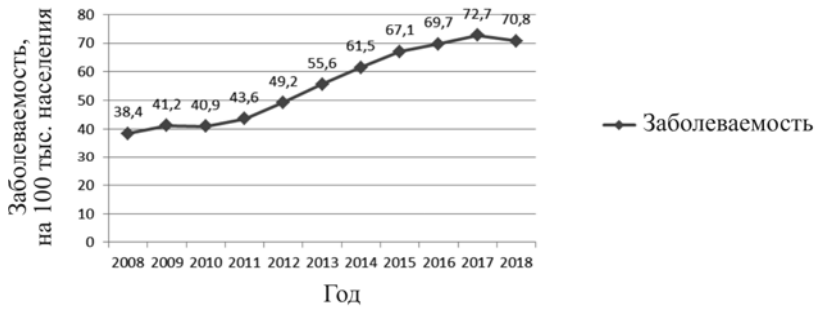


Рис. 7. Динамика первичной заболеваемости ВИЧ-инфекции среди населения России за 2008–2018 гг., на 100 тыс. населения

Наибольший уровень первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией в 2018 г. (рис. 8) отмечен среди населения Кемеровской области (218,3 на 100 тыс. населения), Иркутской области (159,0 на 100 тыс. населения), Новосибирской области (153,3 на 100 тыс. населения), Пермского края (136,0 на 100 тыс. населения), Свердловской области (132,5 на 100 тыс. населения). Наименьший уровень первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией в 2018 г. отмечен среди населения Республики Калмыкия, который составил 9,5 случая ВИЧ-инфекции на 100 тыс. населения.

Территориями риска по уровню первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией среди населения России в 2018 г. явились Кемеровская область – показатель превышает среднероссийский в 3,1 раза, Иркутская область – в 2,25 раза, Новосибирская область – в 2,17 раза, Пермский край – в 1,9 раза, Свердловская область – в 1,9 раза, Томская область – в 1,8 раза, Курганская область – в 1,7 раза, Челябинская область – в 1,7 раза, Оренбургская область – в 1,6 раза, Алтайскийкрай – в 1,6 раза, Красноярский край – в 1,6 раза, Омская область – показатель превышает среднероссийский в 1,5 раза.

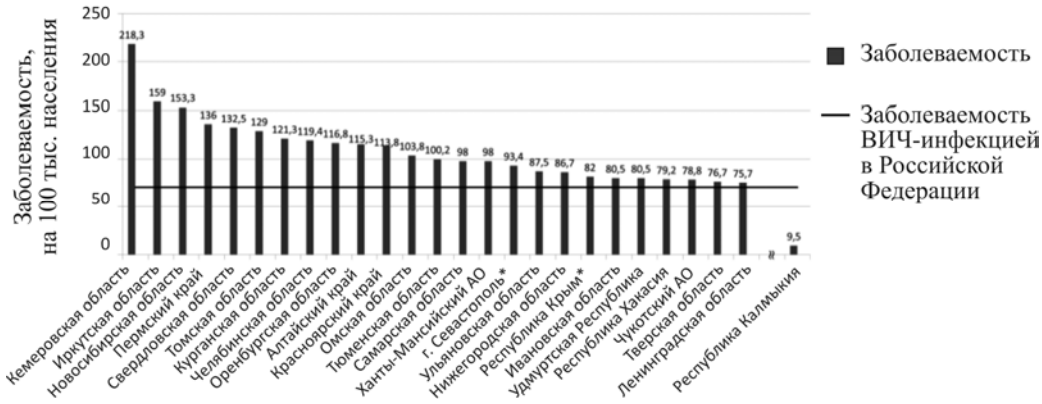


Рис. 8. Уровень первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией среди населения некоторых субъектов Российской Федерации в 2018 г., на 100 тыс. населения

Анализ смертности от ВИЧ-инфекции среди населения Российской Федерации показал, что в 2018 г. она составила 191,3 на 100 тыс. населения (рис. 9), что выше в 7,8 раза по сравнению с 2008 г. (24,6 на 100 тыс. населения).

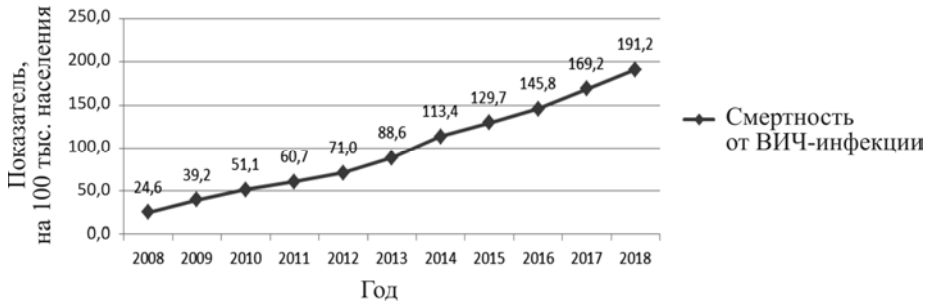


Рис. 9. Динамика смертности от ВИЧ-инфекции среди населения Российской Федерации, на 100 тыс. населения

Наибольшая смертность от ВИЧ-инфекции в 2018 г. наблюдалась среди населения Кемеровской области (673,0 на 100 тыс. населения), Самарской области (600,3 на 100 тыс. населения), Ульяновской области (508,6 на 100 тыс. населения), Оренбургской области (487,0 на 100 тыс. населения), Свердловской области (479,6 на 100 тыс. населения. Наименьшая смертность от ВИЧ-инфекции в 2018 г. зарегистрирована среди населения Ненецкого автономного округа (2,3 на 100 тыс. населения).

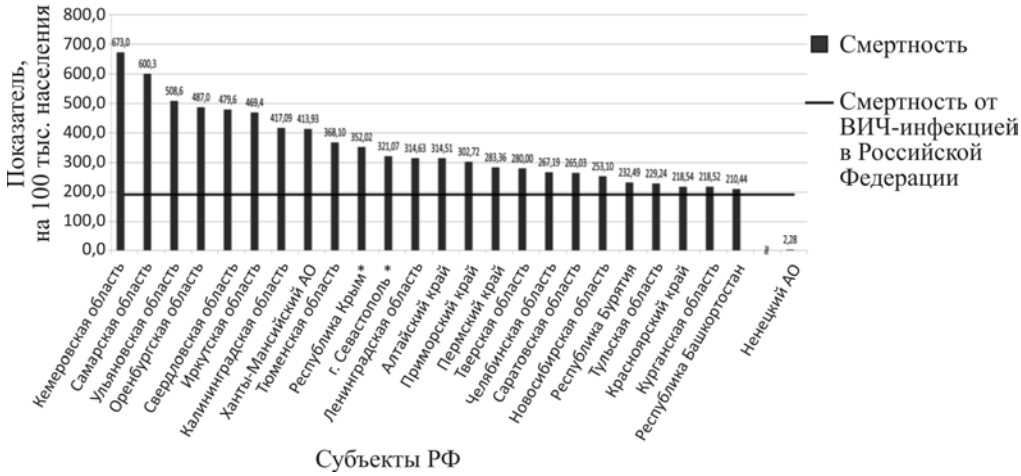


Рис. 10. Уровень смертности от ВИЧ-инфекции по некоторым субъектам Российской Федерации в 2018 г., на 100 тыс. населения

Территориями риска по смертности от ВИЧ-инфекции среди населения Российской Федерации в 2018 г. являются Кемеровская область, показатель которой в 3,5 раза выше среднероссийского, Самарская область – в 3,1 раза, Ульяновская область – в 2,7 раз, Оренбургская – в 2,5 раза, Свердловская область – в 2,5 раза, Иркутская область – в 2,5 раза, Калининградская область – в 2,2 раза, Ханты-Мансийский автономный округ – в 2,2 раза, Тюменская область – в 1,9 раза, Республика Крым – в 1,8 раза, г. Севастополь – в 1,7 раза, Ленинградская область – в 1,6 раза, Алтайский край – в 1,6 раза, Приморский край – в 1,6 раза, Пермский край – в 1,5 раза, Тверская область – в 1,5 раза.

Выводы. При изучении пораженности в 2018 г. доля мужского населения, инфицированного ВИЧ-инфекцией, составила 62,7 %, доля женского населения – 37,3 %. Наибольшая доля населения с установленным диагнозом ВИЧ-инфекции наблюдалась среди возрастной группы 20–30 лет (40,2 %), 30–40 лет (36,1 %), 40–50 лет (12,3 %). Анализ динамики пораженности ВИЧ-инфекцией среди населения Российской Федерации за 2008–2018 гг. показал, что она увеличилась в 2,3 раза. В 2018 г. наибольшая распространенность ВИЧ-инфекции наблюдалась в Иркутской области (1997,7 на 100 тыс. населения), Кемеровской области (1889,9 на 100 тыс. населения), Свердловской области (1804,4 на 100 тыс. населения).

Анализируя динамику первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией среди населения России за 2008–2018 гг., установлено, что она увеличилась в 1,8 раза. Основной причиной заражений ВИЧ-инфекцией среди населения России в 2018 г. стали гетеросексуальные контакты (58,9 %). Территориями риска по уровню первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией явились Кемеровская область (превышает среднероссийский уровень более чем в 3 раза); Иркутская область, Новосибирская область (превышает среднероссийский уровень от 3,0 до 2,1 раза); Пермский край, Оренбургская область, Курганская область, Свердловская область, Челябинская область, Алтайский край, Красноярский край, Омская область, Томская область (превышает среднероссийский уровень от 2,0 до 1,5 раза). Анализ динамики смертности от ВИЧ-инфекции среди населения Российской Федерации показал, что она увеличилась в 7,8 раза за 2008–2018 гг.

Территориями риска по уровню смертности населения от ВИЧ-инфекции явились Самарская область, Кемеровская область (превышает среднероссийский уровень более чем в 3 раза); Калининградская область, Оренбургская область, Ульяновская область, Свердловская область, Ханты-Мансийский автономный округ, Иркутская область (превышает среднероссийский уровень от 3,0 до 2,1 раза); Тверская область, Ленинградская область, г. Севастополь, Пермский край, Тюменская область, Алтайский край, Приморский край, Республика Крым (превышает среднероссийский уровень от 2,0 до 1,5 раза).

Данные, полученные при анализе данных официальной статистики Росстата, информационных бюллетеней Федерального научно-методического центра по профилактике и борьбе со СПИДом, свидетельствуют о необходимости разработки и совершенствования профилактических мероприятий в отношении ВИЧ-инфекции и факторов риска ее развития, особенно в регионах риска с наибольшими показателями пораженности, первичной заболеваемости ВИЧ-инфекцией и смертности от ВИЧ-инфекции.

Список литературы

1. Баринова А.Н. Обоснование организационной модели профилактики социально значимых заболеваний, опасных для окружающих: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – СПб., 2016. – 46 с.

2. ВИЧ-инфекция: информационный бюллетень № 44 / В.В. Покровский, Н.Н. Ладная, Е.В. Соколова [и др.] // Федеральный научно-методический центр по профилактике и борьбе со СПИДом, территориальные центры по профилактике и борьбе со СПИДом, территориальные управления, Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – М., 2019. – 56 с.

3. Государственный доклад № 13-1/10/1-577 от 31.05.2019 г. о реализации государственной политики в сфере охраны здоровья за 2018 год [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения Российской Федерации. – URL: https://www.rosminzdrav.ru/ministry/programms/sfere-ohrany-zdorovya-za-2018 (дата обращения: 25.03.2020).

4. О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента РФ № 254 от 6 июня 2019 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326419/ (дата обращения: 25.03.2020).

5. Об утверждении государственной стратегии противодействия распространению ВИЧ-инфекции в Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации № 2203-р от 20 октября 2016 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_206267/ (дата обращения: 25.03.2020).

6. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru (дата обращения: 25.03.2020).

Раздел IV

Анализ риска возникновения, диагностика и профилактика неинфекционных заболеваний под воздействием факторов среды обитания и образа жизни

Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения

Н.В. Зайцева[1,2,3], С.В. Клейн[1,2], С.А. Вековшинина[1], Н.В. Никифорова[1,2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[3]ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ,
г. Пермь, Россия

Объект исследования – многолетняя динамика показателей качества питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, ассоциированные случаи нарушений здоровья населения РФ за 2012–2019 гг.

Осуществлена гигиеническая оценка приоритетных факторов риска питьевой воды и связанных с ними потенциальных нарушений здоровья населения РФ.

Гигиенический анализ показателей качества питьевой воды по данным ведомственной статистической формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2012–2019 гг., расчет ассоциированных случаев нарушений здоровья в соответствии с МР 5.1.0095-14.

Удельный вес источников централизованного питьевого водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, снизился за период 2012–2019 гг. на 5,27 % и составил 14,9 %. В течение 2012–2019 гг. наблюдалось снижение доли проб воды источников централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим (на 2,92 %), микробиологическим (на 1,35 %) и паразитологическим (на 0,04 %) показателям. В целом за анализируемый период доля водопроводов, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, снизилась на 2,61 % и составила 15,8 %.

Качество питьевой воды, подаваемой населению РФ с использованием распределительных сетей централизованного водоснабжения, за период 2012–2019 гг. улучшилось по микробиологическим и санитарно-химическим показателям – на 1,77 % и на 4,3 % соответственно снизилась доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам. Приоритетными для РФ химическими веществами, содержание которых в питьевой воде в 2012–2019 гг. значительно превышало гигиенические нормативы, являются: бром, кремний, хлор, железо, натрий, литий, магний, марганец, хлороформ, бор, стронций, сульфиды и сероводород (в 2019 г. 6,7–18,9 %). В целом по РФ в 2019 г. с загрязнением питьевой воды химическими веществами и микробиологическими агентами было ассоциировано более 1,66 млн случаев заболеваний органов пищеварения, системы кровообращения, кожи и подкожной клетчатки и других нарушений здоровья, что в части ассоциированной с качеством питьевой воды заболеваемости на 14,6 % меньше 2012 г. Факторами риска являлись хлор и хлорорганические соединения, аммиак, железо, марганец, мышьяк, никель, медь, бор, магний и др. соединения.

Ключевые слова: питьевая вода, гигиенические нормативы, риск здоровью населения, ассоциированные случаи заболеваемости, федеральный проект «Чистая вода».

Доступность качественной и безопасной питьевой воды имеет важнейшее значение для здоровья человека, является одним из основных его прав, определяет уровень здоровья и качества жизни нации [11]. По данным экспертов Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ), при эксплуатации безопасных систем водоснабжения, строгом соблюдении требований гигиены можно предотвратить множество болезней. Только диарейные заболевания составляют около 3,6 % суммарного глобального бремени болезней, которые приводят к гибели 1,5 млн человек в год. Около 58 % от этого количества (842 тыс. смертей в год, в том числе 361 тыс. случаев смерти детей в возрасте до пяти лет) обусловлены отсутствием безопасного водоснабжения, санитарии и гигиены [1].

Качеству воды могут угрожать инфекционные и паразитарные агенты, токсичные химические вещества и прочие опасности [2]. По данным ВОЗ, в 2017 г. трое из десяти человек в мире не были обеспечены безопасным и легко доступным водоснабжением по месту жительства [4]. По данным доклада ООН, более 2 млрд человек во всем мире не имеют постоянного доступа к чистой питьевой воде, а более 800 млн – вынуждены ежедневно тратить минимум полчаса, чтобы набрать воду, или вообще не имеют доступа к ней [7].

Несмотря на рост обеспеченности населения Российской Федерации водой, отвечающей требованиям безопасности, в 2017 г. почти 10 % населения страны не было обеспечено качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения. В связи с этим повышение качества питьевой воды для населения РФ остается одной из приоритетных государственных задач.

Федеральным проектом «Чистая вода», входящим в национальный проект «Экология», предусмотрено решение проблемы повышения качества питьевой воды посредством модернизации систем водоснабжения и водоподготовки с использованием перспективных технологий [10]. Перед Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека другими участниками федерального проекта «Чистая вода» поставлены амбициозные задачи: в результате реализации проекта через 6 лет качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения должно быть обеспечено почти 91 % населения Российской Федерации, в городах этот показатель планируется повысить до 99 %.

Наиболее эффективным средством непрерывного обеспечения безопасности системы питьевого водоснабжения является использование метода оценки и управления рисками, который охватывает все этапы водоснабжения – от водозабора до потребления воды [3, 5, 6, 9].

Цель исследования – выявить и провести гигиеническую оценку приоритетных факторов риска питьевой воды и связанных с ними потенциальных нарушений здоровья населения РФ.

Материалы и методы. В ходе исследования был выполнен гигиенический анализ показателей федеральной и отраслевой статистической отчетности о состоянии питьевой воды систем централизованного водоснабжения по данным ведомственной статистической формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» и Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (далее – ФИФ СГМ) за 2012–2019 гг.

Расчет показателей обеспеченности населения качественной питьевой водой, как для всего, так и для городского населения, выполняли в соответствии с методи-

кой МР 2.1.4.0143-19 «Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения».

В качестве источников информации о состоянии здоровья населения Российской Федерации были использованы данные государственной медицинской статистики – статистические материалы Минздрава РФ о заболеваемости (справочник «Медико-демографические показатели Российской Федерации») населения Российской Федерации за 2012–2019 гг.

Оценку количества случаев нарушений здоровья, ассоциированных с качеством питьевой воды, выполняли в целом для Российской Федерации и субъектов РФ в соответствии с методикой, изложенной в прил. 2 «Порядок расчета случаев нарушений здоровья населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и случаев, предотвращенных действиями Роспотребнадзора» к методическим рекомендациям МР 5.1.0095–14.

Результаты. Оценка уровня достижения целевых показателей, предусмотренных федеральным проектом «Чистая вода», показала, что доля всего населения Российской Федерации, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, составила в 2019 г. 85,5 %, что ниже целевого показателя на 2019 г. (87,5 %). Таким образом, этот целевой показатель не был достигнут как в целом по стране, так и на территории 51 региона. Самые низкие значения доли всего населения, обеспеченного качественной питьевой водой, отмечены в Республике Калмыкия (7,42 %), Республике Тыва (24,71 %), Забайкальском крае (45,18 %) и в Республике Бурятия (46,47 %). Следует отметить, что целевое значение показателя на 2024 г. (90,8 % для всего населения) уже достигнуто в 2019 г. на территории 21 субъекта РФ.

Другой целевой показатель ФП «Чистая вода» (доля городского населения, обеспеченного качественной питьевой водой централизованных систем водоснабжения), предусмотренный на 2019 г. (94,5 %), также не был достигнут. Его значение для РФ в целом составило 93,2 %. В то же время на территории 40 субъектов РФ в 2019 г. целевой показатель был достигнут. При этом целевое значение данного показателя на 2024 г. (99 % городского населения обеспечено качественной питьевой водой централизованных систем водоснабжения) было достигнуто в 2019 г. в 10 субъектах РФ: г. Санкт-Петербург и Москва, Кабардино-Балкарская Республика, Камчатский край, Мурманская, Ярославская, Астраханская и Томская область, Республика Марий Эл и Красноярский край.

Анализ данных за период 2012–2019 гг. показал, что количество источников централизованного питьевого водоснабжения снизилось на 7,4 % и составило 94,633 тыс. ед. Доля подземных источников водоснабжения в общем числе водоисточников – около 98 %. Число поверхностных источников питьевого централизованного водоснабжения также уменьшилось (на 168 ед.) и составило в 2019 г. 1,776 тыс. ед.

В 2019 г. доля источников централизованного питьевого водоснабжения, не соответствующих санитарным требованиям, составила 14,9 %, в том числе поверхностных – 35,1 %, подземных – 14,5 %. По сравнению с 2012 г. этот показатель снизился на 0,83 %, в том числе для поверхностных источников – вырос на 0,1 %, для подземных – снизился на 0,85 %.

Одной из основных причин санитарного неблагополучия источников питьевого централизованного водоснабжения является отсутствие зон санитарной охраны. Удельный вес числа источников централизованного водоснабжения без зон са-

нитарной охраны за период 2012–2019 гг. уменьшился на 1,07 %, в том числе поверхностных источников – на 2,5 %, подземных – на 1,04 %.

Улучшение ситуации с организацией зон санитарной охраны источников водоснабжения, увеличения числа источников питьевого водоснабжения населения, соответствующих санитарным требованиям, привело к улучшению показателей качества воды водоисточников.

За период 2012–2019 гг. на 2,92 % уменьшилась доля проб воды источников централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, по микробиологическим – на 1,35 %, паразитологическим – на 0,04 %.

Реализация мероприятий, предусмотренных ФП «Чистая вода» в отношении строительства и реконструкции (модернизации) водопроводов, привела к снижению на 2,61 % доли водопроводов, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям. В то же время доля водопроводов, не обеспеченных необходимым комплексом очистных сооружений, увеличилась на 1,3 %, обеззараживающими установками – на 0,2 %.

Рост числа водопроводов, соответствующих санитарным требованиям, позволил улучшить качество питьевой воды перед подачей в распределительную сеть. В 2019 г., по сравнению с 2012 г., на 1,68 % снизилась доля нестандартных проб воды по микробиологическим показателям, а по санитарно-химическим – на 2 %. Некоторый рост (на 0,04 %) доли нестандартных проб воды водопроводов был отмечен в отношении паразитологических показателей.

Анализ распределения частот нарушений обязательных санитарных требований к качеству питьевой воды в распределительных сетях показал, что за период 2012–2019 гг. качество питьевой воды, подаваемой населению с использованием распределительных сетей централизованного водоснабжения, улучшилось как по микробиологическим, так и по санитарно-химическим показателям. Доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, уменьшилась на 4,3 %, по микробиологическим – на 1,77 %, несмотря на некоторый рост доли нестандартных проб воды по паразитологическим показателям (на 0,01 %).

Высокий уровень (более 20 %) нестандартных проб в распределительной сети по санитарно-химическим показателям наблюдался в 2019 г. в 22 регионах РФ, по микробиологическим (более 5 %) – в 17 регионах. При этом выше среднероссийского уровня доля нестандартных проб по санитарно-химическим показателям регистрировалась в 49 субъектах РФ, по микробиологическим – в 41 субъекте РФ.

Наиболее низкое качество питьевой воды по микробиологическим показателям было зафиксировано в 2019 г. на территории Карачаево-Черкесской Республики (24,6 % проб с превышениями гигиенических нормативов), Республики Ингушетия (20,7 % проб) и Чеченской Республики (14,0 % проб), а по санитарно-химическим – на территории Республики Калмыкия (58,3 %), Республики Карелия (43,1 %), Костромской области (38,0 %), Чукотского автономного округа (36,0 %) и Курганской области (35,2 %).

На качество питьевой воды по санитарно-химическим показателям оказывало влияние содержание в ней химических загрязняющих веществ.

По данным ФИФ СГМ, за 2019 г. было отобрано более 646 тыс. проб питьевой воды (из них с превышением ПДК – более 28 тыс. проб), проанализированных

на содержание 85 химических веществ. Больше всего проб в было отобрано на содержание в питьевой воде железа, нитратов, аммиака, нитритов, марганца, хлоридов и сульфатов. При этом больше всего проб с нарушениями отмечались в отношении железа, марганца, нитратов, бора, кремния, хлоридов, хлороформа и пр.

Анализ данных ФИФ СГМ показал, что к приоритетным для Российской Федерации химическим веществам можно отнести бром, кремний, хлор, железо, натрий, литий, магний, марганец, хлороформ, бор, стронций, сульфиды и сероводород. В течение 2012–2019 гг. доля проб питьевой воды, в которых содержание этих веществ превышало гигиенические нормативы, была стабильно выше 5 %.

В качестве позитивных тенденций за период 2012–2019 гг. можно отметить снижение доли нестандартных проб питьевой воды по содержанию хлора (на 24,4 %), железа (на 7,78 %), натрия (на 8,58 %), лития (на 24,2 %), магния (на 1,94 %), марганца (на 0,79 %) и хлороформа (на 9,34 %).

Однако за тот же период увеличилась доля проб питьевой воды, в которых были выявлены превышения гигиенических нормативов по содержанию брома (на 91,1 %), кремния (на 14,8 %), бора (на 4,01 %), стронция (на 5,9 %), сульфидов и сероводорода (на 0,07 %).

Загрязнение питьевой воды химическими веществами (хлор и хлорорганические соединения, аммиак, железо, марганец, мышьяк, никель, медь, бор, магний и другие соединения) и микробиологическими агентами привело к возникновению более 1764,49 тыс. дополнительных случаев болезни населения Российской Федерации в 2018 г. [8]. Основные неблагоприятные эффекты для здоровья населения наблюдались со стороны нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной, мочеполовой системы, а также органов пищеварения, кожных покровов и слизистых оболочек, системы крови и иммунной системы. Загрязнение питьевой воды оказало влияние на изменение динамики массы тела, процессов развития организма и распространенности инфекционных заболеваний.

Анализ данных ФИФ СГМ и данных государственной медицинской статистики о состоянии здоровья населения Российской Федерации в 2019 г. показал, что в целом по стране с загрязнением питьевой воды систем централизованного водоснабжения вероятностно связано более 1,68 млн заболеваний населения страны.

Болезни органов пищеварения занимают приоритетные позиции в структуре дополнительной заболеваемости всего населения РФ, ассоциированной с воздействием водных пероральных факторов риска – 37,1 %. Число дополнительных случаев болезней органов пищеварения вероятностно составило в 2019 г. более 625 тыс. случаев ассоциированных заболеваний. На второй позиции (26,69 %) – болезни мочеполовой системы (450 230 абс. сл.). Далее следуют болезни кожи и подкожной клетчатки – 13,13 % (221 504 абс. сл.), эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ – 6,7 % (113 045 абс. сл.), а также новообразования – 5,44 % (91 704 абс. сл.). На другие причины заболеваний пришлось 10,96 % от общего числа дополнительных случаев.

На уровень дополнительной заболеваемости всего населения РФ болезнями органов пищеварения в 2019 г. вероятностно влияло несоответствие качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, в том числе по содержанию мышьяка, никеля и меди на территории 81 региона страны. При этом загрязнение питьевой воды в этих регионах вероятностно формировало от 42,63 до 2233,37 дополнительных

случаев заболеваний органов пищеварения на 100 тыс. населения. Больше всего дополнительных случаев заболеваний в данном классе болезней было зафиксировано в 2019 г. на территории Республики Мордовия, Республики Калмыкия, Республики Дагестан, Еврейской автономной области и Чеченской Республики – от 1276,38 до 2233,67 случая на 100 тыс. населения.

Дополнительная заболеваемость населения страны болезнями мочеполовой системы (от 31,38 до 1651,22 дополнительных случая на 100 тыс. всего населения), связанными с несоответствием качества питьевой воды санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, вероятностно формировалась на территории 81 субъекта Российской Федерации. На приоритетных территориях (Республики Мордовия, Калмыкия, Дагестан, Еврейская автономная область, Чеченская Республика) этот показатель составлял от 937,33 до 1651,22 дополнительных случаев на 100 тыс. населения.

Наличие дополнительных случаев болезней кожи и подкожной клетчатки (от 14,69 до 911,62 случая на 100 тыс. всего населения), ассоциированных с высокой долей проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию мышьяка, отмечено на территории 81 субъекта РФ. Превышения среднероссийского уровня (143,3 дополнительных случаев на 100 тыс. населения) по данному показателю отмечены на территориях 31 субъекта РФ. На этих территориях показатель составил от 445,1 до 911,6 дополнительных случаев на 100 тыс. населения.

Дополнительная заболеваемость населения РФ болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ, ассоциированная с качеством питьевой воды, регистрировалась в 2019 г. на территории 81 субъекта РФ. Она вероятностно составила в среднем по Российской Федерации 77,0 случая на 100 тыс. населения (6,1 % от заболеваемости населения в данном классе болезней). К приоритетным территориям (от 180,75 до 857,76 дополнительных случаев на 100 тыс. населения) относятся: Республика Коми, Республика Мордовия, Республика Калмыкия, Новгородская область, Новосибирская область, Тамбовская область, Еврейская автономная область.

Число дополнительных случаев новообразований, ассоциированных с несоответствием качества питьевой воды санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, составило в среднем по РФ 62,5 на 100 тыс. населения (6,5 % от заболеваемости в данном классе болезней). На территории 32 регионов страны были отмечены превышения среднероссийского уровня данного показателя, а в Республике Мордовия, Республике Калмыкия, Чеченской Республике, Еврейской автономной области и Новгородской области он составил от 185,9 до 343,5 дополнительных случаев на 100 тыс. населения.

Для всего населения Российской Федерации в 2019 г. число дополнительных случаев заболеваний костно-мышечной системы и соединительной ткани, связанных с низким качеством питьевой воды систем централизованного водоснабжения, вероятностно составило 58,4 случая на 100 тыс. населения (2,1 % от всех случаев в данном классе болезней). На приоритетных территориях (Республика Калмыкия, Республика Дагестан, Республика Мордовия, Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ) вероятностно формировалось от 210,1 до 305,2 дополнительных случаев заболеваний на 100 тыс. населения.

В 2019 г. на территории РФ число дополнительных случаев болезней системы кровообращения всего населения, связанных с неудовлетворительным качест-

вом воды, вероятностно составило 20,4 случая на 100 тыс. населения (0,7 % от всех случаев заболеваний системы кровообращения). Среднероссийский уровень данного показателя был превышен на 27 территориях, включая Чеченскую Республику, Республику Дагестан, Республику Мордовия, Ханты-Мансийский автономный округ, Еврейскую автономную область. Здесь количество дополнительных случаев болезней системы кровообращения, ассоциированных с качеством питьевой воды, вероятностно составило от 70 до 112,3 случая на 100 тыс. населения.

Число дополнительных случаев заболеваний некоторыми инфекционными и паразитарными болезнями, ассоциированных с качеством питьевой воды, для всего населения РФ вероятностно составило 46,9 случая на 100 тыс. населения (2,3 % от всей заболеваемости по указанной причине). Среднероссийский уровень был превышен на 20 территориях страны. Максимальные уровни (более 290,0 дополнительных случаев на 100 тыс. населения) отмечены в Чеченской Республике, Республике Тыва, Еврейской автономной области, Карачаево-Черкесской Республике и Республике Калмыкия.

В целом дополнительная заболеваемость населения (от 133,3 до 5705,2 дополнительных случаев на 100 тыс. всего населения), связанная с неудовлетворительным качеством питьевой воды, в 2019 г. формировалась на территории 83 субъектов Российской Федерации. Наибольшее число дополнительных случаев (от 3727,72 до 5705,22 на 100 тыс. населения) было зафиксировано на территориях Республик Мордовия, Калмыкия, Коми, Чеченской Республики и Республики Дагестан.

Анализ показал, что наибольший вклад в формирование дополнительных случаев заболеваемости, связанной с неудовлетворительным качеством питьевой воды системы централизованного водоснабжения, вносят превышения гигиенических нормативов содержания в питьевой воде мышьяка и никеля, хлора, хлороформа, а также микробиологическое загрязнение воды.

Выводы. Анализ распределения частот нарушений обязательных санитарных требований к качеству питьевой воды в распределительных сетях показал, что за период 2012–2019 гг. качество питьевой воды, подаваемой населению с использованием распределительных сетей централизованного водоснабжения, улучшилось как по микробиологическим, так и по санитарно-химическим показателям. Доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, уменьшилась на 4,3 %, по микробиологическим – на 1,77 %, несмотря на некоторый рост доли нестандартных проб воды по паразитологическим показателям (на 0,01 %).

Гигиеническая оценка факторов риска питьевой воды систем централизованного водоснабжения показала, что к приоритетным факторам, формирующим негативные тенденции в состоянии здоровья населения Российской Федерации в 2019 г., можно отнести несоответствие питьевой воды из распределительной сети санитарным требованиям по санитарно-химическим и микробиологическим показателям.

Загрязнение питьевой воды химическими веществами (мышьяк, никель, медь, марганец, железо, аммиак, хлор, хлороформ, бор, стронций, фтор и др.) и микробиологическими агентами вероятностно приводит к появлению более 1,68 млн дополнительных случаев заболеваний населения страны.

Основные неблагоприятные эффекты для здоровья населения наблюдаются со стороны органов пищеварения, мочеполовой системы, кожных покровов и слизистых оболочек, эндокринной системы, а также новообразований.

Наибольший вклад в формирование дополнительных случаев заболеваемости населения, ассоциированной с неудовлетворительным качеством воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, вносят превышения гигиенических нормативов содержания в питьевой воде мышьяка, никеля, хлора, хлороформа, а также микробиологическое загрязнение воды.

Список литературы

1. Вода, санитария и гигиена. Болезни и риски [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/ru/ (дата обращения: 07.03.2020).

2. Вода [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://www.who.int/topics/water/ru/ (дата обращения: 07.03.2020).

3. Зайцева Н.В., Клейн С.В. Оценка риска здоровью населения при воздействии водного перорального фактора среды обитания в условиях крупного промышленного центра для задач социально-гигиенического мониторинга (на примере города Перми) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1139–1143.

4. Информационный бюллетень: Питьевая вода [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water (дата обращения: 07.03.2020).

5. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора / Н.В. Зайцева, А.С. Сбоев, С.В. Клейн [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 44–55. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.05

6. Май И.В., Клейн С.В., Седусова Э.В. К вопросу о порядке проведения санитарно-эпидемиологического расследования нарушений прав граждан на безопасное питьевое водоснабжение // Здоровье семьи – 21 век. – 2012. – № 4 (4). – С. 11.

7. Не оставляя никого в стороне. Всемирный доклад Организации Объединенных Наций о состоянии водных ресурсов, 2019. [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_rus (дата обращения: 07.03.2020).

8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

9. Руководство по разработке и реализации плана обеспечения безопасности воды. Пошаговое управление рисками для поставщиков питьевой воды. – Копенгаген, Европейское региональное бюро ВОЗ, 2011. – 108 p.

10. Федеральный проект «Чистая вода». Первые итоги / С.А. Горбанев, Г.Б. Еремин, Ю.А. Новикова [и др.] // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2019. – Т. 14, № 1. – С. 252–259.

11. Water safety and quality [Электронный ресурс] // World health organization. – URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/ru/ (дата обращения: 07.03.2020).

Сравнительная характеристика органолептических и неканцерогенных рисков здоровью, ассоциированных с употреблением воды из нецентрализованных подземных источников в различных районах Волгоградской области

Н.И. Латышевская, Д.С. Новиков

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Волгоград, Россия

Представлен сравнительный анализ органолептических и неканцерогенных рисков, связанных с употреблением питьевой воды из подземных нецентрализованных источников на территории различных административных районов Волгоградской области (ВО). Для населения исследуемого региона характерны высокие показатели заболеваемости различных органов мочеполовой системы. Осложненные литологические и климатические условия водопользования аридизированной территории ВО обусловливают необходимость оценки рисков употребления некондиционных подземных вод, зачастую являющихся единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения. Во всех проанализированных районах отмечается превышение предельно допустимых значений риска по неканцерогенным воздействиям солей жесткости и железа. В трех исследованных районах наблюдались высокие уровни значения показателей, свидетельствующие о наличии органолептических рисков, связанных с употреблением питьевой воды из некондиционных подземных источников. Выявлено наличие зависимости между неблагополучной социально-гигиенической обстановкой в регионе по показателям заболеваемости органов мочеполовой системы и длительной пероральной экспозицией изучаемых токсикантов для различных возрастных групп населения.

Ключевые слова: органолептический риск, неканцерогенный риск, гидрогеохимия, подземные воды, заболеваемость органов мочеполовой системы.

Подземные воды играют значительную роль в обеспечении медико-социального благополучия Волгоградской области ввиду значительной степени аридизации региона и недоступности поверхностных вод. ВО располагается на территории 5 артезианских бассейнов: Ергенинского, Приволжско-Хоперского, Сыртовского, Днепровско-Донецкого и Северо-Каспийского (рис. 1). Для правобережной части региона характерен *альб-сеноманский* водоносный горизонт, залегающий на песчаниках, алевролитах и алевритах. В химическом составе преобладают хлориды и натрий, воды гидрокарбонатные и кальциево-натриевые (со средней минерализацией 6,5 мг/л). *Среднечетвертичный хазарский аллювиальный* горизонт типичен для всей территории Заволжья (Левобережья). Водовмещающие слои представлены песчано-глинистыми отложениями (пески, супеси, суглинки). Горизонт включает преимущественно солоноватые и соленые воды с высокой жесткостью и общей минерализацией до 25–30 мг/л, водоупором являются глины апшеронского возраста [8].

Бассейны подземных вод II порядка (подпровинции)	Бассейны подземных вод III порядка (области)
I-1Г – Ергенинский	I-1Г-1 – Сальско-Манычский
III-3Б – Прикаспийско-Хопёрский	III-3Б-1 – Калачинско-Медведицкий III-3Б-2 – Окско-Донской III-3Б-3 – Восточно-Донской III-3Б-4 – Арчединско-Донской
III-3В – Сыртовский	III-3В-3 – Западно-Сыртовский
III-4В Днепровско-Донецкий	III-4В-1 – Южно-Средне-Русский III-4В-4 – Цимлянский
III-8А – Северо-Каспийский	III-8А-1 – Нижневолжский III-8А-2 – Рын-Песковский III-8А-3 – Северо-Прикаспийский

Рис. 1. Схема гидрогеологического районирования территории Волгоградской области

Данные литологические условия организации нецентрализованного водоснабжения обусловливают рост заболеваемости населения, этиологически связанный с неудовлетворительным качеством питьевой воды. Содержащиеся в воде высокие концентрации *железа* (превышающие ПДК в 3–16 раз в среднем по региону) ухудшают органолептические свойства воды, цветность, способствуют снижению содержания фтора за счет образования нерастворимых соединений с железом и солями жесткости. Употребление питьевой воды с содержанием *хлоридов* (1,5–3 ПДК) оказывает неблагоприятное действие на здоровье населения: возрастает заболеваемость органов кровообращения, пищеварительной, мочеполовой систем. Длительное использование *жесткой* (1,5–5 ПДК) воды способствует увеличению частоты возникновения у населения случаев мочекаменной болезни, нарушений секреторной функции желудочно-кишечного тракта [1, 7, 9, 14–16].

Цель исследования – рассчитать и проанализировать органолептические и неканцерогенные риски употребления воды из подземных нецентрализованных источников и ассоциированную с ними картину заболеваемости по критическим системам.

Материалы и методы. Для исследования было отобрано 34 образца воды из подземных источников нецентрализованного водоснабжения в наиболее типичных в гидрогеологическом отношении административных районах Правобережья (Фроловский, Еланский) и Заволжья (Быковский, Палласовский) Волгоградской области. Анализ общей жесткости и содержания общего железа производился стандартной кондуктометрической и фотоколориметрической методиками. Содержащиеся в воде экотоксиканты были на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр

гигиены и эпидемиологии Волгоградской области» (номер аккредитации № RA.RU.21BO03 от 07.08.2015 г.). Выбор индикаторов обусловлен гидрогеологическими особенностями региона: химическим составом водоносных горизонтов и стратиграфией их залегания. Помимо этого, нестандартные значения содержания солей жесткости и общего железа относятся к значимым факторам формирования неблагоприятного органолептического статуса питьевой воды, являясь одними из основных причин отказа от употребления воды населением [10].

Органолептические риски рассчитывались на основе показателей, превышение значения которых способно сделать воду непривлекательной для потребителя. Для подземных высокоминерализованных, а также железистых вод используется уравнение оценки ольфакторных рисков, основанное на расчете логарифмической зависимости «концентрация – норматив» с расчетом пробит-регрессии:

$$\text{Prob} = -2 + 3{,}32 \cdot \lg_{(\text{концентрация} - \text{норматив})}.$$

Для расчета итогового значения рисков использовалась таблица нормально-вероятностного распределения в целях установления зависимости в системе «доза – эффект» [5].

Расчет среднесуточных доз при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой производился в соответствии с формулой и данными (табл. 1):

$$ADD = (Cw \cdot V \cdot EF \cdot ED) / (BW \cdot AT \cdot 365).$$

Неканцерогенный риск количественно оценивается на основе расчета коэффициента опасности (*HQ*) по формуле

$$HQ = ADD/RfD \text{ (для пероральной экспозиции)},$$

где *HQ* – коэффициент опасности; *ADD* – средняя суточная доза, мг/кг; *RfD* – референтная (безопасная) доза, (для водной среды – мг/л).

Для индивидуальных беспороговых моделей неканцерогенной хронической интоксикации устанавливается предельное значение, равное 0,02 [12].

Таблица 1

Стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой

Параметр	Характеристика	Стандартное значение
ADD	Поступление с питьевой водой, мг/кг·сут	–
Cw	Концентрация вещества в воде, мг/л	–
V	Величина водопотребления, л/сут	Взрослые: 2 л/сут; дети: 1 л/сут
EF	Частота воздействия, дней/г.	350 дней/г.
ED	Продолжительность воздействия, лет	Взрослые: 30 лет; дети: 6 лет
BW	Масса тела, кг	Взрослые: 70 кг; дети: 15 кг
AT	Период осреднения экспозиции, лет	Взрослые: 30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет (независимо от возраста)

Результаты. Усредненные региональные показатели содержания в питьевых подземных водах нецентрализованных источников водоснабжения солей жесткости и общего железа представлены в табл. 2 и 3. Полученные на основе расчета пробит-

регрессии и оценки нормально-вероятностного распределения данные свидетельствуют о том, что в среднем 32,4 % водопотребителей Еланского района и 25,2 % Фроловского района будут ощущать характерный привкус, типичный для высокоминерализованных вод; 27,4 и 0,9 % жителей данных районов соответственно будут отмечать присутствие постороннего привкуса и запаха, характерного для высокого содержания общего железа. Результаты аналогичного анализа органолептических рисков для жителей Заволжских регионов показывают, что 24,8 % населения Палласовского района будет отмечать посторонний привкус, связанный с превышением концентрации солей жесткости, для Быковского района данный показатель находится в области незначительных величин (3 человека из 1000). Наиболее тяжелая ситуация в данной гидрогеологической провинции складывается по показателю общего железа в питьевой воде. 88,5 % водопользователей Быковского и 93,3 % Палласовского района подвержены органолептическим рискам, обусловленным высокими концентрациями солей железа.

Таблица 2

Результаты расчета органолептического риска по показателю общей жесткости воды нецентрализованных источников районов Правобережья и Заволжья Волгоградской области

Район	Значение показателя общей жесткости, $M \pm m$, мг-экв/л	Probe	Риск
Еланский	20,6 ± 2,63	–0,443	0,324
Фроловский	17,5 ± 2,89	–0,679	0,252
Быковский	5,8 ± 0,31	–2,271	0,003
Палласовский	17,7 ± 1,33	–0,662	0,248

Таблица 3

Результаты расчета органолептического риска по содержанию общего железа в воде нецентрализованных источников районов Правобережья и Заволжья Волгоградской области

Район	Значение показателя общей жесткости, $M \pm m$, мг/л	Probe	Риск
Еланский	0,8 ± 0,07	–0,639	0,274
Фроловский	0,5 ± 0,02	–1,323	0,097
Быковский	2,8 ± 0,05	1,215	0,885
Палласовский	3,4 ± 0,03	1,496	0,933

Определение суточных доз поступления (*ADD*) солей жесткости и железа рассчитывалось индивидуально для взрослого населения и для детей с учетом соответствующих объемов суточного водопотребления, а также усредненной продолжительности экспозиции для оценки неканцерогенных рисков (*HQ*). Во всех исследуемых регионах отмечалось значительное превышение показателя индекса неканцерогенной опасности содержания солей жесткости и железа как для взрослых, так и для детей по критическим системам (только в Быковском районе значение *HQ* по общей жесткости находилось на уровне предельно допустимого значения для взрослого населения) (табл. 4). Районы Заволжья показали статистически достоверное (при $p < 0,05$) отличие по среднему содержанию солей железа от такового в рай-

онах Правобережья, что показательно для Нижневолжской, Рын-Песковской и Северо-Прикаспийской гидрогеологических областей, залегающих на супесях и суглинках. Относительно низкое значение общей жесткости на территории Быковского района (нехарактерное для общей картины Северо-Каспийского артезианского бассейна) объясняется залеганием на территории приволжской полосы (на широте с. Катричев – с. Луговая Пролейка) пресноводной линзы со средним содержанием солей жесткости менее 1000 мг/л среди общего комплекса натриево-кальциевых и кальциево-магниевых гидрокарбонатных вод, а также безнапорной природой водоносного горизонта. Последнее обстоятельство делает гидрокарбонатный состав подземных вод данного региона чувствительными к сезонным факторам опреснения: сходам снегового покрова и паводкам [8].

Таблица 4

Суточные дозы поступления (*ADD*) солей жесткости и железа с питьевой водой и ассоциированные с ними неканцерогенные риски (*HQ*) по реперным районам Волгоградской области

Район	*ADD*, общая жесткость, мг/(кг·сут)		Риск (*HQ*), общая жесткость		*ADD*, железо, мг/(кг·сут)		Риск (*HQ*), железо	
	взросл.	дети	взросл.	дети	взросл.	дети	взросл.	дети
Еланский	0,54	1,32	0,08	0,19	0,02	0,05	0,06	0,17
Фроловский	0,48	1,12	0,07	0,16	0,01	0,03	0,03	0,10
Быковский	0,16	0,37	0,02	0,05	0,07	0,18	0,23	0,60
Палласовский	0,48	1,13	0,06	0,16	0,09	0,22	0,30	0,73

Неблагополучные литологические и климатические условия водопользования вносят свой вклад в формирование осложненной медико-демографической ситуации на территории Волгоградской области. По данным Роспотребнадзора ВО, заболевания мочеполовой системы занимают устойчивую третью ранговую позицию в структуре общей заболеваемости всего населения региона. По состоянию на 2019 г. они составляют 8,2 % от числа всех зарегистрированных заболеваний. Оценка динамики изменения общего количества зарегистрированных заболеваний мочеполовой системы в период с 2015 по 2018 г. обнаруживает значительный рост детской заболеваемости по данной критической системе (+146 %), аналогичный показатель для взрослого населения оставался на практически неизменном уровне (+1,5 %) (табл. 5) [2].

Таблица 5

Количество зарегистрированных заболеваний мочеполовой системы в исследуемых районах (показатель на 100 тыс. человек)

Категория населения	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Динамика (2015–2018), %
Взрослые, ≥18 лет	10 944,1	10 299,2	10 610,8	11 108,6	+1,5
Дети, 0–17 лет	5269,9	4950,8	10 487,7	12 772,8	+146,4

В целом в России заболевания мочеполовой системы составляют 10–12 % общей заболеваемости населения и являются одной из причин снижения качества жизни, инвалидизации и смертности. Одно из центральных мест в общей структуре заболеваний мочеполовой системы принадлежит мочекаменной болезни (МКБ),

ассоциированной с употреблением «жестких» некондиционных вод [11]. В регионах, входящих в состав Южного федерального округа, наибольшее количество случаев зарегистрированных в 2016 г. заболеваний МКБ приходится на долю Краснодарского края (35 580), Ростовской (21 564) и Волгоградской областей (11 996) (73,6 % всех случаев) [1, 3].

Показатели заболеваемости МКБ на территории Еланского района в период с 2016 по 2018 г. находились стабильно выше регионального тренда по ВО. Также отмечается значительный степенный прирост количества зарегистрированных заболеваний во Фроловском (+52,7 %) и Быковском районах (42,6 %). Интерес вызывает резкое увеличение количества зарегистрированных заболеваний МКБ населения Палласовского района (+134,4 %) (рис. 2). Данное явление требует дальнейшего изучения на предмет выявления вклада иных факторов в формирование подобной тенденции.

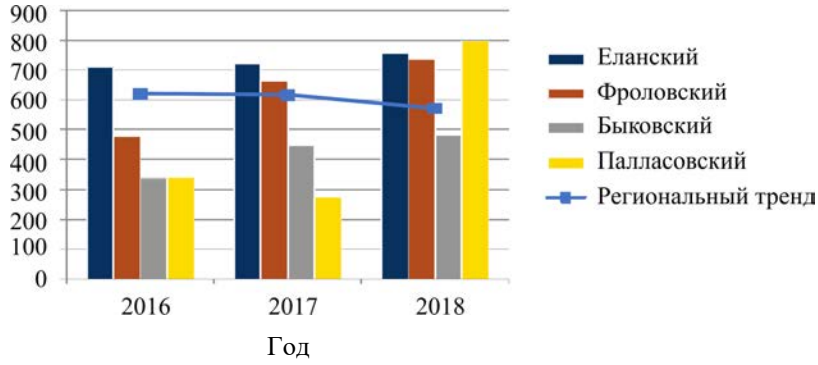


Рис. 2. Зарегистрировано заболеваний мочекаменной болезни (N20-N23) на 100 тыс. взрослого населения по реперным районам ВО

Вместе с тем оценка тесноты корреляционной связи между показателями заболеваемости мочекаменной болезнью и концентрациями солей жесткости в питьевой воде подземных нецентрализованных водоисточников выявила наличие умеренной прямой зависимости исследуемых параметров ($r_{x,y} = 0{,}329$, $p < 0{,}05$). Факторный дисперсионный анализ показал значение $f_{набл} = 48{,}31$ (при $f_{крит} = 5{,}99$ в соответствии с таблицей нормального распределения Фишера – Снедекора, для уровня значимости $\alpha = 0{,}05$). В связи с тем, что $f_{набл} > f_{крит}$, можно сделать вывод о принятии нулевой гипотезы о существенном влиянии высоких концентраций солей жесткости на формирование статистической картины заболеваемости мочекаменной болезнью в регионе.

Выводы. В результате исследования были выявлены высокие органолептические риски (88,5 и 93,3 %), связанные с употреблением воды, богатой солями железа на территории районов Заволжья, достоверно отличающиеся от районов Правобережья ВО (27,4 и 0,9 %). Оценка органолептических рисков по солям жесткости показала, что 24,8; 25,2; 32,4 и 0,03 % населения в Еланском, Фроловском, Палласовском и Быковском районах соответственно будут отмечать посторонний запах и привкус у питьевой воды, обусловленный высокой минерализацией. По всем реперным точкам отмечалось превышение индивидуального неканцерогенного риска по беспороговым моделям хронической интоксикации при пероральном поступлении солей жесткости и солей железа. Анализ ассоциированной заболеваемости по критическим

системам органов выявил наличие умеренной прямой зависимости между исследуемыми параметрами химического состава воды и заболеваемостью населения ВО. Факторный дисперсионный анализ показал существование высокой статистической значимости влияния употребления высокоминерализованных, богатых солями железа вод, на формирование картины заболеваемости в исследуемом регионе.

Список литературы

1. Анализ уронефрологической заболеваемости и смертности в Российской Федерации за 2003–2013 гг. / А.Д. Каприн, О.И. Аполихин, А.В. Сивков [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2015. – № 2. – С. 4–12.

2. Волгоградская область в цифрах. 2018: краткий сб. / Терр. орган Фед. службы гос. статистики по Волгоград. обл. – Волгоград: Волгоградстат, 2019. – 380 с.

3. Заболеваемость мочекаменной болезнью в Российской Федерации (2005–2016 гг.) / О.И. Аполихин, А.В. Сивков, В.А. Комарова [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2018. – № 4. – С. 4–14.

4. Красовский Г.Н., Рахманин Ю.А., Егорова Н.А. Гигиеническое обоснование оптимизации интегральной оценки питьевой воды по индексу качества воды // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 5. – С. 5–10.

5. МР 2.1.4.0032-11. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 31 с.

6. Новиков С.М., Фокин М.В., Унгуряну Т.Н. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 8. – С. 711–716.

7. Онищенко Г.Г. Оценка и управление внешними рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.01

8. О состоянии окружающей среды в Волгоградской области в 2018 году / под ред. В.Е. Сазонова [и др.] // Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. – Ижевск: ООО «Принт», 2019. – 300 с.

9. Питьевая вода и здоровье населения. Вып. 1. Влияние химического состава воды на здоровье населения / под ред. Е.Н. Беляева, С.Г. Домнина, А.В. Митина, М.Н. Корсака. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – С. 63.

10. Риск-ориентированный надзор как основа обеспечения безопасности питьевой воды: проблемы и возможности / А.В. Тулакин, С.И. Плитман, Г.П. Амплеева [и др.] // Научно-практический журнал. – 2018. – Т. 21, № 3. – С. 28–31.

11. Российский статистический ежегодник. 2019: стат. сб. / Росстат. – М., 2019. – 708 с.

12. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

13. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1125–1129.

14. Diseases due to unhealthy environmental: as updated estimate of the global burden of diseases attributable to environmental determinants of health / J. Wolf, C. Corvalan, T. Neville [et al.] // Journal of Public Health. – 2017. – Vol. 39, № 3. – P. 464–475. DOI: 10.1093/pubmed/fdw085

15. Langan S.M. Flares in childhood eczema // Skin Therapy Letter. – 2009. – Vol. 14, № 8. – P. 12–14.

16. Leurs L.J. Relationship between tap water hardness, magnesium, and calcium concentration and mortality due to ischemic heart disease or stroke in the Netherlands // Environmental Health Perspectives. – 2010. – Vol. 118, № 3. – P. 414–420.

Содержание общего железа в питьевой воде – приоритетный фактор, формирующий неканцерогенный риск здоровью населения Самарской области

С.В. Архипова, В.В. Сучков

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Самарской области, г. Самара, Россия

Проведена оценка риска здоровью населения Самарской области, связанного с присутствием в питьевой воде вредных химических веществ. Проанализированы результаты лабораторных исследований проб питьевой воды в мониторинговых точках на территории Самарской области за период 2010–2019 гг. Оценивали содержание общего железа, нитратов, сульфатов, хлоридов, солей тяжелых металлов (стронций, ртуть, мышьяк, никель) в отобранных пробах. Среднемноголетние концентрации токсичных веществ за изучаемый период не превысили ПДК. Процент нестандартных проб по общему железу был самым высоким и составил в 2019 г. 16,5 %. Превышения наблюдались в основном в муниципальных районах, в которых водоснабжение осуществляется из подземных источников. Канцерогенный риск здоровью населения, проживающего в городских округах Самарской области, находился на уровне ниже $1 \cdot 10^{-6}$. Неканцерогенный риск здоровью по содержанию общего железа был выше для жителей муниципальных районов Самарской области. Наибольшие значения неканцерогенного риска, рассчитанные по среднемноголетним значениям, наблюдались в Приволжском (HQ = 0,199), Пестравском (HQ = 0,14), Кинельском (HQ = 0,103), Ставропольском (HQ = 0,214) и Елховском (HQ = 0,103) районах. Полученные данные необходимы для дальнейшего анализа возможных причин снижения качества питьевой воды и принятия мер по улучшению водоснабжения населения.

Ключевые слова: риск здоровью населения, общее железо, подземные источники водоснабжения, неканцерогенный риск, питьевая вода.

Питьевая вода – необходимый компонент для жизнедеятельности людей. Потребность в достаточном объеме и должном качестве закреплена в ст. 19 Федерального закона от 30.03.1999 № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии

населения» [2]. Также санитарными правилами и нормами 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» [3] утверждены требования к питьевой воде централизованного водоснабжения и представлены ПДК химических веществ, нормативные величины микробиологических и паразитологических показателей. Возможной причиной низкого качества питьевой воды является ее транспортировка по распределительной сети до конечного потребителя.

Цель исследования – провести оценку риска, связанного с присутствием в питьевой воде вредных химических веществ, здоровью населения Самарской области.

Задачи:

1. Определить перечень приоритетных загрязняющих веществ в питьевой воде, подаваемой населению Самарской области, в соответствии с требованиями санитарных правил и областью аккредитации ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области».

2. Рассчитать уровни канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения Самарской области по административным территориям в динамике десятилетнего периода (2010–2019 гг.).

3. Определить приоритетные направления в принятии управленческих решений по улучшению качества питьевой воды на приоритетных административных территориях Самарской области.

Материалы и методы. Проанализированы результаты лабораторных исследований проб питьевой воды в мониторинговых точках на территории Самарской области за период 2010–2019 гг. Оценивали содержание общего железа, нитратов, сульфатов, хлоридов, солей тяжелых металлов (стронций, ртуть, мышьяк, никель) в отобранных пробах. Риск здоровью рассчитывали в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и МР 2.1.4.0032-11 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности» [1, 4].

Результаты. В Самарской области качество питьевой воды в рамках ведения социально-гигиенического мониторинга контролируется на всех административных территориях. Пробы отбираются после проведения водоподготовки перед подачей в распределительную сеть. Нестандартных проб по органолептическим и микробиологическим показателям за изучаемый период не выявлено.

Среднемноголетние концентрации токсичных элементов за период 2010–2019 гг. не превысили ПДК. Наибольшие концентрации регистрировались по сульфатам и сухому остатку в городских округах и муниципальных районах, в которых показатель общей жесткости питьевой воды обусловлен природным содержанием минеральных веществ в воде из подземных источников. В поверхностных источниках (р. Волга) содержание сульфатов и хлоридов находилось в пределах нормативных значений. Содержание «триады» азота (азота аммонийных солей, нитритов и нитратов) также не превышало ПДК. Концентрации тяжелых металлов на протяжении изучаемого периода находились в пределах ПДК.

Доля нестандартных проб по общему железу была самой высокой и составила в 2019 г. 16,5 %. Превышения наблюдались, в основном, в муниципальных районах, в которых водоснабжение осуществляется из подземных источников. Максимальные уровни среднемноголетних концентраций, превышающих ПДК, зафиксированы в Приволжском (3,52 ПДК), Пестравском (2,48 ПДК), Кинельском (1,83 ПДК), Ставропольском (3,78 ПДК) и Елховском (1,83 ПДК) районах. На рисунке представлено картографическое распределение административных территорий Самарской области по уровням превышения общего железа в питьевой воде в мониторинговых точках в 2019 г. (рисунок).

Канцерогенный риск здоровью населения, проживающего в городских округах Самарской области, находился на уровне ниже $1 \cdot 10^{-6}$. Неканцерогенный риск здоровью по содержанию общего железа был выше для жителей муниципальных районов Самарской области. Наибольшие значения неканцерогенного риска, рассчитанные по среднемноголетним значениям, наблюдались в Приволжском ($HQ = 0{,}199$), Пестравском ($HQ = 0{,}14$), Кинельском ($HQ = 0{,}103$), Ставропольском ($HQ = 0{,}214$) и Елховском ($HQ = 0{,}103$) районах. Вклад общего железа в уровень суммарного неканцерогенного риска составил от 25 до 45 % во всех районах. Несмотря на то, что уровни ПДК превышены по содержанию железа в некоторых муниципальных районах, значения неканцерогенного риска находились в пределах приемлемого риска, не оказывающего выраженного воздействия на здоровье населения.

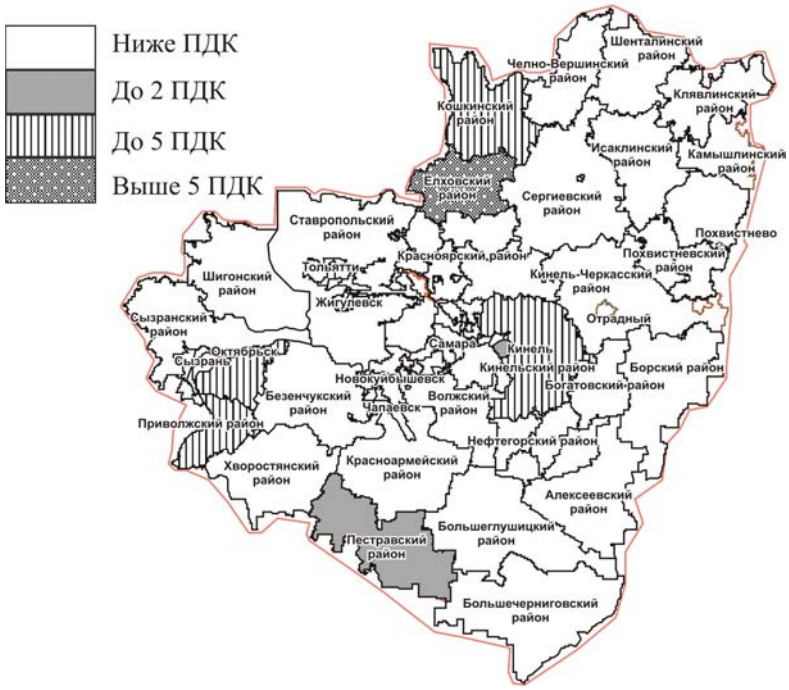


Рис. Картограмма уровней превышения общего железа в питьевой воде в мониторинговых точках, расположенных на административных территориях Самарской области, в 2019 г.

Выводы. Вероятными причинами повышенного содержания железа в питьевой воде могут являться, с одной стороны, повышенные концентрации железа в системе подъема воды с первого и второго уровней водоносных горизонтов безнапорных межпластовых подземных вод, и с другой – качество водоподготовки на насосно-фильтровальных станциях и состояние распределительной сети. Полученные данные необходимы для дальнейшего анализа возможных причин снижения качества питьевой воды и принятия мер по улучшению водоснабжения населения.

Список литературы

1. МР 2.1.4.0032-11. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 31.07.2011) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119675/ (дата обращения: 23.03.2020).

2. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 23.03.2020).

3. Постановление Главного государственного санитарного врача № 24 от 26 сентября 2001 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34003/ (дата обращения: 23.03.2020).

4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 143 с.

Оценка эффективности применения преаммонизации в целях снижения канцерогенного риска от тригалогенметанов в питьевой воде

Л.А. Дерябкина[1], Б.И. Марченко[2,1], Н.К. Плуготаренко[2], А.И. Юхно[2]

[1]Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области в городе Таганроге» Роспотребнадзора, г. Таганрог, Россия,
[2]ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

Осуществлена гигиеническая оценка эффективности применения преаммонизации в технологии водоподготовки для предотвращения образования канцерогенных хлорорганических соединений при обеззараживании питьевой воды методом хлорирования и минимизации канцерогенного риска. На основе результатов эксперимента по лабораторному хлорированию речной воды определены количественные характеристики и построены регрессионные модели зависимости концентрации образующихся при обеззараживании воды

хлорорганических соединений (хлороформ, дихлорбромметан и дибромхлорметан) от дозы хлора и параметров преаммонизации. Показано, что максимальная эффективность преаммонизации в отношении предотвращения образования тригалогенметанов обеспечивается при таких режимах обеззараживания, когда содержание остаточного активного хлора не превышает регламентируемых значений (0,8–1,2 мг/л).

Ключевые слова: канцерогенный риск, оценка риска, хлорирование воды, преаммонизация, хлорорганические соединения.

В Российской Федерации наиболее распространенным методом обеспечения безопасности воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в эпидемическом отношении остается ее обеззараживание хлором или хлорсодержащими реагентами. Метод хлорирования выгодно отличают высокая эффективность и надежность, выраженный эффект последействия за счет остаточного содержания хлора в распределительной сети водопровода, а также относительная дешевизна. В то же время хлорирование воды из поверхностных водоисточников, содержащей органические соединения природного и антропогенного происхождения, может являться причиной образования таких побочных продуктов, как тригалогенметаны, в том числе хлороформа (трихлорметана), дихлорбромметана, дибромхлорметана и других. Вероятность образования тригалогенметанов линейно возрастает при увеличении продолжительности нахождения воды в резервуарах и распределительной сети водопровода, зависит от ее температуры, применяемой дозы хлорсодержащих реагентов на очистных сооружениях и содержания остаточного хлора [2, 4, 6, 7, 10, 11]. Наличие в питьевой воде хлороформа и других тригаллогенметанов, обладающих свойствами эпигенетических промоторов канцерогенеза в условиях многомаршрутной экспозиции при пероральном, ингаляционном и накожном воздействии, приводит к формированию повышенных уровней как потенциального канцерогенного, так и неканцерогенного риска, проявляющегося в росте частоты патологии печени, почек, миокарда, системы крови, нервной и нейроэндокринной систем. Это обусловливает необходимость внедрения таких технологий водоподготовки, которые обеспечивают предотвращение или минимизацию образования тригалогенметанов в питьевой воде централизованных систем водоснабжения, например, ее обеззараживание методом ультрафиолетового облучения, применение преаммонизации с последующим хлорированием и других [1, 3, 5].

Цель работы – гигиеническая оценка эффективности применения преаммонизации для предупреждения образования тригалогенметанов при обеззараживании воды из поверхностного водоисточника методом хлорирования.

Материалы и методы. Экспериментальная часть исследования включала в себя определение содержания тригалогенметанов и остаточного хлора в модельных пробах природной воды из поверхностного источника водоснабжения г. Таганрога (река Дон) после процедуры лабораторного хлорирования различными дозами хлора при учете показателей ее хлорпоглощаемости. Всего были исследованы 52 парные параллельные пробы – экспериментальные, которые подвергались преаммонизации с применением в качестве реагента сульфата аммония, и контрольные, не подвергающиеся преаммонизации. Определение концентрации тригалогенметанов в модельных пробах воды производилось в соответствии с ГОСТ Р 51392-99 «Вода питьевая. Определение содержания летучих галогенорганических соединений газожидкостной хроматографией». Результаты экспериментов подвергались статистической обработке, при этом применялись как традиционные методы вариацион-

ной статистики, так и построение нелинейных регрессионных моделей зависимости концентрации хлороформа, дихлорбромметана и дибромхлорметана от содержания суммарного остаточного активного хлора. В работе использовано программное обеспечение собственной разработки, реализующее процедуры статистической обработки результатов экспериментов и математического моделирования, включая программы Turbo Dynamics, version 1.02 (анализ многолетней динамики, экстраполяционное прогнозирование) и Turbo Correlation, version 1.1 (нелинейный и множественный корреляционный и регрессионный анализ), а также профессиональный пакет статистических программ IBM SPSS Statistics (Statistical Package for Social Science), version 19.0.

Результаты. Высокая актуальность выявления потенциальных факторов канцерогенного риска в городе Таганроге Ростовской области с населением около 250 тыс. человек определяется крайне неблагоприятной ситуацией по заболеваемости злокачественными новообразованиями при ее среднемноголетнем уровне за последние 15 лет, составляющем 486,42 $^{o}/_{oooo}$, что превышает показатель для городского населения Ростовской области в 1,31 раза и соответствует первому ранговому месту. Среднегодовой темп прироста многолетней тенденции общей онкологической заболеваемости за указанный период составляет +1,07 %, а в ее структуре приоритетными локализациями являются кожа без меланомы (14,81 %), молочная железа (13,08 %), трахея, бронхи и легкое (9,22 %), ободочная кишка (6,94 %) и желудок (6,49 %).

Система централизованного водоснабжения населения г. Таганрога смешанная, обеспечивается водой как из поверхностных (реки Дон и Миус), так и из подземных источников (два грунтовых водозабора). Речная вода на очистных сооружениях подвергается двухступенчатой водоподготовке на горизонтальных отстойниках и скорых фильтрах с коагуляцией, преаммонизацией сульфатом аммония и двойным хлорированием хлорной водой в качестве реагента.

Результаты гигиенической оценки качества питьевой воды, по данным филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» в г. Таганроге, о содержании в ней хлороформа (трихлорметана), дихлорбромметана и дибромхлорметана свидетельствуют об относительно благополучной ситуации. Так, по результатам исследования 276 проб за период 2012–2019 гг. превышение ПДК хлороформа обнаружено в единичной пробе (0,36 %), случаев сверхнормативного содержания дихлорбромметана и дибромхлорметана зарегистрировано не было. Оценка потенциального канцерогенного риска проведена на основе обоснованных максимальных экспозиций, рассчитанных как верхние границы 95%-ных доверительных интервалов средних концентраций тригалогенметанов [8, 9]. Установлено, что уровень суммарного индивидуального канцерогенного риска, обусловленного пероральным поступлением тригалогенметанов с водопроводной водой (CRwo), в целом за весь 8-летний период наблюдения оценивается как предельно допустимый ($6{,}91 \cdot 10^{-6}$) с приоритетным долевым вкладом в него ДБХМ (55,8 %). При этом вклад в данный показатель хлороформа ($7{,}09 \cdot 10^{-7}$) является пренебрежимо малым, соответствующим уровню *De minimis*. Также был диагностирован предельно допустимый уровень ($2{,}27 \cdot 10^{-6}$) суммарного индивидуального канцерогенного риска за счет ингаляционного поступления тригалогенметанов из водопроводной воды (CR_{wi}), но при наибольшем долевом вкладе дихлорбромметана (54,3 %). Уровень индивидуального канцерогенного риска за счет накожной экспозиции тригалогенметанов (CR_{wd}) оказался пренебрежимо мал ($6{,}11 \cdot 10^{-7}$).

Таким образом, диагностирован предельно допустимый уровень общего индивидуального многомаршрутного канцерогенного риска (TCR_w), обусловленного тригалогенметанами в воде системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Таганрога, по данным за 2012–2019 гг. ($9{,}79 \cdot 10^{-6}$) с долевыми вкладами перорального, ингаляционного и накожного путей воздействия, соответственно 70,6; 23,2 и 6,2 %. Общий пожизненный популяционный многомаршрутный канцерогенный риск ($TPCR_w$) за счет реализации перорального, ингаляционного и накожного воздействия хлороформа, дихлорбромметана и дибромхлорметана по данным за восьмилетний период наблюдения составляет 2,477. При этом анализ многолетней динамики годовых показателей общего популяционного многомаршрутного канцерогенного риска ($TPCRA_w$) с варьированием в диапазоне от $5{,}91 \cdot 10^{-3}$ до $1{,}16 \cdot 10^{-1}$ свидетельствует о сформировавшейся тенденции к снижению при среднегодовом темпе ее прироста – 37,17 %. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности применяемого на очистных сооружениях городского водопровода комбинированного метода обеззараживания – сочетания обеззараживания методом хлорирования с преаммонизацией сульфатом аммония, который связывает вводимый хлор с образованием хлораминов, что предотвращает образование тригалогенметанов.

Настоящим исследованием продолжено экспериментальное изучение эффективности применения преаммонизации в технологии водоподготовки с количественным моделированием зависимости концентраций образующихся в модельных пробах воды тригалогенметанов (хлороформа, дихлорбромметана и дибромхлорметана) от параметров преаммонизации сернокислым аммонием в условиях лабораторного хлорирования (от 0,7 до 3,0 мг/дм^3) с учетом хлорпоглощаемости воды и определением остаточного хлора [12]. Одновременно проводились исследования контрольных проб воды, подвергающихся хлорированию аналогичными дозами хлора без преаммонизации. После получасовой экспозиции методом газожидкостной хроматографии определялось содержание тригалогенметанов в модельных пробах воды, а также измерялось содержание суммарного остаточного активного хлора. Результаты исследований подтверждают, что, во-первых, концентрации образующихся тригалогенметанов нелинейно возрастают при увеличении дозы вводимого хлора и, во-вторых, содержание тригалогенметанов в контрольных пробах воды существенно превышает соответствующие показатели проб воды, подвергшихся преаммонизации. При этом максимальная эффективность преаммонизации была установлена при режимах хлорирования, которые обеспечивают содержание суммарного остаточного активного хлора в пределах гигиенического регламента (0,8–1,2 мг/дм^3). Так, при содержании суммарного остаточного активного хлора в экспериментальных пробах воды, равном 1,2 мг/л, концентрация хлороформа в них была ниже, чем в контрольных пробах в 7,29 раза, а в отношении дихлорбромметана и дибромхлорметана коэффициент эффективности преаммонизации оказался существенно выше – 16,33 и 59,01 раза соответственно.

На основе полученных экспериментальных данных были выявлены сильные прямые статистически значимые корреляционные связи между концентрациями определяемых в модельных пробах воды тригалогенметанов и содержанием суммарного остаточного активного хлора, которые наиболее адекватно описываются нелинейными регрессионными моделями по типу степенной кривой для экспериментальных проб с применением преаммонизации и логарифмической кривой для

контрольных проб без преаммонизации. Построенные нелинейные регрессионные модели наглядно демонстрируют неблагоприятный эффект, который заключается в том, что при увеличении содержания суммарного остаточного активного хлора свыше гигиенического норматива (0,8–1,2 мг/дм^3), которое наблюдается, в частности, при обеззараживании воды в режиме гиперхлорирования, эффективность преаммонизации в отношении предотвращения образования в воде тригалогенметанов прогрессивно снижается (рис. 1–3).

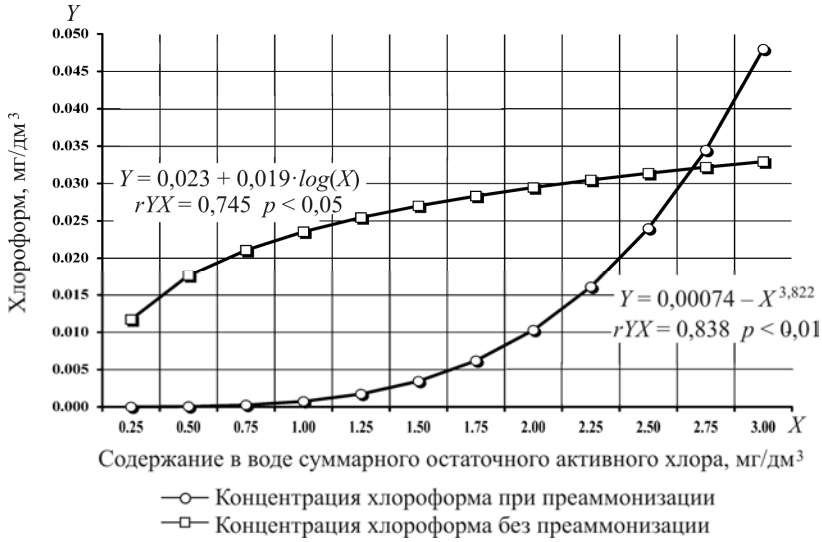


Рис. 1. Регрессионные модели зависимости концентрации хлороформа от содержания суммарного остаточного активного хлора в модельных пробах воды

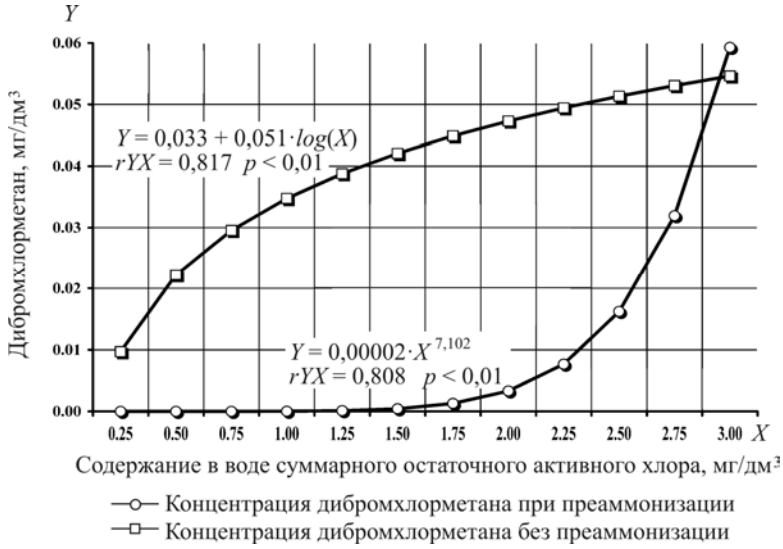


Рис. 2. Регрессионные модели зависимости концентрации дибромхлорметана от содержания суммарного остаточного активного хлора в модельных пробах воды

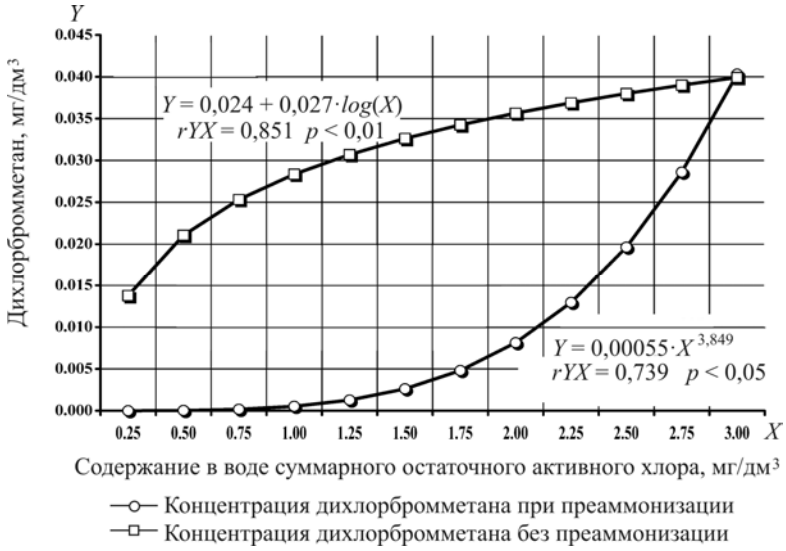


Рис. 3. Регрессионные модели зависимости концентрации дихлорбромметана от содержания суммарного остаточного активного хлора в модельных пробах воды

Таким образом, на основе полученных результатов экспериментального исследования можно сделать вывод о том, что максимальная эффективность применения преаммонизации в целях предотвращения или минимизации образования изучаемых тригалогенметанов (хлороформа, дихлорбромметана и дибромхлорметана) при водоподготовке требует таких режимов хлорирования, при которых содержание суммарного остаточного активного хлора не превышает регламентируемых величин. Преаммонизация, эффективность которой объясняется связыванием хлора за счет образования хлораминов, обусловливает существенное снижение окислительно-восстановительного потенциала системы «природная вода – хлор» и хлоропоглощаемости воды, так как окислительный потенциал хлораминов значительно меньше, чем у свободного хлора. При этом выраженное снижение эффективности преаммонизации в случаях применения завышенных доз хлора можно связать с двойным эффектом, который проявляется в условиях малой хлорпоглощаемости воды. Во-первых, избыток активного хлора в условиях проведения гиперхлорирования воды обусловливает существенную интенсификацию процессов окисления с деструкцией образовавшегося в ней за счет проведения преаммонизации монохлорамина и, как следствие, образуется дополнительное количество свободного активного хлора. Во-вторых, избыток свободного активного хлора, взаимодействуя с органическими веществами, содержащимися в природной воде, приводит к увеличению содержания в ней тригалогенметанов.

Как перспективные меры по снижению потенциального канцерогенного риска от тригалогенметанов, наряду с систематическим контролем их содержания в питьевой воде, применением преаммонизации в технологии водоподготовки и максимально точной дозировкой хлора при обеззараживании воды поверхностных источников, рассматриваются глубокая очистка природной воды до проведения ее хлорирования в целях минимизации содержания органических веществ, являющих-

ся предшественниками тригалогенметанов, использование метода постхлорирования на заключительных этапах водоподготовки с исключением первичного хлорирования и переходом на безреагентные методы обеззараживания водопроводной воды, например, ультрафиолетовым излучением.

Список литературы

1. Влияние условий водопользования на онкозаболеваемость населения / П.В. Журавлев, В.В. Алешня, Т.В. Шелякина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2000. – № 6. – С. 28–30.

2. Егорова Н.А., Букшук А.А., Красовский Г.Н. Гигиеническая оценка продуктов хлорирования питьевой воды с учетом множественности путей поступления в организм // Гигиена и санитария. – 2013. – Т. 92, № 2. – С. 18–24.

3. Зайцева Н.В., Клейн С.В. К вопросу оценки потенциального риска причинения вреда здоровью при осуществлении хозяйственной деятельности в сфере «Сбор и очистка воды» и степени его реализации // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 40–53. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.05

4. Канцерогенная опасность хлороформа и других побочных продуктов хлорирования питьевой воды / И.А. Черниченко, А.М. Сердюк, О.Н. Литовченко [и др.] // Гигиена и санитария. – 2009. – Т. 88, № 3. – С. 28–32.

5. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора / Н.В. Зайцева, А.С. Сбоев, С.В. Клейн [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 44–57. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.05

6. Красовский Г.Н., Егорова Н.А. Хлорирование воды как фактор повышенной опасности для здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 17–21.

7. Опыт установления и доказывания вреда здоровью населения вследствие потребления питьевой воды, содержащей продукты гиперхлорирования / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 12 (273). – С. 16–18.

8. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин [и др.]. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

9. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс] / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004 г. // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200037399 (дата обращения: 20.03.2020).

10. Снижение содержания хлорорганических соединений в питьевой воде / Е.Г. Калашникова, И.Ю. Арутюнова, Е.Н. Горина [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – Т. 10, № 1. – С. 11–17.

11. Стойкие хлорорганические соединения как фактор риска развития рака молочной железы / Т.И. Ушакова, Б.А. Ревич, Е.М. Аксель [и др.] // Вопросы онкологии. – 2002. – Т. 3, № 48. – С. 293–300.

12. Юхно А.И., Плуготаренко Н.К. Анализ образования хлорпроизводных соединений в питьевой воде // Технологии техносферной безопасности. – 2018. – Т. 79, № 3. – С. 28–35.

Оценка безопасности воды, используемой жителями г. Великий Устюг для питьевого водоснабжения из индивидуальных подземных источников

В.И. Коноплев[1], И.А. Долгина[1], А.Г. Перевозчиков[2], И.Е. Хаминов[2], В.Н. Тимофеева[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Вологодской области,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области» Роспотребнадзора,
г. Вологда, Россия

Представлена гигиеническая оценка условий нецентрализованного водоснабжения территории индивидуальной жилой застройки г. Великий Устюг Вологодской области. Выполнена сравнительная оценка риска здоровью населения от использования питьевой воды из индивидуальных колодцев и городского водопровода. Риск здоровью населения от использования для питьевых нужд воды из нецентрализованных источников питьевого водоснабжения вследствие антропогенного загрязнения подземных вод значительно превышает риск от использования воды из городского водопровода. Необходимы управленческие решения по подключению индивидуальных жилых домов к системе централизованного водоснабжения.

Ключевые слова: загрязнение подземных вод, нецентрализованное водоснабжение, риск здоровью, нитраты, сравнительная оценка риска здоровью.

В городе Великий Устюг проживает около 31,5 тыс. человек. Согласно данным, предоставленным МУП «Водоканал» г. Великий Устюг [4], абонентами этой водоснабжающей организации (включая абонентов, пользующихся уличными водоразборными колонками) являются 18 тыс. жителей города. По данным социально-гигиенического мониторинга за 2017 г., индивидуальный канцерогенный риск от использования воды городского водопровода составляет $9{,}4 \cdot 10^{-5}$. Риск неканцерогенных эффектов не превышает допустимый.

Остальное население, проживающее в основном в индивидуальной жилой застройке, использует для питьевого водоснабжения трубчатые колодцы.

Индивидуальная жилая застройка сосредоточена в северо-восточной части города Великий Устюг (около 12 тыс. жителей).

Водопроводные сети холодного централизованного водоснабжения в этой части города не развиты, из-за чего население вынуждено оборудовать индивидуальные источники (трубчатые колодцы) и использовать воду их них для хозяйственно-питьевого водоснабжения в течение всей жизни.

Глубина трубчатых колодцев составляет не более 10 м, эксплуатируемый водоносный горизонт является незащищенным, на водосборной площади расположены индивидуальные жилые дома и многоквартирные жилые дома, не подключенные к системе городской канализации. Для сбора сточных вод повсеместно используются негерметичные жижесборники, в связи с чем местные источники водоснабжения имеют тесную связь с загрязненными слоями почвы.

Необходимо учитывать, что за последние годы объемы водопотребления, а соответственно и водоотведения, в этих домовладениях увеличились на несколько порядков (от 1 $м^3$ в месяц на одну семью до 10–15 $м^3$ в месяц). Причиной таких изменений является использование систем автоматической подачи воды из источника в распределительную сеть дома или квартиры, подключение к внутреннему водопроводу душевых кабин, санитарных узлов, автоматических стиральных машин, посудомоечных машин.

Интенсивное загрязнение используемого водоносного горизонта происходит как в результате хозяйственной деятельности людей, так и в результате поступления различных загрязнений в период паводка. Во время наводнений 1991 г., 1998 г., 2016 г. данная территория подвергалась подтоплению, были затоплены индивидуальные источники хозяйственно-питьевого водоснабжения, жижесборники, сети канализации, канализационные насосные станции. После прохождения паводка люди, проживающие на данной территории, длительное время пользуются источниками водоснабжения, представляющими угрозу жизни и здоровью. По данным эпидемиологического мониторинга, среди жителей, проживающих на затапливаемой территории, регистрируются спорадические случаи заболеваний туляремией.

Контрольно-надзорной деятельностью источники нецентрализованного водоснабжения не охвачены в связи с ограничением полномочий в рамках действующего законодательства. По индивидуальным заявкам осуществляется незначительное количество исследований, в которых практически повсеместно обнаруживают превышение ПДК химических элементов группы азота (нитраты, нитриты, азота аммиака). За период с 2010 по 2017 г. на базе ИЛЦ филиала в г. Великий Устюг были исследованы 273 пробы воды, отобранных из данных индивидуальных источников. По результатам проведенных исследований, 98,8 % исследованных проб не отвечали гигиеническим требованиям [1, 3] по показателю нитраты.

По результатам лабораторных исследований воды десяти источников нецентрализованного водоснабжения (трубчатых колодцев) в 2018 г. были выполнены расчеты канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения, использующего данные источники, в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [2]. Для расчетов использовались результаты 40 исследований воды на содержание азота аммиака, нитритов, нитратов, железа и 10 исследований по показателям алюминий, бор, фтор, барий, бериллий, кадмий, марганец, мышьяк, никель, ртуть, свинец, селен, стронций, молибден, цианиды, хром. Полученные в результате исследований концентрации химических веществ были усреднены. Из расчетов исключены вещества, концентрации которых ни в одной отобранной пробе не превышали чувствительность использованного метода исследования. Были рассчитаны средние суточные дозы поступления химических веществ в организм с питьевой водой.

Результаты расчета индивидуальных канцерогенных рисков и суммарного канцерогенного риска загрязняющих химических веществ представлены в табл. 1.

Общий канцерогенный риск от использования питьевой воды из источников нецентрализованного питьевого водоснабжения в соответствии с п. 7.6.4. Р 2.1.10.1920-04 можно отнести к третьему диапазону рисков (индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-4}$, но менее $1 \cdot 10^{-3}$) неприемлем для населения. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Ведущим веществом, формирующим канцерогенный риск, является мышьяк.

Таблица 1

Результаты расчета индивидуальных канцерогенных рисков и суммарного канцерогенного риска загрязняющих химических веществ

Вещество	$C_{сред}$, мг/л	*Sfo*	*AD*	*ICR* = AD·SFo
Бериллий	0,000022	4,3	6,28571E-07	2,70286E-06
Кадмий	0,0000397	0,38	1,13429E-06	4,31029E-07
Мышьяк	0,00236	1,5	6,74286E-05	0,000101143
Свинец	0,001914	0,0047	5,46857E-05	2,57023E-07
–			***CR = SICRi***	**1,05E-04**

Характеристика риска неканцерогенных эффектов при пероральном поступлении производилась на основе расчета коэффициентов опасности.

Оценка неканцерогенного риска выполнена путем сложения рисков, воздействующих на однотипные органы и системы в соответствии с действующим Руководством по оценке риска. Выявлено наличие риска развития неканцерогенных эффектов для сердечно-сосудистой системы, крови и почек.

Результаты расчета неканцерогенного риска представлены в табл. 2.

По другим рассмотренным системам и органам индекс опасности не превышает 1,0.

Таблица 2

Результаты расчета неканцерогенного риска

Вещество	Среднее, мг/л	*RfDo*	*AD*	*AD*/*RFDo*	*AD* дети	*AD*/*RFDo* дети
Кровь						
Нитриты	0,1332	0,1	0,003806	0,038057	0,01332	0,1332
Нитраты	63,6775	1,6	1,819357	1,137098	6,36775	3,97984375
Марганец	0,107	0,14	0,003057	0,021837	0,0107	0,076428571
Свинец	0,001914	0,0035	5,47E-05	0,015624	0,0001914	0,054685714
HI = Σ *HQi*				1,21	–	4,24
Сердечно-сосудистая система						
Нитраты	63,6775	1,6	1,819357	1,137098	6,36775	3,97984375
Барий	0,3197	0,07	0,009134	0,13049	0,03197	0,456714286
Мышьяк	0,00236	0,0003	6,74E-05	0,224762	0,000236	0,786666667
Никель	0,00553	0,02	0,000158	0,0079	0,000553	0,02765
HI = Σ *HQi*				1,50	–	5,25
Почки						
Кадмий	3,97E-05	0,0005	1,13E-06	0,002269	0,00000397	0,00794
Молибден	0,002412	0,005	6,89E-05	0,013783	0,0002412	0,04824
Барий	0,3197	0,007	0,009134	1,304898	0,03197	4,567142857
HI = Σ *HQi*				1,32	–	4,62

Основной вклад в уровни неканцерогенного риска вносят нитраты и барий. Необходимо отметить, что риск от воздействия химических веществ при поступлении их с питьевой водой для детей значительно выше.

Анализ результатов исследований воды из индивидуальных подземных источников г. Великий Устюг показал, что ее использование является недопустимым как в части канцерогенной опасности, так и неканцерогенной, особенно для детей.

Риск здоровью населения от использования для питьевых нужд воды из нецентрализованных источников питьевого водоснабжения значительно превышает риск от использования водопроводной воды. По данным социально-гигиенического мониторинга, неканцерогенный риск от использования для питьевых нужд воды из городского водопровода г. Великий Устюг для основных систем организма здоровью не превышает допустимый.

Необходимы управленческие решения по подключению индивидуальных жилых домов к системе централизованного водоснабжения, а при отсутствии такой возможности – необходимо оборудовать водоразборные колонки, расположенные в шаговой доступности.

Согласно данным, предоставленным МУП «Водоканал» г. Великий Устюг [4], следует, что водоснабжающая организация располагает резервом мощности очистных сооружений водопровода, а также требуемой пропускной способностью магистральных трубопроводов. Подключение существующей индивидуальной жилой застройки, расположенной в северо-восточной части г. Великий Устюг, к централизованной системе водоснабжения потребует только строительства сетей водопровода по рассматриваемым улицам. Предварительная стоимость строительства 1 км водопроводных сетей по укрупненным сметным нормативам в ценах 2018 г. составит при диаметре сетей до 100 мм включительно – 4120,13 тыс. руб., до 160 мм – 5622,83 тыс. руб.

Необходима разъяснительная работа с населением о необходимости подключения домовладений к системам централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и неперспективности оборудования новых и эксплуатации существующих трубчатых колодцев в черте города в связи с загрязнением подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта.

Список литературы

1. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901862249 (дата обращения: 28.01.2020).

2. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 144 с.

3. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 17 ноября 2002 года // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901836057 (дата обращения: 28.01.2020).

4. Технико-экономическое обоснование возможности подключения индивидуальных жилых домов к системе централизованного водоснабжения. – Великий Устюг: МУП «Водоканал», 2018.

Расчет неканцерогенного риска здоровью населения, употребляющего воду из родников Саратовской области

К.А. Савина

Саратовский медицинский научный центр гигиены
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Саратов, Россия

Рассматриваются актуальные вопросы, посвященные функционированию родников как резервных источников водоснабжения в субаридных регионах на примере Саратовской области. Дана характеристика химического состава родников исследуемой территории, прослежена динамика их качества, рассчитан атрибутивный (добавочный) неканцерогенный риск здоровью населения, обусловленный регулярным употреблением воды из обследованных родников в питьевых целях.

Одной из основных задач, стоящих перед гигиенической наукой, является предупреждение вредного воздействия на человека факторов среды обитания. Решением этой задачи является установление причинно-следственных связей между состоянием здоровья и средой обитания человека на основе социально-гигиенического мониторинга. Оценка и обоснование риска здоровью являются неотъемлемыми инструментами социально-гигиенического мониторинга.

Анализ санитарно-эпидемиологической обстановки в РФ свидетельствует о росте заболеваемости населения, обусловленной качеством питьевой воды. Подземные воды по сравнению с открытыми водоемами отличаются более стабильным химическим и биологическим составом. Однако в случае неблагоприятной санитарно-экологической обстановки использование воды из родников может иметь определенный риск здоровью потребителей. Систематический мониторинг источников водоснабжения играет немаловажную роль в гигиене, так как качество питьевой воды напрямую влияет на здоровье человека.

На основании данных о химических изменениях воды родников субаридной части Саратовской области можно прогнозировать вероятные изменения химического состава родниковой воды и других регионов.

Осуществлена оценка неканцерогенного риска для здоровья населения при употреблении родниковой воды в Саратовской области и г. Саратове.

Задачи:

1. Изучение санитарно-химических показателей воды родников Саратовской области и г. Саратова за период 2013–2020 гг.

2. Расчет величины неканцерогенного риска для здоровья населения, регулярно употребляющего указанную воду в питьевых целях.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, качество воды родников, неканцерогенный риск, здоровье населения, питьевая вода.

Одной из основных задач, стоящих перед гигиенической наукой, является предупреждение вредного воздействия на человека факторов среды обитания. Решением этой задачи является установление причинно-следственных связей между состоянием здоровья и средой обитания человека на основе социально-гигиенического мониторинга. Оценка и обоснование риска здоровью являются неотъемлемыми инструментами социально-гигиенического мониторинга.

В настоящее время несоответствие питьевой воды требованиям санитарных норм по химическим показателям является одним из приоритетных факторов опасности для здоровья человека [3]. Подземные воды, по сравнению с открытыми водоемами, отличаются более стабильным химическим и биологическим составом, однако в случае неблагоприятной санитарно-экологической обстановки использование воды из родников может иметь определенный риск здоровью потребителей. Систематический мониторинг источников водоснабжения играет немаловажную роль в гигиене, так как качество питьевой воды напрямую влияет на здоровье человека.

Территория региона охватывает лесостепную, степную, полупустынную зоны, различный рельеф. На основании данных о химических изменениях воды родников субаридной части Саратовской области можно прогнозировать вероятные изменения химического состава родниковой воды и других регионов.

Качество воды родника зависит от надежности его защиты от загрязнений и от особенностей химического состава грунтовых вод, в которых формируется и протекает водоносный горизонт. Все родники Правобережья области образуются, в основном, из двух водоносных горизонтов: Саратовского и Сызранского (на Приволжской возвышенности). Площадь распространения горизонтов составляет 7 км^2, глубина залегания в среднем 5–17 м. Воды этих горизонтов по химическому составу сульфатно-гидрокарбонатные. В связи с гидрогеологическими особенностями залегания грунтовых вод крупные родники в Левобережье отсутствуют. Большинство родников г. Саратова формируются в толще пород Лысой и Алтынной гор, которые окружают город.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись пробы воды наиболее востребованных 15 родников в черте г. Саратова [6] – 236 проб и 31 родник в Правобережье Саратовской области – 349 проб. Общее число проб – 585.

В рамках исследования проводились опросы населения непосредственно на местах отбора проб. Из общего числа опрошенных 535 потребителей (21 %) используют родниковую воду в качестве постоянного источника питьевой воды, 79 % (423 человек) рассматривают родники как дополнительные источники питьевой воды. Из 535 опрошенных 51 % пьют непосредственно свежую воду, 26 % употребляют воду после кипячения, 23 % отстаивают воду.

Мониторинг производился в период с 2013 по 2020 г. в разные сезоны, каждый источник был обследован неоднократно. Отобранные пробы были проанализированы на соответствие гигиеническим нормативам по 26 показателям качества: органолептическим – запах, привкус, цветность, мутность; обобщенным – pH, перманганатная окисляемость, жесткость общая, щелочность, общая минерализация; определению ионов солей и металлов – Cl^-, SO_2^--, NO_2^-, NO_3^--, NH_4^+, Pb^{2+}, Cd^{2+}, Al^{3+}, F^{2+}, PO_4^{3-}, $Fe_{общ}$, $Mn_{общ}$, $Cr_{общ}$, $As_{общ}$, $Cu_{общ}$, Ni^{2+}. Для определения вышеперечисленных показателей использовались референтные методы химического и физико-химического анализа: титриметрия, фотометрия, газожидкостная хроматография, а также атомно-абсорбционная спектроскопия [1]. Выбор контролируемых показателей качества воды был обусловлен гигиеническими требованиями, предъявляемыми к качеству питьевой воды СанПиН1175-02 [2, 5].

Оценку индивидуального риска здоровью от употребления родниковой воды в питьевых целях проводили в соответствии с действующими нормативно-методическими документами – «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающих среду» [4].

Результаты. По результатам проведенных исследований процент нестандартных проб воды составил 56 %, из них 32 % приходилось на родники г. Сара-

това. В 25 % проб превышения были обнаружены более чем по одному показателю (рисунок).

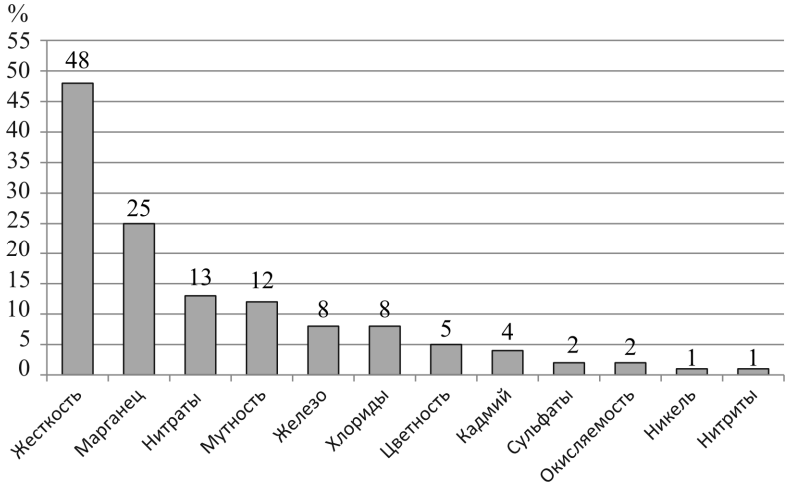


Рис. Санитарно-химические показатели,
превышающие ПДК в обследованных пробах, %

Концентрация солей жесткости варьируется от 2,0°Ж до 29,8°Ж, хлоридов от 1,5 до 3 ПДК, сульфатов до 1,5 ПДК. Наиболее высокие значения отмечаются в родниках г. Саратова, Саратовского района и Аткарского района, который находится на западной части Приволжской возвышенности в Донском бассейне.

В двух родниках массива Алтынной горы г. Саратова обнаружен кадмий, который относится к тяжелым металлам, в концентрациях соответственно 1,42 и 1,31 мкг/дм³ (при норме до 1,0 мкг/дм³) и никель в концентрации 22 мкг/дм^3 (при норме 20 мкг/дм^3).

Повышенные значения концентрации марганца (31 % проб) наблюдались в 20 источниках. Наиболее высокие концентрации были зафиксированы в весной 2017 г. в двух родниках г. Саратова: «Хрустальный» массива Лысой горы в г. Саратове – 2,24 мг/дм³ (17.03.2017) и в роднике оврага близ реки Волги – 4,5 мг/дм^3 (17.05.2017). Первый источник расположен в углублении ландшафта (ущелье), в непосредственной близости от проезжей части. В данном случае, вероятной причиной резко повысившейся концентрации марганца стали смывы с автомобильных дорог антигололедных соединений. Причины большого отклонения во втором источнике вызваны скоплением дождевых вод, причина загрязнения которых не была нами установлена. Остальные превышения варьировались в пределах 1–6 ПДК.

Увеличенная концентрация нитратов и нитритов в родниковой воде фиксировались в разные сезоны года однократно в разных источниках. Данные отклонения имеют место при интенсивной хозяйственной деятельности человека.

Железо выявлялось в летне-весенний период, от 1,5 до 7 ПДК. Наибольшее значение зафиксировано в роднике Новобурасского района, отличающегося обилием малых рек (2,12 мг/дм^3). Неудовлетворительные показатели также отмечались в Аткарском, Пугачевском районах и г. Саратове.

Цветность, мутность и окисляемость фиксировались в пробах одновременно с другими превышениями санитарно-химических показателей. Чаще всего превышение этих показателей коррелируется с повышенным содержанием марганца и железа в воде.

Тенденция роста неудовлетворительных показателей проб воды наблюдается в ранневесенний период, в конце весны переходом в начало лета, в начале осени. Это обусловлено тем, что питание горизонтов происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, наибольшее влияние оказывают паводки и осенние дожди.

При расчете использовались региональные факторы экспозиции (объем потребляемой воды в сутки – 2,5 л, учитывая аридный климат региона). Далее были рассчитаны коэффициенты опасности *HQ*. Зависимость коэффициентов от концентрации исследуемых веществ является прямо пропорциональной.

Угроза для здоровья существует при значениях индивидуального риска (коэффициента опасности *HI*) более 1,0 усл. ед. (условных единиц).

На основании данных о превышениях ПДК (см. рисунок) и Р 2.1.10.1920-04 [4] определены следующие вещества для оценки риска: марганец, нитраты, кадмий, никель, железо, нитриты. Не включаются в группу показателей для оценки риска вещества, концентрация которых существенно ниже референтных (безопасных) уровней воздействия. Значение коэффициентов опасности (*HQ*) в данных случаях будет меньше 0,1 усл. ед. Такие факторы, как жесткость, цветность, мутность, окисляемость не показывают определенную концентрацию химических веществ в воде. Для хлоридов и сульфатов не указана референтная доза вещества (мг/кг), обусловливающая значение величины риска 1,0 усл.ед. Если рассчитанный коэффициент опасности (*HQ*) вещества не превышает единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни несущественна и такое воздействие характеризуется как допустимое. Суммарный неканцерогенный риск (*HI*) по исследуемым веществам получают путем сложения полученных коэффициентов опасности (*HQ*). Его значение при отсутствии угрозы здоровью не должно превышать 1 усл. ед.

В таблице отмечены референтные концентрации веществ, при которых индекс *HQ* принимает предельное значение 1,0.

Референтная концентрация веществ, включенных в оценку риска

Вещество (химический элемент) в питьевой воде	Марганец	Нитраты	Кадмий	Никель	Железо	Нитриты
ПДК, мг/дм^3	0,1	45,0	0,001 (1 мкг)	0,02 (20 мкг)	0,3	3,0
RfD при хроническом пероральном воздействии, мг/кг	0,14	1,6	0,0005 (0,5 мкг)	0,02 (20 мкг)	0,3	0,01
Референтная концентрация, мг/дм^3 [1]	3,92	44,8	0,014 мг (14 мкг)	0,56 (560 мкг)	8,4	2,8
Критически поражаемые органы и системы органов	ЦНС, кровь	Кровь (MetHb), ССС	Почки, эндокринная система	Печень, ССС, ЖКТ, кровь, масса тела	Слизистые, кожа, кровь, иммунная система	Кровь (MetHb)

На основании мониторинговых данных за 2013–2020 гг. была вычислена среднесуточная доза указанных веществ, потребляемых с родниковой водой, для каждого из 42 обследованных источников по формуле из руководства [4]. Стати-

[1] Минимальная концентрация С (мг/дм^3) вещества вызывающая неканцерогенный риск предельно допустимого уровня (1,0 усл. ед).

стическая обработка данных проведена с помощью пакета программных средств MS Excel и Statistica.

По результатам исследования 2013–2020 гг. было выявлено 13 проб с превышающим значением *HI* (1,02 до 2,57). Превышающие коэффициенты опасности имеют место по показателям нитраты (10 проб), нитриты (одна проба), марганец (одна проба). Такие пробы фиксировались однократно, при повторном обследовании данных источников отклонений от санитарных норм не было выявлено.

Согласно документу ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы» [1], марганец относится к 3-му классу опасности, в качестве лимитирующего показателя установлен «органолептический». При высоких концентрациях элемента в воде ощущается характерный привкус и увеличение цветности, что снижает риск употребления такой воды.

Другая картина наблюдается при повышенном содержании нитратов в воде. Также, как марганец, они относятся к веществам 3-го класса опасности (умеренно опасные) [1], но лимитирующим показателям вредности для данной группы веществ является санитарно-токсикологический, ввиду чего потребителю сложно выявить наличие повышенного содержания этих соединений. Нитриты – вещества 2-го класса опасности по санитарно-токсикологическому признаку. Референтная концентрация чуть ниже ПДК. Нитраты и нитриты в воде способствуют образованию опасного вещества в крови – метгемоглобина, который приводит к кислородному голоданию. Употребление такой воды в питьевых целях за достаточно небольшие сроки приводит к нарушению работы сердца и сосудов.

Кадмий и никель также относятся к веществам 2-го класса опасности по санитарно-токсикологическому признаку. Однако, согласно Руководству по оценке риска [4], референтные концентрации этих компонентов превышают ПДК более чем в 10 раз. Такие превышения обусловлены, как правило, антропогенными факторами, такими как промышленные производства. Обнаруженные концентрации кадмия и никеля составляли 1,1–1,3 ПДК. Концентрация нитритов в размере 1,1 ПДК выявлена однократно в 2020 г.

Выводы. По результатам мониторинга родников Саратовской области 2013–2020 гг. установлено: процент нестандартных проб воды составил 56, 32 % составляют пробы воды из родников г. Саратова. Неудовлетворительные показатели – жесткость, марганец, нитраты, нитриты, кадмий, никель, железо, мутность, цветность, перманганатная окисляемость, хлориды, сульфаты. Размеры отклонений в большинстве случаев не превышают 2 ПДК, большие превышения фиксируются однократно и не обеспечивают острые неканцерогенные риски.

Угроза здоровью существует при регулярном употреблении воды с превышениями по данным показателям. Превышения суммарного неканцерогенного риска по исследуемым веществам выявлены в 13 пробах из 585. Наибольшие значения коэффициентов опасности приходятся на показатели аммонийной группы – нитратов и нитритов, соответственно – риск образования метгемоглобина в крови. Превышения выявляются однократно в разные сезоны года, обусловлены значительным попаданием в почву биологических отходов и растительных удобрений. Для безопасности населению рекомендуется употреблять воду из родников, расположенных на значительном расстоянии от хозяйственных объектов. Также следует обращать внимание на информацию о качестве используемого питьевого источника, опубликованную Роспотребнадзором.

Список литературы

1. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы / утв. 27.04.2003, зарегистрирован в Минюсте России 19.05.2003. – М.: «Российская газета», 2003. – 233 с.

2. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества от 17.01.1998. – М.: Госстандарт России, 2010. – 18 с.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей здоровья человека, 2019. – С. 87.

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. – 144 с.

5. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрани источников. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2018. – 16 с.

6. Сто лучших родников Саратовской области [Электронный ресурс] // Сад Сервье. – URL: http://sadservie.ru/post/979 (дата обращения: 22.02.2020).

Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, определяемых в атмосферном воздухе г. Магнитогорска за 2016–2018 гг.

Н.Н. Валеуллина[1], В.М. Ефремов[2], О.А. Нагаева[1], А.Л. Бекетов[1], Е.В. Никифорова[1], Т.С. Колотова[1], Д.А. Заложков[1]

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» Роспотребнадзора,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Челябинской области,
г. Челябинск, Россия

Основной целью работы является оценка канцерогенного и неканцерогенного рисков для здоровья населения от воздействия химических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Магнитогорска. Для достижения основной цели проведен анализ информации о загрязнении атмосферного воздуха и заболеваемости населения города за 2016–2018 гг., расчеты канцерогенного и неканцерогенного рисков. Проведенная оценка риска воздействия атмосферного воздуха позволила определить ведущие химические факторы риска, выделить наиболее уязвимые органы и системы человека и дать рекомендации для улучшения качества атмосферного воздуха в г. Магнитогорске.

Ключевые слова: атмосферный воздух, оценка риска, канцерогенный риск, неканцерогенный риск, воздействие химических загрязняющих веществ.

На протяжении многих лет одной из актуальных экологических проблем г. Магнитогорска является загрязнение атмосферного воздуха. Источниками загрязнения атмосферы города являются предприятия черной металлургии, предприятия по производству строительных материалов, тепловые электростанции, транспорт.

За 2016–2018 гг. количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух значительно не изменилось (табл. 1) [1].

Таблица 1

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Магнитогорска за 2016–2018 гг., тыс. т

Вид источника	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Стационарные источники	211,8	210,2	203,2
Передвижные источники	26,4	20,4	22,0
Всего	238,2	230,6	225,2

Выбросы стационарных источников составляют 88,9–91,2 % от общегородских выбросов, автотранспорта – 8,8–11,1 %.

Основным источником загрязнения воздушного бассейна города является ПАО ММК. Объем валовых выбросов предприятия в 2018 г. составил 200,047 тыс. т в год (88,8 % общегородских выбросов).

По данным Министерства экологии Челябинской области уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Магнитогорска (индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)) снизился с «очень высокого» в 2016–2017 гг. до «высокого» в 2018 г. [1]. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха города, вносят выбросы по следующим веществам: бенз(а)пирен, взвешенные вещества, формальдегид, диоксид азота, аммиак.

Наблюдения за качеством атмосферного воздуха в г. Магнитогорске проводятся Челябинским ЦГМС – филиал ФГБУ «Уральское УГМС», лабораторией филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области в городе Магнитогорске», испытательной лабораторией ПАО «ММК».

Для оценки риска использованы среднегодовые концентрации 23 химических веществ с учетом рекомендаций Европейского бюро ВОЗ [5] и рекомендациями ФС Роспотребнадзора (письмо от 28.01.2016 г. № 01/870-16-32) [2]: взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, фенол, аммиак, формальдегид, бензол, ксилол, толуол, этилбензол, железо, кадмий, магний, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк, бенз(а)пирен, фенол.

Оценка риска проведена для ингаляционного пути поступления перечисленных химических веществ. Канцерогенный риск рассчитан с помощью единичного риска с использованием величины фактора канцерогенного потенциала, стандартных значений массы тела человека, суточного потребления атмосферного воздуха [4, 5]. Оценка неканцерогенного риска проведена на основе расчета коэффициентов опасности каждого химического вещества и индексов опасности однонаправленного действия химических веществ.

Уровни канцерогенных индивидуальных рисков от суммы канцерогенов по г. Магнитогорску в 2016–2018 гг. находятся в 3-м диапазоне ($1 \cdot 10^{-3}$–$1 \cdot 10^{-4}$), недо-

пустимом для населения в целом. Несмотря на то что индивидуальный канцерогенный риск от суммы канцерогенов в 2018 г. (0,00055) по сравнению с 2016 г. (0,00074) – уменьшился на 34,5 % (1,3 раза), по сравнению с 2017 г. (0,00082) – уменьшился на 32,9 % (1,49 раза), он не достиг допустимого уровня и находится в 3-м диапазоне ($1 \cdot 10^{-3}$–$1 \cdot 10^{-4}$), неприемлемом для населения в целом. Ведущими компонентами в формировании канцерогенного риска при ингаляционном пути поступления в 2018 г. являются бензол, хром, формальдегид (табл. 2). В целом для населения под воздействием в районах размещения девяти постов с численностью 330 438 человек, суммарный канцерогенный популяционный пожизненный риск составляет 182,39 дополнительного случая рака за 70 лет жизни или 2,61 дополнительного случая в год.

Таблица 2

Канцерогенный индивидуальный пожизненный риск (*ICR*)

Наименование вещества	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	ICR	Ранг	*ICR*	Ранг	*ICR*	Ранг
Кадмий	1,59E-05	4	0,00001512	4	0,0000042	6
Никель	0,00000408	7	0,00000312	7	0,000006	5
Свинец	0,00000048	8	5,04E-07	8	0,00000062	8
Хром	0,000315	1	0,0004845	1	0,00018667	2
Бензол	0,000246848	2	0,00016971	2	0,00024299	1
Этилбензол	0,000011	5	0,0000121	5	0,0000143	4
Бенз(а)пирен	0,00000451	6	4,17E-06	6	2,84E-06	7
Формальдегид	0,00014213	3	0,0001282	3	9,43E-05	3
Итого *ICR*	0,000739902	–	0,0008174	–	0,0005519	–

В 2018 г. наибольший коэффициент опасности отмечался у оксида меди (*HQ* = 4,42); затем в порядке убывания: у марганца и его соединений (*HQ* = 2,78), взвешенных веществ (*HQ* = 2,42), бенз(а)пирена (*HQ* = 2,58), формальдегида (*HQ* = 2,42), никеля оксида (*HQ* = 1,25). У остальных девятнадцати химических веществ коэффициенты опасности не превышают единицы.

В 2018 г. по отношению к 2017, в целом по городу отмечается тенденция к снижению значений коэффициентов опасности большинства химических веществ, кроме марганца и его соединений, меди оксида, никеля оксида, по которым отмечался рост. Коэффициенты опасности пяти загрязнителей: марганца и его соединений, меди оксида, бенз(а)пирена, формальдегида, взвешенных веществ превышали единицу на протяжении всех трех лет, дигидросульфида – в 2016, 2017 г., никеля оксида – в 2018 г.

Уровни неканцерогенного риска, рассчитанного по индексам опасности, в целом по г. Магнитогорску проанализированы с учетом однонаправленного действия на 13 групп органов и систем человека (органы дыхания, центральная нервная система, кровь, системы развития, сердечно-сосудистая, иммунная, гормональная, репродуктивная системы, глаза, печень, почки, системные нарушения, красный костный мозг).

В 2018 г. приоритетными органами и системами, поражаемыми загрязнителями однонаправленного действия (*HI* > 1), являются 9 групп: органы дыхания (*HI* = 17,27), иммунная система (*HI* = 6,05), центральная нервная система (*HI* = 4,83),

системы развития (*HI* = 4,08), кровь (*HI* = 3,83), глаза (*HI* = 2,42), сердечно-сосудистая система (*HI* = 1,9), системные нарушения (*HI* = 1,25) и репродуктивная система (*HI* = 1,15). Такие уровни коэффициентов и индексов опасности соответствуют недопустимому риску для человека и говорят о высокой вероятности возникновения вредных эффектов у человека (табл. 3). Индексы опасности при воздействии химических веществ на остальные 4 группы органов и систем человека (гормональная система, почки, печень, красный костный мозг) не превышают, либо равны единице.

Таблица 3

Индексы опасности для критических органов и систем

Критические органы и системы	2016 г.	Ранг	2017 г.	Ранг	2018 г.	Ранг
Органы дыхания	21,86	1	22,12	1	17,27	1
ЦНС	6,08	3	4,44	4	4,83	3
Кровь	3,56	6	3,03	6	3,83	5
Развитие	5,76	4	5,12	3	4,08	4
ССС	2,16	7	1,85	7	1,90	7
Почки	1,57	8	1,58	8	0,89	11
Печень	0,61	13	0,65	12	0,55	12
Глаза	3,64	5	3,29	5	2,42	6
Иммунная система	8,81	2	7,81	2	6,05	2
Репродуктивная система	1,15	9	0,82	10	1,15	9
Гормональная система	0,97	11	0,94	9	0,35	13
Красный костный мозг	1,07	10	0,73	11	1,0	10
Системные нарушения	0,85	12	0,65	12	1,25	8

Риск от воздействия химических веществ на органы дыхания в 2018 г. по сравнению с 2017 г. уменьшился на 22 %, что в значительной мере связано с уменьшением среднегодовых концентраций меди оксида, кадмия оксида, формальдегида, фенола, взвешенных веществ, дигидросульфида, аммиака, цинка оксида, хрома 6+. Также уменьшился риск от воздействия химических веществ на системы развития, почки, глаза, иммунную систему, но тем не менее риск остался на высоком уровне опасности. Увеличился неканцерогенный риск при воздействии химических веществ на репродуктивную систему и системные нарушения с переходом из градации допустимого риска в недопустимый риск (*HI* > 1). Увеличение индексов опасности произошло за счет роста среднегодовых концентраций бензола и свинца.

Значения рисков отражают, главным образом, долгосрочную тенденцию к изменению фона заболеваемости (70 лет – канцерогенный, 30 лет – неканцерогенный риски), формирующуюся при условии соблюдения всех принятых исходных условий. Полученные результаты не следует использовать для проведения каких-либо прямых аналогий между уровнями фактической заболеваемости и значениями рисков.

В ходе работы проведена оценка фоновой заболеваемости населения г. Магнитогорска по статистическим формам № 12 и № 7 за 2016–2018 гг. По ряду позиций отмечено неблагополучие.

Показатели общей заболеваемости детского населения г. Магнитогорска за последние три года (2016–2018 гг.) имеют тенденцию к снижению, а также они ниже среднеобластных и среднероссийских показателей. Ведущим классом болезней для детского населения г. Магнитогорска, как и для области и России, являются болезни органов дыхания. Заболеваемость органов дыхания у детей за исследуемый период имеет тенденцию к снижению, а также она ниже показателей по Челябинской области и России. При этом в этом классе болезней в 2018 г. аллергический ринит значительно превышает среднеобластные и среднероссийские показатели (соответственно в 2,51 и 2,97 раза) и астма, астматический статус превышает показатель по России в 1,23 раза.

Ведущим классом болезней для подросткового населения г. Магнитогорска как для Челябинской области, так и для России, являются болезни органов дыхания. Заболеваемость органов дыхания у подростков имеет тенденцию к росту (превышение в 2018 г. по сравнению с 2017 г. на 15,7 %), но она ниже среднеобластного и среднероссийского показателей.

Ведущим классом болезней для взрослого населения г. Магнитогорска, как и для области и России, являются болезни органов дыхания. Этот показатель за последние 3 года имеет тенденцию к снижению, а также он в 2018 г. ниже среднеобластного и среднероссийского показателей. Следует обратить внимание, что в этом классе болезней в 2018 г. заболеваемость астмой, астматическим статусом превышает среднероссийский показатели (соответственно в 1,04 раза).

Одними из тяжелых заболеваний, которые могут быть ассоциированы с воздействием на человека веществ-канцерогенов (бензол, бенз(а)пирен, формальдегид, кадмий, никель, свинец, хром 6+, этилбензол) являются злокачественные новообразования (ЗНО).

На протяжении последних трех лет (2016–2018 гг.) в г. Магнитогорске отмечается тенденция к снижению всех ЗНО (в 2018 г. в сравнении с 2017 г. – на 13,27 %; в 2018 г. в сравнении с 2016 г. – на 13 %). За этот период заболеваемость всеми ЗНО в г. Магнитогорске ниже среднеобластных и среднероссийских показателей. Тенденция к росту в 2018 г. в сравнении с 2017 г. отмечается по следующим локализациям ЗНО: кожа – 4,81 %; предстательная железа – 19,29 %. Превышение среднеобластных показателей более чем в 1,1 раза в 2018 г. отмечается у ЗНО кожи. По остальным ЗНО, в сравнении с соответствующими показателями по Челябинской области, существенных различий не отмечается. Превышение среднероссийских показателей более чем в 1,1 раза в 2018 г. отмечается у ЗНО желудка, толстой кишки, кожи, предстательной железы. В структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями лидирующие места занимают заболевания кожи, молочной и предстательной желез.

Выводы. Высокие количественные показатели риска здоровью населения г. Магнитогорска в условиях сложившегося уровня загрязнения атмосферного воздуха требуют мероприятий по устранению / уменьшению влияния на здоровье населения химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе. Органам исполнительной власти, промышленным предприятиям г. Магнитогорска предложено:

– разработать мероприятия по снижению совокупного объема выбросов, включая приоритетные токсичные вещества с целью формирования целевых по-

казателей по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха со сроком исполнения по годам до 2024 г. в соответствии с федеральным проектом «Чистый воздух»;

– пересмотреть перечни определяемых загрязняющих веществ на постах с учетом инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферных воздух, анализа данных инструментальных мониторинговых наблюдений и данных системы расчетного мониторинга состояния атмосферного воздуха, а также данные автоматизированного онлайн-контроля выбросов;

– обеспечить разработку и введение в эксплуатацию систему анализа качества атмосферного воздуха г. Магнитогорска, включающую данные автоматизированного онлайн-контроля выбросов, национальной систем мониторинга и социально-гигиенического мониторинга, а также данных системы расчетного мониторинга состояния атмосферного воздуха (сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха).

Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации в Челябинской области в 2019 году [Электронный ресурс] / Министерство экологии Челябинской области. – URL: http://www.mineco174.ru/htmlpages/Show/protectingthepublic (дата обращения: 03.03.2020).

2. Законодательное и методическое обеспечение лабораторного контроля за факторами среды обитания при проведении социально-гигиенического мониторинга: Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 01/870-16-32 от 28 января 2016 года [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/420369294 (дата обращения: 03.03.2020).

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Челябинске в 2018 году: Государственный доклад. – Челябинск, 2019. – 284 с.

4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс] / утв. Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 5 марта 2004 г. // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200037399 (дата обращения: 03.03.2020).

5. Рекомендации Европейского бюро ВОЗ [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2017. – URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/349868/Influenza-vaccine-recommendations-2017-2018_13_sep_2017_RU.pdf? ua=1 (дата обращения: 03.03.2020).

Использование современных методов анализа для исследования содержания химических элементов в биосубстратах детей

И.В. Дребенкова[1], Т.В. Жукова[2]

[1]РУП «Научно-практический центр гигиены»,
[2]УО Федерации профсоюзов Беларуси
Международный университет «МИТСО»,
г. Минск, Республика Беларусь

Показано, что для оценки содержания химических элементов в сыворотке крови детей с костной патологией оптимальным способом пробоподготовки является микроволновая минерализация. Обоснован выбор наиболее эффективного аналитического метода исследования концентрации химического элемента селена в биосубстратах пациентов с патологией опорно-двигательного аппарата – атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой. Установлено, что в сыворотке крови детей с костной патологией содержание микроэлемента селена находится в интервале 0,001–52,26 мкг/л. Осуществлен сравнительный анализ результатов исследования по отношению к «условной норме». Показано, что содержание селена в сыворотке крови у пациентов с прогрессирующими врожденными деформациями позвоночника значительно ниже референсного диапазона

Ключевые слова: сыворотка крови, химические элементы, селен, минерализация, атомно-эмиссионная спектрометрия.

Общеизвестно участие химических элементов, содержащихся в среде обитания, во всех важнейших биохимических и физиологических процессах роста и развития человека, а также связь содержания микро- и макроэлементов в почве, воде и атмосферном воздухе с уровнем элементов в биосубстратах. Обязательным условием обеспечения здоровья и работоспособности человека является поступление необходимого количества эссенциальных и адекватного содержания условно-эссенциальных и токсичных элементов. Отклонения в содержании химических элементов, вызванные экологическими, профессиональными, климатографическими факторами, приводят к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья человека.

Вопросам взаимосвязи микроэлементного состава биосубстратов человека с вероятностью возникновения различных патологий уделяется большое влияние.

Проблема низкого содержания микроэлементов в организме человека при патологии костной системы широко известна.

Физиологический метаболизм костей возможен только при естественном содержании микроэлементов в окружающей среде. Отклонения от естественного содержания химических элементов в окружающей среде взаимосвязаны с их концентрацией в костной ткани и, соответственно, нарушают при этом нормальную структуру кости [2].

Микроэлементы не составляют механическую основу костей, но с их помощью и участием происходят различные процессы на молекулярном уровне, и нарушения обмена химических элементов могут играть существенную роль для диагностики и лечения заболеваний костной ткани [2].

Формирование костной ткани в детстве и сохранение баланса между процессами синтеза и резорбции кости в течение всей жизни происходят в организме под контролем различных внешних и внутренних факторов, зависят от пола, возраста, наследственности, характера питания, физических нагрузок, состояния здоровья и многого другого [1].

Всемирная организация здравоохранения официально определила остеопороз как одно из десяти важнейших хронических заболеваний человечества, которое, впрочем, можно предупредить и излечить. В настоящее время определены факторы риска и механизмы патогенеза остеопороза, разработаны методы его первичной и вторичной профилактики, совершенствуются способы лечения с использованием различных групп лекарственных средств, в том числе генно-инженерных биологических препаратов.

Большинство микроэлементов входит в биологически активные соединения или оказывает на них влияние. В составе ферментов, гормонов и иммунных комплексов микроэлементы участвуют в метаболических и иммунных процессах, определяя функциональное состояние различных органов и систем, в том числе костной и хрящевой ткани, их качество и структуру. Больные остеопорозом, как правило, страдают одновременно двумя-тремя хроническими заболеваниями и более, которые оказывают негативное влияние на костную ткань. В группу болезней, на фоне которых развивается остеопороз, отнесены ревматоидный артрит, сахарный диабет, целиакия, хроническая почечная недостаточность, хроническая обструктивная болезнь легких и бронхиальная астма, заболевания щитовидной и паращитовидной желез, крови, печени и поджелудочной железы.

Ведущую роль в этом процессе играет уровень обеспечения организма не только витаминами и белком, но и макро- и микроэлементами. Дефицит, обусловленный недостаточным потреблением с пищей или пониженным всасыванием этих веществ, может стать причиной снижения минеральной плотности кости [1].

В нашем организме нет ни одного органа, где не использовался бы селен. Главный его положительный эффект – противоопухолевая активность. Селен активирует ген p53, ответственный за окислительно-восстановительные реакции, входит в состав ферментов, осуществляющих реакции детоксикации в клетках, нейтрализующих свободные радикалы [3].

Селеносодержащие белки формируют костную и хрящевую ткани, поддерживают работу скелетных и гладких мышц, контролируют гормональный баланс.

Селен стимулирует синтез серусодержащих аминокислот и белков, таких как метионин, цистеин, участвует в иммунологической защите организма от вирусов, а также в активном выведении из организма тяжелых металлов – ртути, марганца, свинца, кадмия.

Данный микроэлемент в сочетании с витамином Е и другими антиоксидантами облегчает течение ревматоидного артрита, так как обладает противовоспалительным свойством. Он применяется в лечении остеохондроза, артроза, остеодистрофии, так как участвует в формировании ферментов синовиальной оболочки хрящей позвоночника и суставов, способствует увеличению двигательной активности в суставах.

Селен нейтрализует действие свободных радикалов, недоокисленных продуктов обмена веществ, улучшает трофику слизистой оболочки ЖКТ, способствует скорейшей ее регенерации. Нормализует pH внутри пищеварительной трубки, что

способствует оптимизации ферментативных процессов, нормализации микрофлоры кишечника. При гепатите прием селена улучшит функциональное состояние печени, нормализует процесс желчеобразования.

По мнению большинства исследователей, недостаточность селена является одной из причин болезни Кашина-Бека. По мнению некоторых ученых, изучение патогенеза этих «микроэлементозов природного и техногенного происхождения» поможет в разработке патогенетически обоснованных способов лечения и профилактики этой группы ортопедических заболеваний.

Эпидемиологическими исследованиями установлена связь между низким содержанием селена в продуктах питания и повышенным риском возникновения сердечно-сосудистых, онкологических и других заболеваний [2].

Экспериментально показано, что как снижение, так и избыток селена в пище оказывают большое влияние на механические свойства костной ткани. Модули эластичности исследуемых трех групп экспериментальных животных были на 15–30 % ниже контрольных значений. Исследование костной ткани под световым микроскопом показало, что изменения похожи на остеомаляцию [3].

Дефицит эссенциального микроэлемента селена приводит к ослаблению антиоксидантного статуса, антиканцерогенной защиты, обусловливает миокардиодистрофию, нарушение сексуальной функции, иммунодефициты. Помимо этого селен проявляет антимутагенный, антитератогенный, радиопротекторный эффекты, стимулирует антитоксическую защиту, нормализует обмен нуклеиновых кислот и белков, улучшает репродуктивную функцию, нормализует обмен эйкозаноидов, регулирует функцию щитовидной и поджелудочной желез.

Необходимо отметить, что во многих странах статус селена у пациентов с остеопорозом в литературе не описан. Сведения о концентрации химических элементов в организме человека при норме и патологии опорно-двигательного аппарата из-за небольшого объема проведенных исследований весьма скудны и противоречивы.

В Республике Беларусь и Российской Федерации интерес к исследованию связи между остеотропными микроэлементами, характеристикой костной ткани и возможностью использования препаратов, в состав которых входят такие химические элементы, к числу которых относится и селен, для профилактики и лечения остеопороза очевиден.

Осуществлять наблюдение за динамикой негативных изменений среды обитания человека и их влияния на его здоровье позволяют современные биофизические методы анализа.

Данная работа посвящена применению современных спектрометрических методов анализа для оценки в биосубстратах детей с врожденными деформациями позвоночника содержания химического элемента селена, оказывающего влияние на развитие костной патологии.

В настоящее время в биомедицинских исследованиях широкое применение находят разнообразные аналитические методы, среди которых большую практическую значимость приобрели спектроскопические, основанные на способности атомов и молекул вещества поглощать, испускать или рассеивать электромагнитное излучение [6].

Существует большое количество разновидностей спектроскопических методов. Выбор конкретного метода зависит от того, в какой области длин волн оптимально проводить измерения, от конструкции имеющегося в наличии прибора и возможности его применения для решения поставленной задачи [7].

Аналитическая атомная спектроскопия охватывает совокупность методов элементного анализа, основанных на преобразовании анализируемых проб в состояние отдельных свободных атомов, концентрации которых затем измеряются спектроскопически. Наиболее распространенными и универсальными методами атомной спектроскопии являются абсорбционная и эмиссионная спектрометрии [5].

Для исследования содержания химического элемента селена в биосубстратах детей с костной патологией обоснован выбор одного из этих лабораторных методов анализа.

Исследование содержания химических элементов в биосубстратах детей проведено в Республике Беларусь в рамках проекта Союзного государства «Разработка новых спинальных систем с использованием технологий прототипирования в хирургическом лечении детей с тяжелыми врожденными деформациями и повреждениями позвоночника».

Объектами исследования являлись биосубстраты – сыворотка крови детей с тяжелыми врожденными повреждениями позвоночника как наиболее широко используемый наряду с цельной кровью биоматериал для оценки элементного статуса человека.

Кровь и сыворотку крови относят к одним из самых информативных объектов, быстро реагирующим на любые изменения, происходящие как на клеточном уровне, так и в организме в целом, поэтому их анализ имеет первостепенное диагностическое значение.

Образцы сыворотки крови детей, отобранные у пациентов с прогрессирующими врожденными деформациями позвоночника, представлены РНПЦ травматологии и ортопедии г. Минска. Выбор пациентов осуществлен на основе анализа особенностей клинико-рентгенологической картины различных видов врожденных деформаций позвоночника. Для создания базы данных этих пациентов за основу принята гипотеза о взаимосвязи молекулярно-генетических и биохимических параметров при прогнозировании течения врожденных деформаций и повреждений позвоночника.

Биологические образцы, содержащие много сложных органических соединений, требуют индивидуальной пробоподготовки для каждой матрицы.

Для деструкции объектов исследования и приготовления градуировочных растворов использовали 65%-ную азотную кислоту и 30 % раствор перекиси водорода (квалификации for trace analysis, Fluka), для разбавления растворов – деионизованную воду (Millipore, 18,2 МΩ/см).

Для выбора оптимального метода пробоподготовки образцов биосубстратов с целью последующего анализа их минерализатов деструкцию проводили тремя способами: закрытыми – микроволновым с использованием микроволнового минерализатора Mars 5 и автоклавным в многооперационном комплексе МПК-04, а также открытым с использованием блок-термостата STUART SBH 200D.

Установлено, что сходимость результатов способов автоклавной и микроволновой пробоподготовки в отличие от открытой минерализации удовлетворяет требованиям, предъявляемым к лабораторным методам определения, и первые два из них могут быть использованы для деструкции биосубстратов.

Из закрытых способов пробоподготовки для дальнейших спектрометрических методов определения содержания селена предпочтение было отдано современному и эффективному микроволновому способу минерализации образцов биосубстратов в связи с рядом преимуществ перед автоклавным – значительное снижение объема

(массы) навески пробы и существенное сокращение времени, необходимого для переведения образцов в анализируемый раствор [9].

Минерализацию проводили при следующих условиях: мощность – 1280 ватт; время подъема давления – 25 мин, давление – 160 psi; температура – 210 °С; время выдержки при заданных параметрах – 10 мин.

Для обоснования выбора наиболее эффективного аналитического метода исследования концентрации селена в биосубстратах детей с патологией опорно-двигательного аппарата проведен анализ данных о пределах детектирования этого микроэлемента атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопией.

Наиболее надежными для определения селена являются методы атомно-абсорбционной с электротермической атомизацией (ААС-ЭТА) или атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС) с генерацией гидридов. При использовании данных методов на результаты анализа не влияют матричные эффекты. Однако эти методы имеют большой недостаток. Минерализация образцов биосубстратов осуществляется в среде азотной кислоты, и для того, чтобы эффективно шли процессы образования гидридов, необходимо удалить азотную кислоту и перевести остаток в солянокислый раствор. Данная операция может сопровождаться потерями легколетучего элемента селена, увеличивает продолжительность анализа и приводит к большой погрешности результатов.

Пределы детектирования для исследуемого микроэлемента селена при использовании ААС-ЭТА метода в 1,6 раза ниже, чем для атомно-эмиссионного с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП) с пневматическим распылителем.

Применение ультразвукового распылителя для АЭС-ИСП метода позволяет понизить предел детектирования селена в 7,5 раза по сравнению с пневматическим и в 4,5 раза по сравнению с ААС-ЭТА, что и определило данный выбор.

Процесс поступления минерализованного объекта исследования происходит следующим образом: жидкий образец закачивается в пьезоэлектрический приемник / преобразователь, где преобразуется в плотный густой аэрозоль, который с помощью потока газа в распылителе проходит через нагревательную трубку, выпаривается, конденсируется термоэлектрическим кулером и удаляется при помощи дренажной системы, образуя сухой высококонцентрированный аэрозоль, распыляемый в плазме.

Методом ИСП-АЭС на длине волны 196,026 нм проведено исследование содержания микроэлемента селена в сыворотке крови пациентов с костной патологией.

Для достижения поставленной цели применяли атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой Ultima 2 (Horiba Jobin Yvon, Япония-Франция) с ультразвуковым распылителем U5000AT+.

Данный прибор отличается высокой пропускной способностью, небольшим требуемым объемом анализируемых проб, возможностью определения содержания ультранизких концентраций элементов при сохранении возможности анализа средних и высоких.

В результате анализа полученных данных установлено, что диапазон значений содержания микроэлемента селена в сыворотке крови детей с патологией опорно-двигательного аппарата составляет, мкг/л: 0,001–52,26; медиана – 14,650; среднее значение – 17,352 ± 1,98, 25–75%-ный перцентиль – 6,77–26,055.

Ввиду ограниченности количества химических элементов, для которых показатели допустимого содержания в биосубстратах разработаны официально, при оценке распространенности их дисбаланса обычно используются условно допусти-

мые рабочие величины, основанные на данных о верхнем и нижнем пределах физиологического содержания этих элементов, так называемые «референтные значения».

Данные различных авторов о границах физиологических значений содержания селена в сыворотке крови, приводимые в литературных источниках, существенно различаются [10]. Так, нижняя граница нормы здорового человека составляет от 46 до 110 мкг/л, верхняя – от 143 до 150 мкг/л. По данным института питания РАМН, за норму принято содержание селена 115,0–120,0 мкг/л [4, 8].

Следует отметить различия приводимых в научной литературе данных в зависимости от вида применяемых для этой цели спектральных методов оценки.

Несмотря на противоречивость литературных данных о концентрации исследуемого микроэлемента в биосубстратах, авторами сделана попытка оценки содержания этого микроэлемента в сыворотке крови детей с костной патологией по сравнению с «условной» нормой.

Установлено, что содержание селена в сыворотке крови детей значительно ниже «условной» нормы, при этом даже максимальное значение (52,26 мкг/л) не достигает нижней границы референсного диапазона [4, 8]. Кроме того, в 19 % представленных образцов сыворотки крови детей с патологией опорно-двигательного аппарата не обнаружено присутствие селена при чувствительности используемого метода.

Таким образом, использование современной АЭС-ИСП позволило показать актуальность проблемы недостаточности содержания микроэлемента селена в сыворотке крови пациентов с прогрессирующими врожденными деформациями позвоночника. Полученные данные указывают на необходимость проведения профилактических и лечебных мероприятий, направленных на коррекцию минеральных нарушений в организме детей с костной патологией.

Список литературы

1. Дадыкина И.С., Дадыкина П.С., Алексеева О.Г. Вклад микроэлементов (меди, марганца, цинка, бора) в здоровье кости: вопросы профилактики и лечения остеопении и остеопороза // Эффективная фармакотерапия. – 2013. – № 38. – С. 26–34.

2. Зацепин Т.С. Микроэлементозы [Электронный ресурс] // Костная патология взрослых. – URL: https://www.bone-surgery.ru (дата обращения: 11.10.2017).

3. Зацепин Т.С. Редкие обменные заболевания костей [Электронный ресурс] // Костная патология взрослых. – URL: https://www.bone-surgery.ru (дата обращения: 11.10.2017).

4. Зубкова Л.Л. Корреляционная взаимосвязь распределения селена в органах и тканях человека с показателями обмена веществ при различных патологических состояниях [Электронный ресурс] // Вестник Бурятского государственного университета. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-selena-v-organizme-cheloveka-pri-razlichnyh-patologiyah (дата обращения: 07.07.2018).

5. Ищенко А.А. Спектральные методы анализа: учеб. пособие. – М.: МИТХТ, 2013. – 167 с.

6. Основы аналитической химии: учебник / под. ред. Ю.А. Золотова. – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 2004. – 503 с.

7. Отто М. Современные методы аналитической химии / под ред. А.А. Гармаша. – 3-е изд. – М.: Техносфера, 2008. – 544 с.

8. Содержание селена и состояние свободнорадикального окисления в сыворотке крови у больных с острым коронарным синдромом без стойкого подъема

сегмента ST [Электронный ресурс] / С.В. Пятницкая [и др.] // Дальневосточный медицинский журнал. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-selena-i-sostoyanie-svobodnoradikalnogo-okisleniya-v-syvorotke-krovi-u-bolnyh-s-ostrym-koronarnym-sindromom-bez-stoykogo (дата обращения: 07.07.2018).

9. Торопченова Е.С. Микроволновая подготовка проб к определению компонентов инструментальными методами [Электронный ресурс] // ВетИС. Государственная информационная система в области ветеринарии. – URL: http://vetrf.ru/fsvps-docs/ru/events/2008/14/files/2/2.pdf (дата обращения: 16.02.2018).

10. Федоров В.И. К проблеме определения микроэлементов в сыворотке крови человека // Аналитика и контроль. – 2005. – Т. 9, № 4. – С. 358–366.

Гигиенический анализ структурного распределения потенциальных рисков причинения вреда здоровью населения и работающих при осуществлении деятельности промышленных предприятий на территории Пермского края

Н.В. Зайцева[1,2,3], С.В. Клейн[1,2], Э.В. Седусова[1], В.Г. Костарев[4], В.М. Чигвинцев[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[3]ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ,
[4]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю,
г. Пермь, Россия

Объект исследования – показатели вероятности нарушения санитарного законодательства хозяйствующими субъектами, потенциального вреда здоровью при нарушении санитарного законодательства хозяйствующими субъектами, риска причинения вреда здоровью населения и работающих на территории Пермского края.

Определены приоритетные виды промышленной деятельности, требующие усиления санитарно-эпидемиологического надзора за объектами среды обитания и условиями труда, и выполнить гигиенический анализ структурного распределения потенциальных рисков причинения вреда здоровью населения и работающих при осуществлении деятельности промышленных предприятий на территории Пермского края.

Для достижения поставленной цели использовали методические рекомендации МР 5.1.0116–17, данные ведомственной статистической отчетности – форма 1-контроль «Све-

дения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», данные реестра хозяйствующих субъектов, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору на территории Пермского края по состоянию за 2015–2019 гг., а также данные Пермьстата о численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда и данные Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю о профессиональной заболеваемости по видам экономической деятельности на территории Пермского края за 2018 г.

Установлено, что «Деятельность промышленных предприятий» по показателю среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект на территории Пермского края занимает третье место в разрезе основных видов деятельности ($R^1_{ср} = 6{,}11 \cdot 10^{-6}$) (после «Деятельности по производству пищевых продуктов, предоставлению услуг общественного питания и торговле пищевыми продуктами» – $R^1_{ср} = 6{,}66 \cdot 10^{-4}$; «Деятельности в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» – $R^1_{ср} = 6{,}49 \cdot 10^{-5}$), из них первое место принадлежит хозяйствующим субъектам в сфере «Добыча полезных ископаемых» ($R^1_{ср} = 1{,}41 \cdot 10^{-5}$). Данный вид деятельности на территории Пермского края характеризуется максимальным значением среднего потенциального риска причинения вреда здоровью работающих на один хозяйствующий субъект в группе «Деятельность промышленных предприятий» ($R^1_{ср} = 3{,}66 \cdot 10^{-5}$); максимальным значением относительной частоты нарушений санитарных требований (7,01, из них доля нарушений требований к условиям труда – статьи 24–27 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» – составляет 39,4 %); значительным вкладом потенциального вреда здоровью при нарушении требований к условиям труда (статьи 24–27 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ) в общий потенциальный вред здоровью при нарушении всех санитарных требований (70,6 % при $U = 0{,}00787$); наибольшим количеством лиц, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (54,3 %); значительным количеством случаев профзаболеваний (по данным Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю в 2018 г. 1,12 случая на 10 тыс. работников). Под воздействием одного хозяйствующего субъекта в сфере «Добыча полезных ископаемых» на территории Пермского края в среднем находится 283 жителя (диапазон: 5–4751 человек) и 758 работающих, что сопоставимо со средними показателями по России – 221 житель и 731 работающий.

Ключевые слова: потенциальный риск причинения вреда, здоровье населения и работающих, промышленные предприятия, санитарно-эпидемиологический надзор, хозяйствующий субъект.

Переход к модели управления рисками, эффективное планирование контрольно-надзорной деятельности позволили обеспечить в 2018 г. в целом по Пермскому краю стабильную санитарно-эпидемиологическую ситуацию, снизить воздействие факторов среды обитания на здоровье населения. По 76 нозологическим формам отмечено снижение и стабилизация заболеваемости, по 20 нозологическим формам заболевания не регистрировались.

В 2018 г. на территории Пермского края доля проб атмосферного воздуха, питьевых вод и почв, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, снизилась относительно 2015 г. и составила 0,46 % проб атмосферного воздуха (в 2015 г. – 0,57 %), 4,5 и 1,6 % проб питьевой воды по санитарно-химическим и микробиологическим показателям (в 2015 г. – 10,0 и 3,3 % соответственно), 12,5; 0,8 и 1,3 % проб почв по микробиологическим, санитарно-химическим и паразитологическим показателям (в 2015 г. 15,5; 2,7 и 1,4 % соответственно). Удельный вес промышленных предприятий, не отвечающих гигиеническим нормативам по шуму и микроклимату, повысился и составил в 2018 г. 54,4 и 19,4 % соответственно (в 2015 г. 49,1 и 17,6 %); снизился по вибрации, электромагнитным полям и освещенности и составил 21,8; 2,1 и 38,4 % (в 2015 г. 46,2; 9,6 и 53,8 %) [13–16].

Влияние факторов на организм человека наиболее интенсивно в условиях производства. Значительная часть трудоспособного населения подвержена воздействию опасных факторов на рабочих местах: по данным Пермьстата, в 2019 г. 44,5 % занятого населения Пермского края работают во вредных и (или) опасных условиях труда [17, 18].

На территории края в период с 2015 по 2018 г. произошло сокращение рабочих мест промышленных предприятий, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по уровню воздействия на организм работников шума, вибрации, электромагнитных полей, освещенности и параметрам микроклимата. Удельный вес рабочих мест, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, по шуму составил в 2018 г. 20,0 % (в 2015 г. – 20,10 %); по освещенности – 12,6 % (в 2015 г. – 25,37 %), по вибрации – 8,3 % (в 2015 г. – 16,08 %), по ЭМП – 0,21 % (в 2016 г. – 1,48 %). В 2018 г. в структуре профессиональной патологии в зависимости от воздействующего вредного производственного фактора попрежнему на первом месте заболевания, связанные с воздействием физических факторов, – 58,3 (в 2015 г. – 52,4 %). Удельный вес заболеваний, связанных с воздействием промышленных аэрозолей и химических факторов, составил 25 % (2015 г. – 27,71 %) [13–16].

Уровень профессиональной заболеваемости в Пермском крае в 2018 г. снизился до 60 случаев (0,71 на 10 тыс. работников) по сравнению с 2015 г. (116 случаев, что составляет 1,37 на 10 тыс. работников).

В 2018 г. удельный вес хронических профессиональных заболеваний в составил 100 %, острых профессиональных отравлений не зафиксировано [17, 18].

Внедрение риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности с ориентацией надзора за наиболее опасными и формирующими наибольшие риски для здоровья хозяйствующими субъектами показало свою эффективность: уровень нарушений санитарно-эпидемиологических требований к объектам среды обитания и условиям труда на рабочих местах снизился. Однако в Пермском крае при незначительном снижении профессиональной патологии вследствие воздействия промышленных аэрозолей, химических веществ и биологических факторов наблюдается увеличение уровня профессиональной патологии, связанной с физическими факторами. Доля нестандартных проб по исследованиям воздуха рабочей зоны, в том числе содержащих вещества 1-го и 2-го класса опасности, увеличилась в период 2015–2018 гг. Удельный вес численности работников, занятых в работах с вредными и (или) опасными условиями труда, вырос в 2018 г. относительно 2015 г. по химическим факторам, аэрозолям, шуму, ультразвуку, инфразвуку, тяжести трудового процесса. В этой связи особую актуальность приобретают анализ и оценка распределения потенциальных рисков причинения вреда здоровью населения и работающих при осуществлении деятельности в сфере «Деятельность промышленных предприятий», выделение наиболее опасных сфер деятельности для выполнения в отношении них мероприятий по снижению рисков, в том числе профессиональных, до приемлемых уровней.

Материалы и методы. Потенциальный риск причинения вреда здоровью населения, обусловленный деятельностью промышленных предприятий, определялся в соответствии с МР 5.1.0116–17 [10] как произведение вероятности нарушения законодательства, тяжести последствий для здоровья (относительный вред здоровью) при нарушении законодательства и масштаба воздействия на население

и работающих со стороны хозяйствующего субъекта (промышленного предприятия). Исследование системы причинно-следственных связей, отражающих влияние частоты нарушений статей 24–27 Федерального закона № 52-ФЗ на распространенность заболеваемости населения в разрезе классов болезней для взрослого населения, выполнено путем построения регрессионных моделей: $y_i = \alpha_{i0} + \sum_k \alpha_{ik} p_k$, где y_i – распространенность нарушений здоровья *i*-го вида (отдельные виды заболеваемости и смертности); p_k – частота нарушения *k*-й статьи законодательства, α_{i0} – фоновая распространенность нарушений здоровья *i*-го вида при отсутствии нарушения законодательства, α_{ik} – влияние частоты нарушения *k*-й статьи законодательства на распространенность нарушений здоровья *i*-го вида.

Гигиенический анализ пространственного распределения потенциальных рисков причинения вреда здоровью и относительной частоты выявленных нарушений в отношении «Деятельности промышленных предприятий» осуществлялся по данным ведомственной статистической отчетности – форме федерального статистического наблюдения 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» на территории Пермского края за 2015 и 2018 г., а также данным реестра хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору на территории Пермского края по состоянию на 2015 и 2019 г. [10–12].

Анализ численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, и профессиональной заболеваемости по видам экономической деятельности проводился по данным Пермьстата и Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю [13–16, 17, 18].

Результаты. По данным реестра хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору на территории Пермского края в 2019 г., общее количество хозяйствующих субъектов, которые реализуют «Деятельность промышленных предприятий», составило 4806 (17,09 % от общего количества хозяйствующих субъектов). При этом сравнительный анализ показателя, характеризующего соотношение среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект ($R^1_{ср}$) в разрезе основных видов деятельности, свидетельствует о преобладании «Деятельности по производству пищевых продуктов, предоставлению услуг общественного питания и торговле пищевыми продуктами» ($R^1_{ср} = 6{,}66 \cdot 10^{-4}$), далее следует «Деятельность в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» ($R^1_{ср} = 6{,}49 \cdot 10^{-5}$), на третьем месте – «Деятельность промышленных предприятий» ($R^1_{ср} = 6{,}11 \cdot 10^{-6}$).

В структуре «Деятельности промышленных предприятий» по данным 2019 г. лидирующие позиции занимают «Добыча полезных ископаемых» ($R^1_{ср} = 1{,}41 \cdot 10^{-5}$), «Деятельность в сфере сельского хозяйства, охота, лесное хозяйство» ($R^1_{ср} = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$), «Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды» ($R^1_{ср} = 8{,}14 \cdot 10^{-6}$), «Вспомогательная и дополнительная транспортная деятельность» ($R^1_{ср} = 5{,}57 \cdot 10^{-6}$), «Деятельность обрабатывающих производств» ($R^1_{ср} = 4{,}6 \cdot 10^{-6}$) (рис. 1).

Доля субъектов, реализующих «Деятельность промышленных предприятий» на территории Пермского края и относящихся к чрезвычайно-высокой и высокой (1-я и 2-я) категориям риска причинения вреда, составила 4,64 %, 3-й категории

(значительный риск) – 15,94 %, 4-й (средний риск) – 16,67 %, 5-й (умеренный) – 60,67 %, 6-й (низкий) – 2,08 % (рис. 2).

Наибольшее количество хозяйствующих субъектов в Пермском крае в сфере «Деятельность промышленных предприятий» категории чрезвычайно высокого и высокого риска принадлежат к следующим подвидам деятельности: «Деятельность обрабатывающих производств» – 28,25 %, «Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды» – 26,01 %; «Добыча полезных ископаемых» – 17,49 %.

Рис. 1. Соотношение показателя $R^{1}_{ср}$ в разрезе реализуемых видов деятельности, относящихся к «Деятельности промышленных предприятий» на территории Пермского края

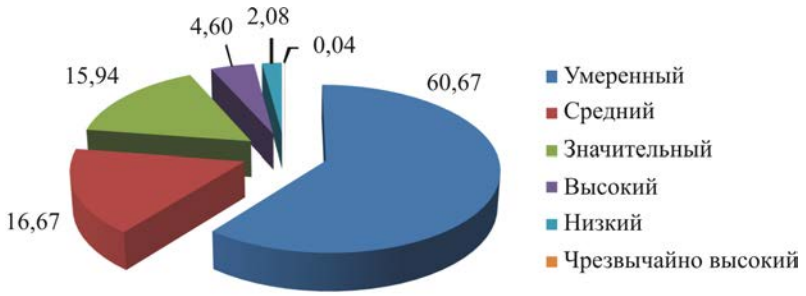


Рис. 2. Структура хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП) по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью в Пермском крае по виду «Деятельность промышленных предприятий», %

Максимальные значения относительной частоты выявленных нарушений санитарных требований по всем статьям Федерального закона от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в Пермском крае составляют 7,01 для деятельности в сфере «Добыча полезных ископаемых»; 5,59 – «Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды», 5,23 – «Строительство», 4,8 – «Рыболовство, рыбоводство», 4,76 – «Деятельность

в сфере сельского хозяйства, охота, лесное хозяйство», 4,74 – «Обрабатывающие производства».

Наибольшее число выявленных нарушений требований к условиям труда (по ст. 24–27 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения») к общему числу нарушений санитарных требований для хозяйствующих субъектов в крае составляет 67,63 % для сферы «Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды»; 66,37 % «Обрабатывающие производства»; 58,0 % для сферы «Строительство» и 39,39 % «Добыча полезных ископаемых».

Общий потенциальный вред здоровью при нарушении санитарных требований для хозяйствующих субъектов в сфере «Деятельность промышленных предприятий» в Российской Федерации, в том числе и в Пермском крае, варьируется в диапазоне 0,00704–0,02384 («Добыча полезных ископаемых» – 0,00787; «Обрабатывающие производства» – 0,00841).

Для хозяйствующих субъектов в сфере «Деятельность промышленных предприятий» потенциальный вред здоровью при нарушении требований к условиям труда вносит существенный вклад в общий потенциальный вред здоровью. Так, для деятельности «Добыча полезных ископаемых» вклад составляет 70,6 %; для деятельности «Обрабатывающие производства» – 70,2 %.

Несоблюдение требований к статье 25 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ (требования к условиям труда) при осуществлении деятельности «Деятельность промышленных предприятий» в Российской Федерации, в том числе в Пермском крае, формирует следующие виды нарушений здоровья: «Травмы и отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» (U = 0,00311), «Болезни органов дыхания» (U = 0,00163-0,00276), «Болезни кожи и подкожной клетчатки» (U = 0,00095), «Болезни нервной системы» (U = 0,00088), «Болезни уха и сосцевидного отростка» (U = 0,00072), «Новообразования» (U = 0,00048), «Болезни системы кровообращения» (U = 0,00041), «Болезни глаза и его придаточного аппарата» (U = 0,00139–0,00007), «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» (U = 0,00002).

Основной контингент лиц, на который направлено влияние деятельности хозяйствующих субъектов в сфере «Добыча полезных ископаемых», – население, находящееся под воздействием химических, физических и биологических факторов атмосферного воздуха, водных объектов, почв, а также работающие, находящиеся под воздействием шума, ультразвука, инфразвука, тяжести трудового процесса, вибрации (общая и локальная), фактора аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, химического фактора, тяжести и напряженности трудового процесса, микроклимата, световой среды, неионизирующего излучения, биологического фактора, ионизирующего излучения.

Масштаб воздействия одного хозяйствующего субъекта в сфере «Добыча полезных ископаемых» на территории Пермского края составляет от 5 до 4751 приведенной численности населения (по данным 2019 г., в среднем 283 человека) и 758 работающих, при этом среднегодовая численность занятых данным видом деятельности в Пермском крае в 2018 г. составила 17,9 тыс. человек.

Основным контингентом лиц, на который направлено влияние хозяйствующих субъектов в сфере «Обрабатывающие производства», является население, находящееся под воздействием химических, физических и биологических факторов

атмосферного воздуха, водных объектов, почв, потребители непищевой продукции, а также работающие, находящиеся под воздействием шума, ультразвука, инфразвука, тяжести и напряженности трудового процесса, химического фактора, аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, микроклимата, световой среды, вибрации (общая и локальная), напряженности трудового процесса, неионизирующего излучения, биологического фактора, ионизирующего излучения.

Масштаб воздействия одного хозяйствующего субъекта чрезвычайно высокого и высокого риска в сфере «Обрабатывающие производства» на территории Пермского края составляет 1–5394 приведенной численности населения (по данным 2019 г., в среднем 113 человек), в том числе численность населения, находящегося под вредным воздействием загрязнений атмосферного воздуха, водных объектов, почв, непищевой продукции (как потребителей не пищевой продукции), и 231 работающий, при этом среднегодовая численность занятых данным видом деятельности в Пермском крае в 2018 г. составила 231,0 тыс. человек.

Сравнительный анализ показателей, характеризующих соотношение среднего потенциального риска причинения вреда здоровью работающих на один хозяйствующий субъект ($R^{l}_{\text{УТ ср}}$) в 2018 г. в разрезе основных видов деятельности, показал, что в сфере «Деятельность промышленных предприятий» лидирующие позиции занимают субъекты, осуществляющие следующие виды деятельности: «Добыча полезных ископаемых» ($3{,}66 \cdot 10^{-5}$), «Обрабатывающие производства» ($2{,}41 \cdot 10^{-5}$) и «Деятельность в сфере сельского хозяйства, охота, лесное хозяйство» ($9{,}35 \cdot 10^{-6}$).

По данным Пермьстата, наибольшее количество лиц, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, осуществляет такие виды деятельности, как добыча полезных ископаемых (54,3 %), обрабатывающее производство (50,7 %), строительство (50,0 %) [17].

По данным Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, наиболее высокий уровень профессиональной заболеваемости в Пермском крае в 2018 г. регистрируется на предприятиях, осуществляющих деятельность в сфере «Сельское хозяйство и лесное хозяйство» (2,99 на 10 тыс. работающих), «Обрабатывающие производства» (2,37 на 10 тыс. работающих) и «Добыча полезных ископаемых» (1,12 на 10 тыс. работающих) [16].

Выводы. Результаты исследования свидетельствуют, что на территории Пермского края деятельность промышленных предприятий в сфере «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства» формирует высокие риски для здоровья населения и работающих, связанные с загрязнением среды обитания и производственной среды в результате нарушения требований санитарного законодательства. Формирование высоких уровней потенциального риска причинения вреда здоровью населения и работающим в результате функционирования хозяйствующих субъектов соответствующих видов деятельности подтверждается результатами моделирования заболеваемости взрослого населения с нарушениями обязательных требований при осуществлении определенного вида деятельности, а также имеющимися данными научной литературы и статистическими данными о профессиональной заболеваемости и об оценке условий труда [8, 17–19]. Значимость результатов исследования состоит в установлении приоритетных подвидов деятельности в сфере «Деятельность промышленных предприятий» для осуществления контрольно-надзорных

мероприятий на основе расчета потенциальных рисков причинения вреда здоровью. Полученные результаты дополняют имеющиеся данные научной литературы по вопросам применения риск-ориентированной модели организации контрольно-надзорной деятельности [1, 2, 3–7, 9].

Результаты исследований показали, что на территории Пермского края для промышленных предприятий в сфере «Добыча полезных ископаемых» и «Деятельность обрабатывающих производств» характерны:

– высокие относительные показатели среднего потенциального риска причинения вреда здоровью населения на один хозяйствующий субъект («Добыча полезных ископаемых» $R^{1}_{ср}$ – $1{,}41 \cdot 10^{-5}$ (максимальное значение в разрезе промышленных предприятий), «Деятельность обрабатывающих производств» – $4{,}6 \cdot 10^{-6}$) (в Российской Федерации – $2{,}21 \cdot 10^{-4}$ и $1{,}14 \cdot 10^{-4}$ соответственно);

– высокая доля хозяйствующих субъектов категории чрезвычайно высокого и высокого риска («Деятельность обрабатывающих производств» – 28,25 % (максимальное значение в группе промышленных предприятий), «Добыча полезных ископаемых» – 17,49 %;) (в Российской Федерации – 6,11 и 12,7 % соответственно);

– высокие значения относительной частоты выявленных нарушений санитарных требований Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ (7,01 для деятельности в сфере «Добыча полезных ископаемых» (максимальное значение в группе промышленных предприятий); 4,74 – «Обрабатывающие производства») (в Российской Федерации – 8,26 и 7,38 соответственно);

– значительный вклад нарушений требований к условиям труда в общее количество нарушений («Обрабатывающие производства» – 66,37 %; «Добыча полезных ископаемых» – 39,39 %) (в Российской Федерации 69,91 и 73,20 %);

– значительный вклад потенциального вреда здоровью при нарушении требований к условиям труда в общий потенциальный вред («Добыча полезных ископаемых» – 70,61 %; «Обрабатывающие производства» – 70,21 %);

– формирование при несоблюдении требований к статье 25 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ (требования к условиям труда) таких видов нарушений здоровья, как «Травмы и отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» ($U = 0{,}00311$), «Болезни органов дыхания» ($U = 0{,}00163$–$0{,}00276$), «Болезни кожи и подкожной клетчатки» ($U = 0{,}00095$), «Болезни нервной системы» ($U = 0{,}00088$), «Болезни уха и сосцевидного отростка» ($U = 0{,}00072$), «Новообразования» ($U = 0{,}00048$), «Болезни системы кровообращения» ($U = 0{,}00041$), «Болезни глаза и его придаточного аппарата» ($U = 0{,}00139$–$0{,}00007$), «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» ($U = 0{,}00002$);

– лидирующие позиции по соотношению к среднему потенциальному риску причинения вреда здоровью работающих на один хозяйствующий субъект ($R^{l}_{ут\ ср}$) («Добыча полезных ископаемых» ($3{,}66 \cdot 10^{-5}$), «Обрабатывающие производства» ($2{,}41 \cdot 10^{-5}$)) (в Российской Федерации – $1{,}01 \cdot 10^{-4}$ и $1{,}14 \cdot 10^{-4}$);

– наибольшее количество лиц, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, – по данным Пермьстата («Добыча полезных ископаемых» – 54,3 %, «Обрабатывающее производство» – 50,7 %) (в Российской Федерации – 54,7 и 43,2 % соответственно);

– значительное количество зарегистрированных в 2018 г. случаев профзаболеваний – по данным Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю: «Обраба-

тывающая промышленность» – 2,37 случая на 10 тыс. работников, «Добыча полезных ископаемых» – 1,12 случая на 10 тыс. работников.

Уровень случаев профзаболеваний обусловлен нарушением санитарного законодательства РФ, в частности требований к условиям труда и к условиям работы с источниками физических факторов воздействия на человека – статьи 25, 27 Федерального закона от 5 июня 2012 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Снижение риска причинения вреда здоровью населения и работающих, сохранение благоприятной среды обитания, производственной среды и укрепление здоровья населения и работающих на территории Пермского края может быть достигнуто при разработке и внедрении мероприятий в рамках межведомственного взаимодействия органов исполнительной власти, контрольно-надзорных органов и работодателей.

Полученные результаты для промышленных предприятий Пермского края в сфере «Добыча полезных ископаемых» сопоставимы с данными по Российской Федерации по относительным показателям среднего потенциального риска причинения вреда здоровью населения и работающих на один хозяйствующий субъект, доле хозяйствующих субъектов категории чрезвычайно высокого и высокого риска, значениям относительной частоты выявленных нарушений санитарных требований Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ, масштабам воздействия одного хозяйствующего субъекта на население и работающих, количеству лиц, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Список литературы

1. Андреева Е.Е. Новые подходы к планированию контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на базе риск-ориентированной модели ориентированной модели // Профилактическая и клиническая медицина. – 2017. – № 1 (62). – С. 20–24.

2. Горяев Д.В., Тихонова И.В., Кирьянов Д.А. Промышленные предприятия и категории риска причинения вреда здоровью // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 11. – С. 1155–1158.

3. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А. Научно-методические подходы к формированию риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности в сфере защиты прав потребителей // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 4–15. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.01

4. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А. О риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора за деятельностью в сфере здравоохранения // Журнал МедиАль. – 2017. – № 2 (20). – С. 45–47.

5. Клейн С.В., Май И.В., Кирьянов Д.А. Гигиенический анализ потенциальных рисков причинения вреда здоровью при осуществлении деятельности аэровоздушных комплексов // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 3. – С. 268–275.

6. Концептуальная постановка и опыт решения задачи оптимизации контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, И.В. Май [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 10–15.

7. 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 [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 12 (261). – С. 4–7.

8. Кузьмина Ю.М., Шубин М.В. Профессиональные риски нарушения здоровья работников нефтеперерабатывающей промышленности // Вестник казанского технологического университета. – 2011. – № 19. – С. 287–290.

9. Методические подходы к исследованию результативности и резервов управления в системе Роспотребнадзора по критериям предотвращенных потерь здоровья населения Российской Федерации / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 125–134.

10. МР 5.1.0116–17. Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: метод. рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 31 с.

11. О внедрении «Методических рекомендаций» (вместе с МР Классификация хозяйствующих субъектов и видов деятельности по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий): Приказ Роспотребнадзора от 30.09.2015 № 1008. – 77 с.

12. О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 № 806 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/420372694 (дата обращения: 26.05.2019).

13. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2015 году: Государственный доклад. – Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2016. – 269 с.

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

15. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2017 году: Государственный доклад. – Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2018. – 271 с.

16. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2018 году. – Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2019. – 271 с.

17. Статистический ежегодник Пермского края. 2016: Статистический сборник. Пермь: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю (Пермьстат), 2016. – 410 с.

18. Статистический ежегодник Пермского края. 2019: Статистический сборник. – Пермь: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю (Пермьстат), 2019. – 357 с.

19. Ханзафаров Л.Н. Некоторые объекты риск-ориентированной модели планирования контрольно-надзорных мероприятий // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всерос. науч.-практ. интернет-конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2017. – С. 298–308.

20. Health risk analysis in the strategy of state social and economical development / G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva, I.V. May [et al.]; In: G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva eds. – Moscow, Perm: Publishing house of the Perm National Research Polytechnic University, 2014. – 686 p.

Определение фактора риска по шумовой нагрузке у работников нефтегазодобывающей промышленности

О.А. Молок, А.Л. Пономарев

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

Нефтедобывающая промышленность является стабильно развивающейся отраслью экономики, в которой используются современные технологии, широко внедряются средства автоматизации оборудования. В то же время сохраняется воздействие на нефтяников производственного шума по причине сохранения высокой доли ручного труда. В настоящее время борьба с шумом на производстве является одной из приоритетных задач по снижению профессиональной заболеваемости органов слуха, в связи с этим были проведены исследования по определению акустической нагрузки на работников нефтегазодобывающего предприятия.

Представлены результаты исследования физических факторов на рабочих местах объектов нефтедобычи. Показана зависимость акустической нагрузки на работающих от уровня и длительности воздействия шума. Предложен способ организации рабочего процесса, который позволяет снизить акустическую нагрузку на работника в рабочих зонах с высоким уровнем шума.

Ключевые слова: акустическая нагрузка, эквивалентный уровень звука за рабочую смену, эквивалентный уровень звука, время воздействия, нефтедобывающая промышленность.

Одной из стабильно развивающихся отраслей экономики Пермского края по праву считается нефтегазодобывающая промышленность. Производственный шум является одной из основных причин профессиональной заболеваемости, которая в свою очередь отрицательно сказывается на производительности и качестве труда.

По данным Роспотребнадзора, сверхнормативное воздействие на работников производственного шума остается одной из основных причин профессиональной заболеваемости. Борьба с шумом на производстве является одной из сложнейших

проблем, поскольку источники шума разнообразны и требуют комплекса мероприятий технического, организационного и медицинского характера.

Уровень профессиональной заболеваемости среди работников предприятий по добыче полезных ископаемых в Российской Федерации достигает 25,01 на 10 тыс. работающих [4].

По информации Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю, в условиях труда, не отвечающих гигиеническим нормативам, трудятся 39 % работающих. Удельный вес рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам по шуму, в Пермском крае в 2018 г. составил 20,0 % (17,4 % в РФ) [4].

Условия труда нефтяников характеризуются сочетанием комплекса вредных производственных факторов, интенсивность которых соответствует 3-му классу 1–3-й степени. Наиболее неблагоприятные условия труда отмечены на рабочих местах операторов по добыче нефти и газа, машинистов различных агрегатов.

Согласно литературным данным, комплекс вредных производственных факторов способен приводить к заболеваниям ЛОР-органов [1, 2].

Уровень профессиональной заболеваемости нефтяников в Российской Федерации достигает 2,66–3,34 на 10 тыс. работающих, доля заболеваний ЛОР-органов составляет в структуре общей заболеваемости работников нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности 17,7 %, из них 5,7 % представлены нейросенсорной тугоухостью, 5,9 % отитами [6], что обусловливает необходимость разработки мероприятий, направленных на минимизацию профессионального риска воздействия шума на работников, правильное проведение производственного контроля и специальной оценки условий труда, организацию профилактических медицинских осмотров, оптимальный подбор средств индивидуальной защиты органов слуха.

Цель работы – определение акустической нагрузки на работников нефтегазодобывающего предприятия.

Материалы и методы. Сотрудниками ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в июне – августе 2019 г. выполнены исследования физических факторов на рабочих местах объектов нефтедобычи «ЛУКОЙЛ-Пермь»: ЦДНГ № 1, г. Чернушка; ЦДНГ № 5, г. Оса; ЦДНГ № 6, с. Барда. В ходе исследований проведены измерения уровней звука.

Всего выполнено 468 измерений, в том числе: ЦДНГ № 5, г. Оса 141 измерение; ЦДНГ № 1 г. Чернушка 165 измерений; ЦДНГ № 6 с. Барда 162 измерения.

Измерения проводились анализатором шума и вибрации «Ассистент», с использованием акустического калибратора «Защита-К». Прибор в режиме шумомера соответствует классу 1 по ГОСТ 17178-81, МЭК 61672-1. Принцип работы основан на преобразовании звукового давления с помощью микрофона в электрический сигнал, обрабатываемый далее специализированным микропроцессором.

В Российской Федерации документом, регламентирующим шум на рабочем месте, является СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

Нормируемыми показателями шума на рабочих местах являются: эквивалентный уровень звука А за рабочую смену, максимальные уровни звука А, измеренные с временными коррекциями S и I, пиковый уровень звука С. Шкала «А» –

это стандартная шкала частотной коррекции шумомера, которая аналогична восприятию шума человеческим ухом.

Эквивалентный уровень звука А за рабочую смену – эквивалентный уровень звука А, измеренный или рассчитанный за 8 ч рабочей смены, с учетом поправок на импульсный и тональный шум. В то же время нормативный документ предполагает расчет эквивалентного уровня шума как за 8-часовую смену, так и за рабочую смену любой продолжительности, при условии общей продолжительности работы 40 ч в неделю. При сокращенном рабочем дне (менее 40 ч в неделю) предельно допустимые уровни применяются без изменения.

Максимальный уровень звука А – это наибольшая величина уровня звука, измеренная на заданном интервале времени со стандартной временной коррекцией.

Пиковый корректированный по С уровень звука – это десять десятичных логарифмов отношения квадрата пикового звукового давления, измеренного с использованием стандартизованной частотной коррекции, к квадрату опорного звукового давления. Нормативным значением эквивалентного уровня звука за рабочую смену является 80 дБА. Максимальный уровень звука А, измеренный с временной коррекцией S, не должен превышать 110 дБА. Пиковый уровень звука С не должен превышать 137 дБС [7].

Источником производственного шума на рабочих местах сотрудников нефтегазодобывающего предприятия являлось насосное и компрессорное оборудование, расположенное в производственных помещениях и на открытых площадках. Уровни производственного шума измерялись в различных рабочих зонах, в которых находится работник во время смены, а затем в соответствии с хронометражными данными определялись эквивалентные уровни звука за смену.

Шумовое воздействие на работающих являлось, как правило, непостоянным по уровню шума или времени его действия. Непостоянный характер шумового воздействия определялся спецификой организации труда. Например, оператор периодически находится в шумной рабочей зоне (площадка насосных агрегатов) и в тихом помещении (операторная).

Измерения шума выполнены в соответствии с руководством по эксплуатации на анализатор шума и вибрации «Ассистент».

Результаты. Были исследованы рабочие места работников основных профессий: операторов по добыче нефти и газа на дожимных насосных станциях (ДНС), операторов по добыче нефти и газа на обходах скважин и трубопроводов, а также сотрудников оперативно-производственной службы. Исследования проведены на 37 рабочих местах. Время нахождения в рабочих зонах определялось на основе опросов операторов по добыче нефти и газа и мастеров бригад.

По результатам выполненных исследований эквивалентные уровни звука за рабочую смену на рабочих местах операторов по добыче нефти и газа ЦДНГ-6 (г. Барда) бригад № 0605 (обслуживание ДНС) и № 0606 (обслуживание ДНС) превышали нормативное значение 80 дБА на 6,8 и 4,4 дБА соответственно. На остальных рабочих местах, где проводились измерения, эквивалентные уровни звука за рабочую смену не превышали нормативных значений. Максимальные уровни звука на рабочих местах за рабочую смену не превышали 99,4 дБА. Пиковые уровни звука на рабочих местах за рабочую смену не превышали 114,0 дБС.

Анализ полученных результатов показал, что на рабочих местах сотрудников административного аппарата управления не обнаружено превышений (измеренные

значения не превышают нормативные). В то время как на рабочих местах работников основных профессий превышения обнаружены. Объяснить причины выявленных превышений следует на примере измерений, проведенных на территории цеха добычи нефти и газа г. Барда (ЦДНГ-6).

Рабочие места оператора добычи нефти и газа (ДНиГ) дифференцированы на два типа:

– оператор ДНиГ обслуживающий ДНС с продолжительностью рабочей смены 11 ч.;

– оператор ДНиГ на обходах скважин и трубопровода с продолжительностью рабочей смены 8 ч.

На дожимной насосной станции (ДНС) три основные операции: осмотр насосов, обход оборудования ДНС, снятие показаний в операторской. Измерения при осмотре насосов вносят наибольший вклад в шумовое воздействие на оператора за рабочую смену. Две другие операции: осмотр оборудования ДНС и снятие показаний в операторской вносят меньший вклад в шумовую нагрузку на работающего.

При проведении обходов скважин и трубопроводов наиболее шумной операцией является обслуживание скважин-качалок.

Данные измерений эквивалентных уровней звука за рабочую операцию, в дБА и времени воздействия, в мин. представлены в таблице:

– измеренные уровни звука в районе площадки насосных агрегатов составили от 79,0 до 95,4 дБА;

– измеренные уровни звука при обходе оборудования ДНС составили от 61,8 до 75,2 дБА;

– измеренные уровни звука при обходе нефтепровода составили от 37,5 до 45,7 дБА;

– измеренные уровни звука при осмотре насосов-качалок составили от 64,6 до 78,6 дБА;

– измеренный уровень звука в мини-ГКС составил 96,3 дБА;

– измеренные уровни звука в операторских составили от 38,3 до 52,0 дБА;

– эквивалентные уровни звука за смену составили от 60,4 до 86,8 дБА.

Повышенные эквивалентные уровни звука за смену на рабочих местах операторов ДНиГ (ДНС) бригад 0605 и 0606 связаны с воздействием высокого уровня звука при осмотре насосов для бригады 0605 и высокого уровня звука при осмотре мини газокомпрессорной станции (мини-ГКС) для бригады 0606. Дополнительным фактором увеличения акустической нагрузки на работающих является длительное время нахождения операторов ДНиГ (ДНС) в этих рабочих зонах.

Эффективным средством борьбы с шумом (воздействием высокого уровня звука) является снижение его в источнике создания. В тех случаях, когда снижение шума в источнике его создания не достигло нужных результатов, следует применять средства уменьшения шума на пути его распространения. Вместе с тем продуктивным и экономически выгодным способом борьбы с шумом является уменьшение времени его воздействия на работника. Снижение времени воздействия шума на работника в 2 раза ведет к снижению эквивалентного уровня звука на 3 дБА, снижение времени воздействия шума на работника в 4 раза ведет к снижению эквивалентного уровня звука на 6 дБА.

Измерения эквивалентных уровней звука в рабочих зонах ЦДНГ-6 г. Барда

№ бригады	Рабочие зоны на рабочем месте оператора ДНиГ (ДНС)									Рабочие зоны на рабочем месте оператора ДНиГ (обходы)						
	площадка насосных агрегатов, осмотр насосов		обход оборудования ДНС**		мини-ГКС		операторская (ДНС), снятие показаний приборов		Эквивалентный уровень звука за смену	обход нефтепровода		осмотр насосов-качалок		операторская (обход)		Эквивалентный уровень звука за смену
	Эквивалентный уровень звука за время операции, дБА	Время воздействия, мин	Эквивалентный уровень звука за время операции, дБА	Время воздействия, мин	Эквивалентный уровень звука за время операции, дБА	Время воздействия, мин	Эквивалентный уровень звука за время операции, дБА	Время воздействия, мин		Эквивалентный уровень звука за время операции, дБА	Время воздействия, мин	Эквивалентный уровень звука за время операции, дБА	Время воздействия, мин	Эквивалентный уровень звука за время операции, дБА	Время воздействия, мин	
0601	81,0	150	67,4	210	–		38,3	300	74,8	39,4	240	64,6	180	42,9	60	60,4
0602	84,3	90	61,8	510	–		44,2	60	75,8	41,0	180	71,7	240	52,0	60	68,7
0603	79,0	90	63,1	270	–		46,0	300	70,7	41,7	180	70,7	180	51,0	120	66,5
0604	82,3	90	75,2	450	–		44,0	120	76,6	44,5	180	68,4	240	50,9	60	65,4
0605	95,4	90	71,6	450	–		51,4	120	86,8	37,5	150	67,3	300	51,4	30	65,3
0606	81,4	60	62,9	500	96,3	40	46,3	60	84,4	45,7	135	78,6	255	46,3	90	75,9

Таким образом, с помощью правильной организации рабочего процесса, которая заключается в снижении времени нахождения работника в рабочих зонах с высоким уровнем шума, вместе с увеличением периодов нахождения работников в малошумных рабочих зонах можно снизить шумовую нагрузку на работников.

Список литературы

1. Илькаева Е.Н., Волгарева А.Д., Шайхлисламова Э.Р. Оценка вероятности формирования профессиональных нарушений органа слуха у работников, подвергающихся воздействию производственного шума/ // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 9. – С. 27–30.

2. Косарев В.В., Бабанов С.А. Профессиональная нейросенсорная тугоухость // Медицинский совет. – 2013. – № 5. – С. 81–87.

3. Нефть и здоровье: сборник науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Г.Г. Онищенко. – Уфа, 2009. – 96 с.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2018 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: http://59.rospotrebnadzor.ru/rss_all/-/asset_publisher/Kq6J/content/id/1568562 (дата обращения: 05.03.2020).

5. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 777 с.

6. Распространенность основных неинфекционных, производственно-обусловленных заболеваний у работников нефтедобывающей отрасли / Г.Г. Гимранова, А.Б. Бакиров, Э.Р. Шайхлисламова [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2016. – № 1. – С. 5–15.

7. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/420362948 (дата обращения: 05.03.2020).

Подходы к анализу популяционного и индивидуального риска здоровью в Крымском регионе

Е.В. Евстафьева[1], О.Б. Московчук[1], К.М. Московчук[2], А.М. Богданова[1]

[1]Медицинская академия им. С.И. Георгиевского
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,
[2]ГБУЗ РК «Симферопольская центральная районная
клиническая больница» Минздрава РФ,
г. Симферополь, Россия

Крымский регион является территорией с высокой концентрацией техногенной нагрузки на фоне природного разнообразия экосистем в сочетании с его курортно-рекреационным значением и геополитической ролью, что требует глубокого научного обоснования допустимых пределов антропогенного воздействия. В связи с этим в течение последних 20 лет здесь разработан и внедряется в практику системный подход к оценке популяционного и индивидуального риска здоровью от влияния химических факторов внешней среды. В статье представлен один из фрагментов натурных исследований их действия на репродуктивную функцию человека.

На основании анализа данных официальной медицинской статистики проведен эпидемиологический субрегиональный мониторинг и выявлена территория с наибольшим риском для репродуктивной функции, где выполнены когортные исследования по определению Pb, Cd, Mg, Mn, Mo, Ni, Al, Fe, Cu, Zn, V в крови родильниц с благополучно завершенной беременностью ($n = 26$) и антенатальной гибелью плода ($n = 21$) и их взаимосвязи с функциональными показателями состояния иммунной системы.

Как территория с наиболее высоким риском здоровью по данным о патологиях беременности, ранней нео- и перинатальной смертности определен г. Симферополь и Симферопольский район. Выявлен существенный элементный дисбаланс в обеих группах родильниц, который имел качественные и высоко статистически значимые количественные различия. Отличительной особенностью группы родильниц с антенатальной гибелью плода явился выраженный дефицит ванадия (у 87 % обследованных), повышенная концентрация Cd и Pb (у 30–50 %), а также большее число родильниц с превышениями концентрации Al (57 %), чем в группе родильниц второй группы (23 %), у которых имел место дефицит эссенциаль-

ных элементов и превышение нормы Ni и Mo. По данным корреляционного анализа наиболее значимым было иммуносупрессивное действие Mo у родильниц с антенатальной гибелью плода.

Ключевые слова: медико-экологический мониторинг, популяционный риск здоровью, индивидуальный риск здоровью, экологически зависимые заболевания, обусловленные заболевания.

Несмотря на сравнительно благополучную экологическую ситуацию изменения в состоянии здоровья населения Республики Крым обнаруживают такие же негативные тенденции, как и в других географических регионах, что обусловливает актуальность оценки риска здоровью. На территории Крымского полуострова он может быть обусловлен высокой концентрацией антропогенной нагрузки на ограниченном в географическом отношении пространстве. Ее интенсивное увеличение в последние годы в сочетании с курортно-рекреационным значением и геополитической ролью полуострова требует взвешенной оценки популяционного риска для научного обоснования хозяйственного развития территорий. Оценка же индивидуального риска представляет особый интерес для практической медицины и особенно в связи с развитием восстановительно-оздоровительного потенциала региона.

Концепция оценки риска при исследовании влияния загрязнения окружающей среды на здоровье человека стала доминирующей и единственно приемлемой в последние десятилетия в связи с невозможностью однозначного оценивания и регламентирования действия поллютантов. Основные ее принципы изложены в «Руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [7]. Однако отмеченные в нем неопределенности, а также современные научные знания диктуют необходимость развития этих принципов [3, 9, 12, 15]. Отмечается, что имеет место отставание научных исследований в этом направлении и отсутствие прогресса в развитии оценки риска в нашей стране [4], в то время как совершенствование методологии оценки риска будет способствовать реализации государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности. При этом существуют методические проблемы, которые приводят к недооценке риска здоровью [6]. В частности, на достоверность итоговых оценок риска оказывают влияние неопределенности, связанные с оценкой экспозиции и незнанием механизмов взаимодействия компонентов смесей химических веществ при их поступлении разными путями и экстраполяции токсикологических знаний на население [12]. При этом, если в случае с оценкой индивидуального риска существенными факторами могут являться образ жизни, наследственность, вид профессиональной деятельности и т.п., популяционный риск не может быть объективно оценен без учета опосредования конечного воздействия антропогенной нагрузки природными особенностями конкретных территорий, поскольку, помимо прямого воздействия на организм, например, загрязнения атмосферного воздуха [8], значительное влияние оказывается и путями, опосредованными биогеохимическими характеристиками территорий, их способностью модифицировать поступление поллютантов в организм по пищевым цепям [16], к которым в последнее время добавляются и климатические изменения [11].

В связи с вышеизложенным в последние десятилетия наряду с гигиеническим нормированием разрабатываются принципы экологического нормирования, позволяющие определять региональные экосистемные нормативы (критические нагрузки – КН) как допустимую нагрузку загрязнителем на экосистемы и человече-

скую популяцию, с учетом способности к саморегуляции, климатических и сезонных характеристик конкретных территорий, которые содержатся в соответствующих руководствах Конвенции о трансграничных переносах атмосферных загрязнителей (LRTAP) [14]. В связи с этим один из подходов, реализуемых в Крыму, заключается, в том числе, в оценке экологической ситуации посредством определения превышений КН методиками Конвенции LRTAP, что является одной из составляющих медико-экологического мониторинга и позволяет с большей объективностью выявить территории с повышенным риском здоровью.

Понимая важность включенных в стратегические государственные документы положений, Советом министров Республики Крым в «Программе по охране окружающей среды в Республике Крым на 2021 год» утверждены мероприятия по внедрению в экологическую практику региона международных экологических стандартов и оценки риска здоровью на разных территориях Крымского полуострова. Основанием для этого послужили результаты научно-исследовательских работ в этом направлении, ведущихся в течение последних лет.

Настоящая работа представляет результаты одного из фрагментов таких работ. Задачей первого этапа явилось выявление территорий с более высоким риском для репродуктивной функции человека по данным официальной медицинской статистики. Задачей второго этапа послужило проведение когортных исследований, где в качестве факторов риска рассматривались токсичные и эссенциальные металлы в крови родильниц с благополучно завершенной беременностью и антенатальной гибелью плода, а также была оценена их взаимосвязь с функциональными показателями состояния иммунной системы родильниц.

Материалы и методы. Методологические подходы и основные принципы мониторингового исследования на территории Крымского полуострова изложены нами в ранних публикациях и сочетают некоторые из традиционных отечественных подходов к оценке риска, перспективные разработки международного экспертного сообщества [14] по определению КН тяжелых металлов и их превышений и собственные разработки [2]. Необходимость такого сочетания различных подходов, а также модификация некоторых из них в результате апробации в Крыму вызвана спецификой региона. Так, для значительной части территорий Крымского полуострова негативное влияние экологической ситуации может быть обусловлено суммарным воздействием экологических факторов в большей степени, чем действие отдельных загрязнителей, что имеет место в случае наличия явного их источника (исключение на сегодняшний день составляют промышленные северные территории Крыма). По этой причине на первом этапе медико-экологического мониторинга проводятся эпидемиологические исследования, которые направлены на выявление территорий с более высоким риском здоровью. Степень риска в этом случае определяли не в отношении какого-либо действующего на данной территории отдельного фактора, а относительно среднекрымского уровня заболеваемости – общей – и конкретными, в том числе экологически обусловленными нозологиями. Для этого использовали данные официальной статистики по заболеваемости населения Министерства здравоохранения Республики Крым.

На территориях с неблагоприятной ситуацией выполняли идентификацию риска в отношении известных источников загрязнения, используя данные совместного с Министерством экологии и природных ресурсов Республики Крым экологического мониторинга по определению тяжелых металлов в почвах эксперименталь-

ных площадок и их превышений по методикам Конвенции LRTAP, описанных ранее [5]. Затем в группах риска на этих же территориях определяли содержание в биосубстратах тяжелых металлов, в данном случае Pb, Cd, Mg, Mn, Mo, Ni, Al, Fe, Cu, Zn, V в крови женщин с благополучно завершенной беременностью ($n = 26$) и антенатальной гибелью плода ($n = 21$). Посредством корреляционного (по Спирмену) анализа оценивали их возможную значимость для функционального состояния иммунной системы. Содержание химических элементов определяли атомно-абсорбционным методом; показатели иммунной системы – путем определения абсолютного содержания форменных элементов белой крови и показателей иммунопродуцирующего ряда лимфоцитов: Т- и В-лимфоциты, циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК); CD-маркеров (CD3+, CD4+, CD8+, CD16+, CD22+, CD25+), которые выявляли методом непрямой иммунофлюоресценции с использованием моноклональных антител. В связи с тем, что содержание некоторых элементов не подчинялось закону нормального распределения, статистическая обработка данных выполнена непараметрическим методом Манна – Уитни, а также посредством *t*-критерия Стьюдента для элементов, имевших нормальное распределение. В результатах приведены оба параметра: как медиана (*Me*), так и среднее арифметическое (*m*), по степени расхождения которых можно оценить характер распределения.

Результаты. В результате анализа данных медицинской статистики по патологиям беременности за период 2014–2019 гг., перинатальной смертности в городах и административных районах Крыма в 2014–2015 гг. к числу территорий повышенного риска здоровью были отнесены г. Симферополь и Симферопольский район (рис. 1, 2), где имело место сочетание высокого уровня отклонений (г. Симферополь) с тенденцией к их росту (Симферопольский район).

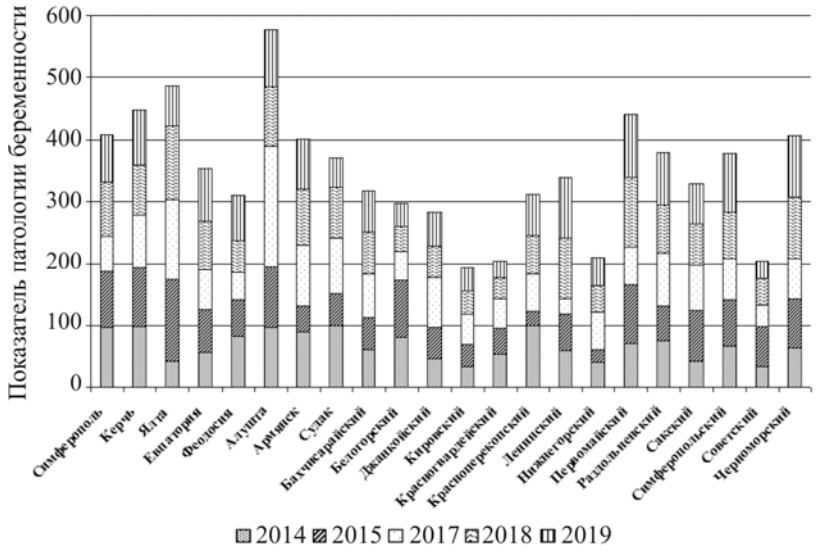


Рис. 1. Патология беременности на 100 закончивших беременность в городах и районах Республики Крым

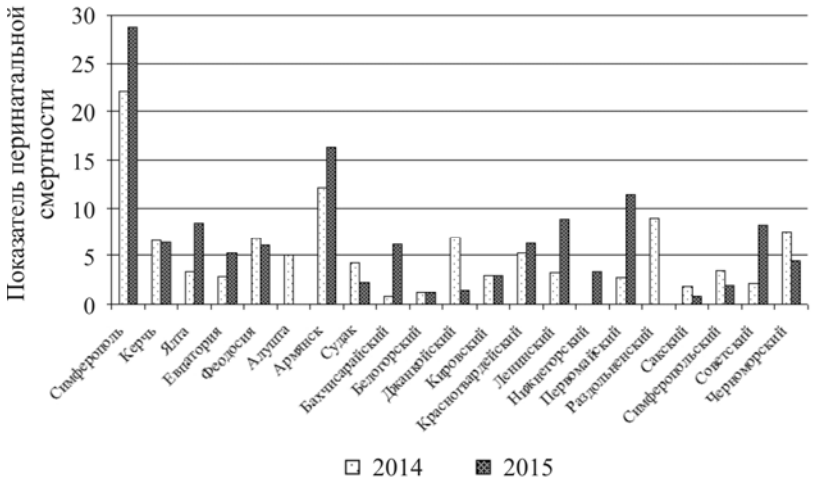


Рис. 2. Перинатальная смертность на 1000 родившихся за 2014–2015 гг.
в городах и административных районах Крыма

Результаты мониторинговых исследований по содержанию тяжелых металлов в почвах и превышений критических нагрузок для этих металлов по методикам Конвенции LRTAP на экспериментальных площадках в разных регионах Крымского полуострова также показало, что на территории г. Симферополя периодически имеют место значимые превышения (рис. 3, 4).

По данным экологического мониторинга, как продемонстрировано на примере свинца приведенными выше графиками, территория г. Симферополя также является неблагополучной в отношении нагрузки тяжелыми металлами. Высокая вариабельность величин его содержания в почвах в первом случае может быть «обусловлена отсутствием временного распределения данных, что имеет место при использовании результатов экологического мониторинга, основанного на оценке ситуации по превышениям ПДК, и, как правило, не отражает продолжительные или очень кратковременные воздействия» [7]. Оценка нагрузки тяжелыми металлами по превышениям КН по методикам Конвенции LRTAP позволяет устранить этот недостаток измерений, поскольку определяется нагрузка в кг/га/г., и ее вариабельность отражает реальные колебания, обусловленные в том числе количеством годовых осадков, которыми металл вымывается из атмосферы в почву [14].

Анализ элементного статуса выявил существенный дисбаланс по числу отклонений от условной нормы содержания элементов в венозной крови в обеих группах родильниц. Так, однонаправленные, но разной степени выраженности отклонения от нормы имели место со стороны железа, молибдена, алюминия и никеля (рис. 5), причем более выраженные у женщин с антенатальной гибелью плода в отношении железа, алюминия, и у женщин с благополучно завершенной беременностью – в отношении молибдена и никеля. При этом отмечен почти тотальный дефицит железа и повышенное содержание молибдена и алюминия в обеих группах.

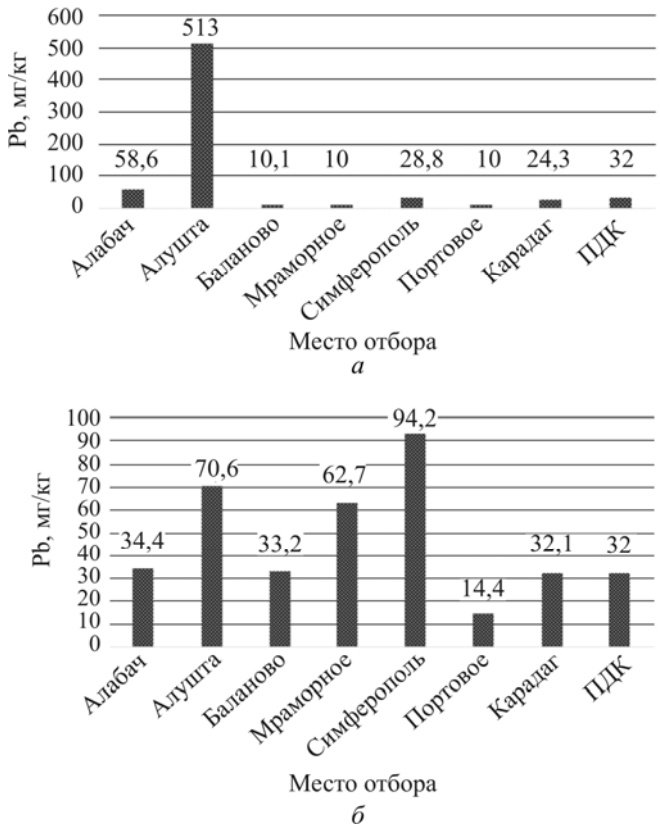


Рис. 3. Содержание свинца в почве по данным мониторинговых исследований совместно с Министерством экологии РК за 2017 г. (*а*) и 2018 г. (*б*)

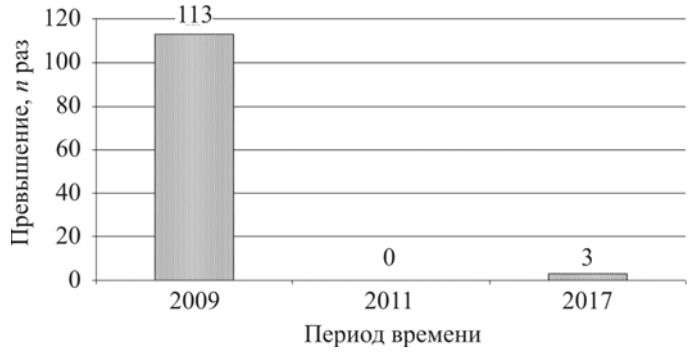


Рис. 4. Превышения критических нагрузок свинца на почву в г. Симферополе в разные годы

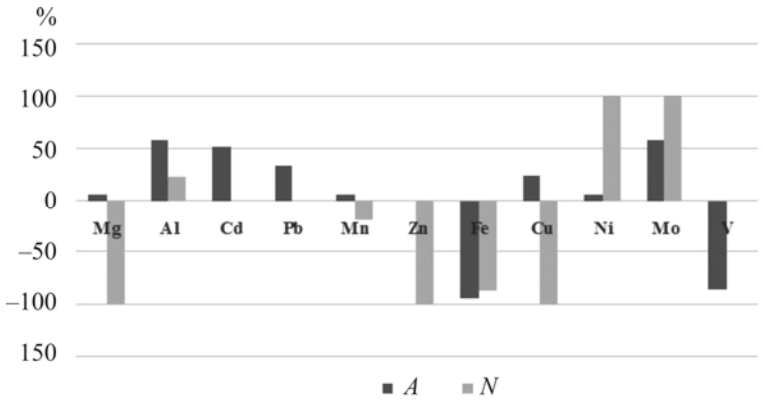


Рис. 5. Относительное количество (%) родильниц с отклонениями от нормы содержания элементов в венозной крови с антенатальной гибелью плода (*A*) и с благополучно завершенной беременностью (*N*): положительные значения – % родильниц с избытком элементов; отрицательные значения – % родильниц с дефицитом элементов

В то же время имели место качественные отличия: у матерей здоровых новорожденных выявлен тотальный дефицит магния и меди, а у родильниц с антенатальной гибелью плода – превышение условной нормы содержания кадмия (у 51 %), свинца (33 %), меди (24 %) и дефицит ванадия (87 %).

Таким образом, обнаружены как однонаправленные, но разной степени выраженности, так и разнонаправленные отклонения от нормы в содержании химических элементов в крови в обеих группах обследованных. При этом отличительной особенностью элементного дисбаланса у родильниц с благополучно завершенной беременностью был дефицит главным образом таких эссенциальных элементов, как медь, цинк и магний, а у родильниц с антенатальной гибелью плода – дефицит ванадия. Если дефицит первых является достаточно широко распространенным [13], то последний факт относительно ванадия представляется особенно интересным в связи с малой изученностью биологической роли этого элемента. Помимо характеристики элементного статуса, которая выявила как определенное сходство, так и характерные отличия, выполнен сравнительный анализ содержания элементов в крови обеих групп обследованных, который показал существенные высоко статистически значимые различия в содержании определяемых элементов. В табл. 1 приведены уровни значимости при сравнении независимых выборок по *t*-критерию Стьюдента, в то время как по критерию Манна – Уитни во всех случаях, за исключением Fe, p был менее 0,0001.

Следующим шагом в определении возможного риска от избытка или дефицита содержания данных металлов явился корреляционный анализ между их концентрациями в крови и функциональными показателями иммунной системы. Он показал наличие статистически значимых зависимостей в обеих группах, однако в группе родильниц с благополучно завершенной беременностью таких связей установлено 5 для цинка и никеля, в то время как у родильниц с антенатальной гибелью плода только с молибденом выявлено 14 корреляций, причем достаточно сильных ($0{,}45 < Rs < 0{,}79$), а также с марганцем (3) и никелем (4) и одна корреляция с алюминием (табл. 2). Обращает на себя внимание, что для всех этих элементов имели

место отклонения от нормативных величин, причем в обеих группах, однако существенные связи установлены преимущественно для женщин, у которых имела место антенатальная гибель плода.

Таблица 1

Концентрация (мкг/мл) химических элементов (ХЭ) в венозной крови родильниц с антенатальной гибелью плода (*A*) и с благополучно завершенной беременностью (*N*)

ХЭ	*Me*		25 %		75 %		M_x		*p*
	A	*N*	*A*	*N*	*A*	*N*	*A*	*N*	
Mg	50,1	36,74	46,6	35,78	53,4	37,29	50,1	35,76	0,000
Al	0,550	0,207	0,280	0,150	0,670	0,340	0,550	0,260	0,002
Cd	0,008	0,021	0,006	0,190	0,013	0,021	0,012	0,027	0,000
Pb	0,089	0,195	0,072	0,110	0,120	0,210	0,099	0,175	0,000
Mn	0,035	0,003	0,024	0,002	0,050	0,003	0,040	0,003	0,000
Zn	5,370	0,920	4,870	0,002	6,100	0,003	5,470	1,142	0,000
Fe	325,1	396,4	277,3	296,1	343,3	443,5	326,8	368,6	0,11
Cu	1,420	0,750	1,320	0,720	1,580	0,780	1,496	0,740	0,000
Ni	0,018	0,156	0,006	0,136	0,021	0,172	0,017	0,152	0,004
Mo	0,004	0,074	0,003	0,056	0,033	0,089	0,019	0,072	0,04
V	0,004	0,037	0,003	0,030	0,006	0,049	0,005	0,039	0,000

Таблица 2

Корреляционный анализ иммунных показателей и концентрации химических элементов в венозной крови родильниц с антенатальной гибелью плода (*A*) и с благополучно завершенной беременностью (*N*)

ХЭ		Al	Mn	Zn	Ni	Mo
Лим., %	*A*	–	–	–	–	–0,45
	N	–	–	0,47	–	–
Лим.	*A*	–	–	–	–	–0,53
	N	–	–	0,42	–	–
0 лим.,%	*A*	–	–	–	–	–0,71
	N	–	–	0,44	–	–
0 лим.	*A*	–	–	–	–	–0,73
Фаг.ин.,%	*A*	–	–	–	–	–0,85
Фаг. ч.	*A*	–	0,48	–	–0,51	–0,79
ИПЗФ	*A*	–	–	–	–	–0,84
CD22	*A*	–	–	–	–	–0,47
CD3	*A*	–	–	–	–	–0,66
	N	–	–	0,44	–	–
CD4	*A*	–	–	–	–	–0,55
CD8 %	*A*	–	0,57	–	–	–0,46
	N	–	–	–	0,48	–
CD8	*A*	–	0,52	–	–	–0,73
CD25	*A*	–	–	–	–	–0,45
	N	–	–	–	0,43	–
CD16 %	*A*	–	–	–	–	–0,56
CD16	*A*	0,47	–	–	–0,73	–
ЦИК	*A*	–	–	–	0,47	–

Примечание: здесь и ниже приведены корреляционные зависимости, значимые при $p < 0,05$.

Характер корреляционных связей, установленных для молибдена в группе родильниц с незавершенной беременностью, дает основание для предположения о его подавляющем иммунитет действии при выявленных концентрациях в крови, превыщающих норму почти у половины обследованных. У беременных женщин, проживающих на территории Китая, концентрация этого элемента была ниже 1,8 (1,2–3,6) мкг/л, однако авторы справедливо отмечают существенные различия референтных значений элементов у женщин в разных регионах мира в зависимости от питания, экологических и социоэкономических условий, образа жизни [13]. Интересно отметить, что более высокая концентрация этого элемента у большего числа здоровых женщин с завершенной беременностью, судя по результатам корреляционного анализа, не сказывалась на функциональном состоянии иммунной системы.

Другим элементом, к которому иммунная система родильниц обнаружила реактивность, явился никель, который угнетал фагоцитарную активность, мог способствовать снижению естественных киллеров и ЦИК у женщин с незавершенной беременностью. В то же время у женщин с благополучно завершенной беременностью его более высокий уровень в крови «способствовал» увеличению абсолютного числа CD22 и относительного числа CD 8.

Характерно, что для ванадия значимых корреляционных зависимостей не выявлено, что в совокупности с экспериментальными литературными данными дает основание предполагать возможность его влияния непосредственно на репродуктивную функцию. В пользу этого, несмотря на дефицит эпидемиологических данных, свидетельствуют уже известные экспериментальные факты о задержке роста и аномальном развитии цыплят, снижении плодовитости самок крыс, повышенной смертности их потомства и других нарушениях репродуктивной функции [1].

Об аналогичной закономерности можно говорить в отношении алюминия, обнаружившего только одну статистически значимую связь с натуральными киллерами в крови родильниц с антенатальной гибелью плода, концентрация которого в их крови была существенно выше. Тем не менее этот факт представляет интерес, поскольку, с одной стороны, отмечается отсутствие надежных эпидемиологических исследований, позволяющих прийти к заключению о связи между воздействием алюминия на фертильность и развитие, с другой – имеются экспериментальные данные, свидетельствующие о разнообразных повреждающих репродуктивную функцию эффектах у животных под действием соединений алюминия, хотя считается, что эти эффекты у человека могут развиваться при высоких дозах, но не в связи с воздействием окружающей среды. Тем не менее считается, что концентрация последнего в сыворотке должна быть ниже 30 мкг/л [10], в то время как *Me* его концентрации у родильниц с антенатальной гибелью плода составила величину почти в 2 раза большую.

Таким образом, полученные на данном этапе мониторинговых исследований данные дают основание для заключения о существовании определенного риска для здоровья беременных женщин и их будущего потомства в Крымском регионе и необходимости дальнейшего исследования. Причем этот риск может быть связан как с определенным влиянием на иммунную систему матерей, обеспечивающую их здоровье, а значит, и здоровье будущего ребенка, так и, возможно, непосредственно на репродуктивную функцию и развитие плода. Следующими шагами в этом направлении должна явиться количественная оценка таких зависимостей и определение референтных значений концентрации металлов в крови жительниц Крыма, не

приводящих к негативным изменениям в иммунном статусе организма, а также оценка возможного влияния элементов на репродуктивную функцию посредством специальных мониторинговых исследований.

Определение элементного состава субстратов выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-45-920042.

Список литературы

1. Воробьева Н.М., Федорова Е.В., Баранова Н.И. Ванадий: биологическая роль, токсикология и фармакологическое применение // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». – 2013. – Т 5, № 1. – С. 77–96.

2. Геохимия окружающей среды и здоровье человека: общие и региональные аспекты в Российской Федерации и крымском регионе / Е.В. Евстафьева, О.А. Залата, О.Б. Московчук [и др.] // Разведка и охрана недр. – 2018. – № 1. – С. 33–37.

3. Ломов О.П. Проблема оценки риска воздействия вредных факторов на здоровье населения: анализ материалов Пленума научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды // Прикладные проблемы безопасности технических и биотехнических систем. – 2016. – № 1. – С. 48–51.

4. Новиков С.М., Фокин М.В., Унгуряну Т.Н. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска населения при воздействии химических веществ // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 8. – С. 711–716.

5. Подходы к оценке риска от действия тяжелых металлов на наземные экосистемы на территории Республики Крым / Е.В. Евстафьева, Г.П. Нараев, Н.А. Сологуб [и др.] // Проблемы анализа риска. – 2015. – Т. 12, № 5. – С. 6–15.

6. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 5–8.

7. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс] / под ред. Ю.А. Рахманина, С.М. Новикова [и др.] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200037399 (дата обращения: 31.03.2020).

8. Direct assessment of health impacts on hospital admission from traffic intensity in Madrid / R. Navares, J. Diaz, J.L. Aznarte [et al.] // Environmental Research. – 2020. – Vol. 184. – P. 109254. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109254

9. Environmental Chemicals in Breast Milk and Formula: Exposure and Risk Assessment Implications / G.M. Lehmann, J.S. LaKind, M.H. Davis [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2018. – Vol. 126, № 9. – P. 096001. DOI: 10.1289/EHP1953

10. Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide / D. Krewski, R.A. Yokel, E. Nieboer [et al.] // J. Toxicol. Environ. Health. – 2007. – Vol. 10, № 1. – P. 1–269.

11. Implication of global climate change for the assessment and management of human health risks of chemicals in the natural environment / J.M. Balbus, A.B.A. Boxall, R.A. Fenske [et al.] // Environ. Toxicol. Chem. – 2013. – Vol. 32, № 1. – P. 62–78. DOI: 10.1002/etc.2046

12. New Approach Methods to Evaluate Health Risks of Air Pollutants: Critical Design Considerations for In Vitro Exposure Testing / J. Zavala, A.N. Freedman,

J.T. Szilagyi [et al.] // Int. J. Environ. Res. Public. Health. – 2020. – Vol. 17, № 6. DOI: 10.3390/ijerph17062124

13. Reference Values of 14 Serum Trace Elements for Pregnant Chinese Women: A Cross-Sectional Study in the China Nutrition and Health Survey 2010–2012 / X. Liu, Y. Zhang, J. Piao [et al.] // Nutrients. – 2017. – Vol. 9, № 3. – P. 309. DOI: 10.3390/nu9030309

14. Spranger T., Lorenz U., Gregor H.D. Manual on methodologies and criteria for modeling and mapping critical loads and levels and air pollution effects, risks and trends. – Berlin: Fed. Environ. Agency (Umweltbundesamt), UBA-Texte, 2004. – 307 p.

15. The Next Generation of Risk Assessment Multi-Year Study – Highlights of Findings, Applications to Risk Assessment, and Future Directions / L. Cote, M.E. Andersen, G.T. Ankley [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2016. – Vol. 124, № 11. – P. 1671–1682. DOI: 10.1289/EHP233

16. Waring R.H., Harris R.M., Mitchell S.C. Plastic contamination of the food chain: A threat to human health? // Maturitas. – 2018. – Vol. 115. – P. 64–68. DOI: 10.1016/j.maturitas.2018.06.010

К теме изучения критериальной значимости социально-гигиенических факторов риска возникновения и развития хронических неинфекционных заболеваний среди взрослого населения Нижегородской области

М.А. Позднякова

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

Представлены материалы по обоснованию актуальности и медико-социальной значимости темы изучения социально-гигиенических факторов риска возникновения и развития хронических неинфекционных заболеваний среди взрослого населения – как объекта исследования в запланированной научной тематике отдела медико-профилактических технологий управления рисками общественному здоровью ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора.

На основе комплексного социально-гигиенического исследования оценены факторы риска возникновения и развития хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ) провести оценку их критериальной значимости, разработать и внедрить комплекс эффективных мероприятий по профилактике ХНИЗ среди взрослого населения Нижегородской области. Приведены основные нормативные документы, показано развитие нормативной базы.

Показаны два основных инструмента, которые авторы используют для проведения настоящего исследования: эпидмониторинг и социально-гигиенический мониторинг.

Дается подробное разъяснение организации проведения эпидмониторинга факторов риска хронических неинфекционных заболеваний на территории Нижегородской области.

Рассмотрены возможности использования результатов исследования в практической деятельности Роспотребнадзора и оценка деятельности органов управления территориями. Приведена научная новизна выполняемой научной тематики, а также основные аспекты предполагаемого медико-социального и экономического эффекта от внедрения полученных результатов в практическую деятельность Роспотребнадзора и здравоохранения региона.

Ключевые слова: факторы риска, социально-гигиенические факторы риска, эпидмониторинг, хронические неинфекционные заболевания (ХНИЗ), профилактика ХНИЗ.

Сохранение и укрепление здоровья населения – это процесс создания возможностей для усиления контроля общества и каждого человека за факторами, определяющими здоровье [5]. В настоящее время ведущими причинами преждевременной смерти в Российской Федерации являются хронические неинфекционные заболевания (далее – ХНИЗ). По мнению специалистов, в обозримом будущем данная проблема сохранит свою актуальность.

Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, ХНИЗ – группа нарушений здоровья, включающая в себя: болезни системы кровообращения, сахарный диабет 2-го типа, злокачественные новообразования, хронические болезни органов дыхания. Они вызывают до 71 % случаев всех смертей в мире. Каждый год от них умирает до 15 млн человек в возрасте от 30 до 69 лет. В структуре смертности от ХНИЗ наибольшая доля приходится на сердечно-сосудистые заболевания (17,9 млн смертей ежегодно). За ними следуют злокачественные новообразования (9 млн случаев), респираторные заболевания (3,9 млн случаев) и диабет (1,6 млн случаев) [2]. ХНИЗ являются ведущей причиной инвалидности, что обусловливает их высочайшую высокую медико-социальную и экономическую значимость.

Во многом их развитие можно предотвратить, так как они связаны общими факторами риска, к которым относятся: повышенное артериальное давление, курение, чрезмерное употребление алкоголя, высокое содержание холестерина в крови, избыточный вес, нездоровое питание и гиподинамия [1]. Своевременное выявление и корректировка перечисленных факторов риска является актуальной проблемой современного здравоохранения, ориентированного на профилактическую работу.

В последнее десятилетие в нашей стране профилактика ХНИЗ вошла в число приоритетов государственной политики, в связи с чем в 2014 г. повсеместно были открыты Центры здоровья, а с 2016 г. создана сеть Центров медицинской профилактики, в том числе и в Нижегородской области.

Основой законодательной базы профилактики ХНИЗ и формирования мотивации и приверженности населения к здоровому образу жизни в РФ является Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г., который впервые ввел заботу о сохранении своего здоровья в обязанности граждан (статья 27); конкретизировал содержание понятий профилактики хронических неинфекционных заболеваний и формирования здорового образа жизни (статья 30); включил в первичную медико-санитарную помощь мероприятия по профилактике и формированию здорового образа жизни (статья 33); конкретизировал понятия диспансеризации, профилактического медицинского осмотра и диспансерного наблюдения (статья 46); обязал все медицинские организации, участвующие в реализации программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи, обеспечивать проведение профилактических мероприятий, направленных на предупреждение факторов риска развития заболеваний и на раннее их выявление, проводить пропаганду здорового образа жизни и санитарно-гигиеническое просвещение населения (статья 79).

Важнейшим законодательным актом, направленным на снижение риска развития ХНИЗ, стал федеральный закон «Об охране здоровья населения от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака», принятый Государственной Думой РФ 13 февраля 2013 г., который ввел большой ряд ограничений по распространению табакокурения. Указанным законом определено, что «медицинская помощь, направленная на прекращение потребления табака, лечение табачной зависимости и последствий потребления табака, оказывается на основе стандартов медицинской помощи и в соответствии с порядками ее оказания», т.е. всем гражданам, желающим отказаться от курения, должна быть обеспечена возможность получения необходимой медицинской помощи.

Системность и комплексность мероприятий по профилактике ХНИЗ на протяжении последнего десятилетия обеспечивает государственная программа «Развитие здравоохранения в РФ», разработанная совместно Минздравом России, Федеральной службой по защите прав потребителей и благополучия человека, а также другими министерствами и ведомствами (утверждена распоряжением Правительства РФ № 2511-р от 24 декабря 2012 г.). Кроме того, важнейшее значение для профилактики ХНИЗ имеют Приказы Минздрава России, определяющие организацию диспансеризации и профилактические медицинские осмотры взрослого населения: Приказ Минздрава России № 1006н от 3 декабря 2012 г. и Приказ Минздрава России № 1011н от 6 декабря 2012 г. В 2014 г. С.А. Бойцовым и А.Г. Чучалиным были разработаны «Методические рекомендации по диспансерному наблюдению больных с хроническими неинфекционными заболеваниями и пациентов с высоким риском их развития», содержащие алгоритмы профилактики и наблюдения пациентов по 17 заболеваниям из группы ХНИЗ. Приказом Министерства здравоохранения РФ № 683н от 30 сентября 2015 г. был утвержден порядок организации и осуществления профилактики неинфекционных заболеваний и проведения мероприятий по формированию здорового образа жизни в медицинских организациях.

В Нижегородской области в рамках государственной программы «Развитие здравоохранения Нижегородской области до 2020 года», утвержденной постановлением Правительства Нижегородской области № 274 от 26 апреля 2013 г., профилактика ХНИЗ выделена в отдельное мероприятие: «Выявление и профилактика факторов риска основных хронических неинфекционных заболеваний в учреждениях первичной медико-санитарной помощи Нижегородской помощи на 2013–2020 гг.», в подпрограмме «Профилактика заболеваний и формирование здорового образа жизни. Развитие медико-санитарной помощи».

Сегодня эта тема получила свое логическое продолжение в виде национального приоритетного проекта «Демография», который на территории нашей области получил законодательное оформление в виде регионального проекта «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек» (Укрепление общественного здоровья) и был утвержден Постановлением Правительства Нижегородской области № 84 от 15 февраля 2019 г.

Итак, несмотря на то, что данная проблематика уже почти 10 лет находится в фокусе внимания государственной власти, регистрируемые уровни заболеваемости и инвалидности от ХНИЗ по-прежнему остаются высокими [4]. Работа по профилактике ХНИЗ зачастую проводится несистемно и нерационально, в условиях недостаточного нормативного, информационного и материально-технического обеспечения. Вышеперечисленные факты диктуют необходимость дальнейшего поиска путей управления рисками возникновения и развития ХНИЗ в популяции.

Тема настоящей публикации заявлена как тема научно-исследовательской работы, запланированной отделом медико-профилактических технологий управления рисками общественному здоровью ФБУН «Научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора на 2020–2025 гг. Эта работа ведется совместно с Управлением Роспотребнадзора и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в Нижегородской области, Министерством здравоохранения Нижегородской области и Областным центром медицинской профилактики. Заключены соответствующие соглашения о научно-практическом сотрудничестве.

В качестве инструментов выполнения темы определены две действующие платформы: эпидмониторинг (далее – ЭМ) – для исследования медико-социальных факторов риска развития ХНИЗ и система социально-гигиенического мониторинга (далее – СГМ) – для исследования санитарно-гигиенических факторов и распространенности ХНИЗ в популяции взрослого населения Нижегородской области.

ЭМ – это динамический процесс, который проводится путем анкетирования-интервьюирования лиц в возрасте от 25 до 64 лет на всей территории Российской Федерации, и позволяет получить объективные данные о распространенности вредных привычек и других социальных факторов, а также отдельных функциональных показателей организма, рассматривающихся под углом риска развития ХНИЗ.

На сегодня существует утвержденная на федеральном уровне анкета для проведения ЭМ, разработанная ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России. Эта анкета состоит из двух частей: опросника и карты данных физикального обследования. Каждая территория сама определяет формы и методы организации анкетирования для получения достоверных сведений. Формы документов для проведения ЭМ на территории Нижегородской области, а также его этапы, перечень участвующих организаций и необходимые объемы исследований в 2020 г. были утверждены Приказом Министерства здравоохранения Нижегородской области № 315-30/20/П/од от 23.01.2020. Репрезентативный объем выборочной совокупности в Нижегородской области составил 2000 единиц наблюдения (человек в возрасте 25–64 лет), равномерно распределенных по территории, в соответствии с плотностью и возрастно-половым составом населения.

Проведение ЭМ осуществляется с 2014 г. и запланировано вплоть до 2024 г. Проведены два этапа – в 2014 и 2016 гг. С февраля 2020 г. область приступила к реализации его очередного – третьего этапа. В исследовании участвуют 9 сельских районов и областной центр. К проведению анкетирования привлечены 67 средних медицинских работников ЦРБ, прошедших обучение методике анкетирования в нашем Институте. В мае планируется сбор готовых анкет, и после их проверки будет составлена электронная база данных (2020), проведена статистическая обработка и анализ полученных материалов, составлен научный отчет.

К настоящему времени накоплены обширные аналитические материалы по результатам предыдущих этапов: определены уровни распространенности основных медико-социальных факторов риска развития ХНИЗ во взрослой популяции и тенденции в их развитии. Составлены электронные базы данных и научные отчеты о распространенности ХНИЗ и факторов риска среди взрослого населения нашей области. Разработаны и внедрены практические рекомендации по планированию и корректировке ведения профилактической работы всеми работающими в данном направлении организациями, применительно к каждому заболеванию.

Как уже указывалось выше, вторым инструментом выполнения НИР определена система СГМ как важнейшая функция Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и государственного наблюдения за состоянием окружающей среды и здоровьем населения [3]. В этой части научный коллектив Отдела сотрудничает с территориальными органами и учреждениями Роспотребнадзора. Для выработки научно обоснованных предложений по профилактике ХНИЗ необходим тщательный анализ материалов СГМ, в том числе за определенные временные периоды, чтобы понимать направление и суть основных трендов загрязненности различных сред обитания на конкретной территории – в целях обеспечения высоких стандартов экологического благополучия. Научный анализ данных СГМ по гигиеническим показателям (а это санитарно-гигиенические и токсикологические, радиологические, замеры физических факторов неионизирующей природы и температуры горячей воды) является предметом соглашения о научно-практическом сотрудничестве между ФБУН «Научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, управлением Роспотребнадзора и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» по Нижегородской области.

В течение этого года запланировано детализировать санитарно-гигиенические показатели окружающей среды в тех же 9 районах области, используемых в качестве базовых для проведения ЭМ, и рассмотреть вопрос зависимости уровня заболеваемости ХНИЗ населения этих районов от состояния сред обитания, с выходом на картографирование и последующее формирование оценочных шкал и практических рекомендаций.

Предполагается, что при объединении результатов ЭМ и СГМ в разрезе *каждого* муниципального образования удастся получить общую ранговую картину районов области по риску развития ХНИЗ. Это позволит выйти на суммирующую методику оценки эффективности работы органов муниципальной власти по направлению «профилактика ХНИЗ», что может быть рекомендовано к использованию в практической работе как органов и учреждений Роспотребнадзора, так и органов управления территорий. На период до 2025 г. запланировано охватить исследованием все 50 муниципальных образований нашей области.

Резюмируя вышеизложенный материал, следует остановиться на основных положениях научной новизны представляемой НИР, которая будет заключаться в следующем:

– впервые на территории области будет проведен эпидмониторинг социально-гигиенических факторов риска ХНИЗ с последующей оценкой их распространенности и определением основных тенденций их развития во взрослой популяции;

– впервые будет дана комплексная социально-гигиеническая характеристика территориальных образований Нижегородской области по направлению «профилактика ХНИЗ среди взрослого населения»;

– впервые будет проведено исследование и определение критериальной значимости отдельных медико-социальных и санитарно-гигиенических факторов во взаимосвязи с распространенностью ХНИЗ среди населения в возрасте 25–64 лет на территории проживания;

– впервые будет разработана методика оценки отдельных территорий по направлению «профилактика ХНИЗ» на основе определения критериальной значимости отдельных медико-социальных и санитарно-гигиенических факторов возникновения и развития ХНИЗ во взрослой популяции.

Медико-социальный эффект внедрения результатов НИР будет заключаться в снижении частоты заболеваемости ХНИЗ среди населения трудоспособного воз-

раста Нижегородской области и, как следствие, в дальнейшем – сокращении уровня инвалидности по причинам, связанным с данной группой патологий; сохранении трудового потенциала работающих; увеличении числа лет активного долголетия. Экономический эффект будет выражен в сокращении затрат на лечение данной категории больных, а также увеличении производительности труда в связи со снижением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Список литературы

1. Назарова Е.Н., Жилов Ю.Д. Основы социальной медицины: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 368 с.

2. Неинфекционные заболевания [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/non-communicable-diseases (дата обращения: 01.03.2020).

3. Онищенко Г.Г. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защита прав потребителей // Общественное здоровье и здравоохранение: национальное руководство / под ред. В.И. Стародубова, О.П. Щепина [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – С. 436–440.

4. Основные показатели здоровья населения и деятельности учреждений здравоохранения Нижегородской области за 2018 год: сборник / под ред. Е.А. Тучина, Л.Е. Вареновой. – Нижний Новгород: ГБУЗ НО «Медицинский информационно-аналитический центр», 2015. – 236 с.

5. Полунина Н.В. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник. – М.: Изд-во «Мед. информ. агентство», 2010. – 544 с.

Естественное освещение помещений в зимний сезон как маркерный критерий оценки потенциального риска воздействия световой среды

А.Ю. Баслык, С.Л. Итпаева-Людчик, В.А. Коноплянко, А.В. Кравцов

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

Исследования выполнены в условиях смоделированной пространственной ориентации рабочих поверхностей в помещении. Коэффициент естественной освещенности (КЕО) составил 2,1–13,8 %. Отмечена высокая вариабельность значений естественной освещенности во всех контрольных точках в течение рабочего дня: разница между значениями естественной освещенности в начале (конце) рабочего дня в 2,3–2,8 раза меньше значений, измеренных в 13:00, при этом различия естественной освещенности в 10:00 и 16:00 не превышают 10 % с разницей между максимальной и минимальной естественной освещенностью за

период времени с 10:00 до 16:00 в 10–67 раз. Сравнительный анализ значений естественной освещенности выявил ее значительное снижение при удалении контрольной точки от светового проема вглубь помещения. При этом освещенность в контрольных точках, наиболее удаленных от световых проемов, составила менее 100 лк. Различия освещенности между всеми контрольными точками по помещению составили от 5,4 до 7,0 раза в зависимости от времени измерения. В контрольных точках, расположенных на линии вдоль светового проема, отмечены практически одинаковые уровни естественной освещенности. Показано, что соблюдение в помещении нормативных значений КЕО не исключает возможности формирования на рабочих поверхностях низкой естественной освещенности (менее 100 лк).

Ключевые слова: световая среда, естественное освещение, освещенность, зимний сезон, оценка риска.

Свет солнца и небосвода являются неотъемлемым фактором естественной среды обитания, оказывающим существенное влияние на эволюционное развитие всего живого на нашей планете, что закреплено в генетической информации биологических видов. Суточная и годовая цикличность изменения параметров солнечного света играет доминирующую роль в регулировании суточных и сезонных биологических ритмов [6]. Естественный дневной свет, в сравнении с искусственным, способствует как более адекватному зрительному восприятию пространства, так и формированию нормальных физиологических и психологических ответных реакций организма [5]. Однако современный человек в бодрствующем состоянии значительную часть суток проводит в помещениях с включенным искусственным освещением, дополняющим недостаточное в определенных условиях (темное время суток, зимний период года, пасмурная погода и др.) естественное освещение.

В соответствии с действующими в Республике Беларусь нормативными правовыми актами основными критериями гигиенической оценки естественного освещения помещений являются продолжительность инсоляции и КЕО, которые не в полной мере позволяют оценить изменения освещенности в зависимости от времени дня, метеорологических условий, особенностей отражения и рассеивания света поверхностями и др. Целью применения показателя КЕО является в первую очередь оценка объемно-планировочных решений помещения с точки зрения обеспечения возможности проникновения в него определенного количества естественного света. Относительность КЕО является его важным преимуществом, нивелирующим резкие колебания абсолютных значений освещенности при постоянно меняющихся условиях естественного освещения, что позволяет исключить ошибки пере- или недооценки возможного количества естественного света в помещении и унифицировать подход к оценке данного фактора среды в определенном помещении. Таким образом, применение КЕО ввиду его относительности ограничено для оценки абсолютных значений естественного освещения в динамике дня, сезона, года или иных временных интервалов.

Одним из начальных этапов оценки влияния фактора среды обитания на человека является изучение его свойств, гипотетически способных оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека, что определяет гигиеническую значимость данного фактора.

Цель исследования – изучение особенностей формирования естественной световой среды на рабочих местах в зимний сезон 2019–2020 гг. в зависимости от пространственной ориентации рабочих поверхностей в помещении и облачности.

Для проведения исследований в помещении с боковым естественным освещением была смоделирована пространственная ориентация рабочих поверхностей со следующими контрольными точками (рис. 1):

– на линии, перпендикулярной световым проемам, проходящей на расстоянии 1,5 м от стены помещения: точка № 1 – на расстоянии 1,0 м от световых проемов; точка № 2 – на расстоянии 2,0 м; точка № 3 – на расстоянии 3,0 м; точка № 4 – на расстоянии 4,0 м;

– на линии, параллельной световым проемам: точка № 5 – на расстоянии 1,0 м от точки № 1, точка № 6 – на расстоянии 1,0 м от точки № 5 и 1,5 м от стены помещения.

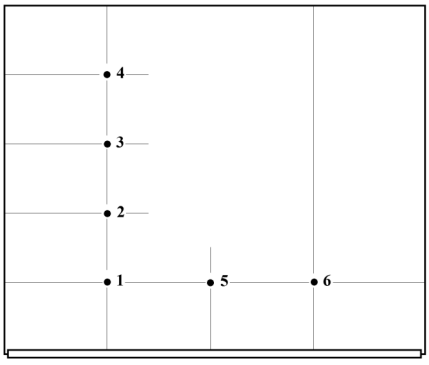


Рис. 1. Схема расположения контрольных точек в помещении

Измерения естественной освещенности проводились в динамике рабочей смены в 10:00 ± 0,5 ч, 13:00 ± 0,5 ч и 16:00 ± 0,5 ч в течение рабочих дней (n = 62) зимнего сезона 2019–2020 гг. Рабочая смена работников, участвовавших в эксперименте, начиналась в 08:30 и заканчивалась в 17:15 (продолжительность обеденного перерыва составляла 45 мин). Исследования проводились в помещении, ориентированном на северо-восток, что исключало попадание прямых солнечных лучей на оцениваемые поверхности. В дни со сплошной облачностью проводилась оценка КЕО в контрольных точках.

По данным литературы, при безоблачном небе или частичной облачности основными составляющими естественной освещенности любой поверхности являются освещенность, создаваемая непосредственно лучами Солнца, и рассеянная, формируемая освещенностью небесного свода и освещенностью, отраженной от земной поверхности, а в городской среде еще и от ограждающих поверхностей зданий и сооружений. Если небосвод покрыт сплошной облачностью, то естественную освещенность формирует только рассеянная освещенность неба и поверхности (земли, стен, конструкций и т.п.) [1]. С целью учета вклада данных факторов в уровни освещенности на рабочих поверхностях одновременно с проведением измерений естественной освещенности в опорное время исследователями посредством наблюдения (визуально) части небосвода через световой проем помещения, в котором проводился эксперимент, ориентировочно качественными критериями оценивалась облачность (сплошная, частичная, отсутствие и др.), выраженная в процентах покрытия неба облаками. Точка визуальной оценки облачности находилась на расстоянии 1 м от светового проема на равном удалении от боковых стен помещения. Впоследствии результаты наблюдений облачности сравнивались со статистическими данными Государственного учреждения «Республиканский центр по гидроме-

теорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Белгидромет).

Следует отметить, что, по данным Белгидромета, особенности климатических условий зимнего сезона 2019–2020 гг. характеризовались аномально высокой средней температурой воздуха (1,5 °С, что выше климатической нормы на 5,5 °С), что определило отсутствие устойчивого снежного покрова на протяжении всего сезона (зима 2019–2020 гг. стала самой малоснежной за всю историю метеонаблюдений) [4]. Указанные климатические особенности обусловили уникально низкую для зимы диффузную отражательную способность земной поверхности (альбедо), которая вносит существенный вклад в суммарную естественную освещенность окружающего пространства, особенно в зимний период года, который, ввиду наличия снежного покрова и льда, обычно характеризуется высокими значениями альбедо.

На смоделированных рабочих поверхностях работниками, участвовавшими в натурном эксперименте, выполнялась зрительная работа, характеризующаяся относительной продолжительностью направления зрения на рабочую поверхность менее 70 %, различением объектов размером 0,15–0,3 мм, а также выполнением операций с применением персональных электронно-вычислительных машин.

В помещении, в котором проводился эксперимент, система общего искусственного освещения имела ручное регулирование, искусственное освещение создавалось люминесцентными лампами. На основании субъективных ощущений работников о недостаточности естественного или избыточности совмещенного освещения электрическое освещение соответственно либо включалось, либо выключалось посредством двухпозиционного коммутационного аппарата с нормально-разомкнутыми контактами (клавишного выключателя). В момент принятия решения о необходимости включения / выключения электрического освещения проводились измерения естественной освещенности в контрольной точке, наиболее удаленной от световых проемов (точка № 4).

Полученные в ходе исследований данные обрабатывались общепринятыми методами статистики, в том числе с применением программного приложения Microsoft Office Excel.

Статистический анализ полученных результатов показал, что распределение величин КЕО за период наблюдения было нормальным, их средние значения составили в контрольной точке № 1 – 13,8 ± 4,2 %, в контрольной точке № 4 – 2,1 ± 0,7 %. Учитывая характер выполняемых зрительных работ на оцениваемых рабочих поверхностях, нормируемые значения КЕО для помещения с боковым освещением должны составлять 1,2–1,5 %. Измеренные и рассчитанные для контрольных точек КЕО свидетельствуют о высокой насыщенности естественным светом исследуемого помещения в светлое время суток (в данном исследовании за светлое время суток принята часть суток от восхода до захода Солнца).

Для оценки продолжительности рабочего дня в темное время суток была применена формула, по которой для каждого рабочего дня суммировались временные интервалы рабочего дня до начала светлого времени суток и после его окончания. Временной интервал рабочего дня до начала светлого времени суток определялся как разница между временем начала светлого времени суток и временем начала рабочего дня, а временной интервал рабочего дня после окончания светлого времени – как разница между временем окончания светлого времени суток и временем окончания рабочего дня. Сопоставление начала и окончания рабочего дня

работников, участвовавших в эксперименте, с началом и продолжительностью светлого времени суток по формуле показало, что в зимний период года на рабочих местах с графиком работы с 08:30 до 17:15 естественное освещение отсутствует (так как светлое время суток к началу рабочего дня еще не началось либо закончилось до его окончания) на протяжении 4191 мин (в начале рабочего дня 3353 мин и 838 мин во второй половине рабочего дня) из 29 760 мин рабочих дней 3 месяцев зимнего сезона, что составило 14 % от всего рабочего времени зимнего сезона. Вышеуказанное свидетельствует о возможном риске для здоровья работников, обусловленном тем, что условия светового климата в зимний период времени формируют естественную световую среду помещений, которая может характеризоваться полным или частичным отсутствием естественного освещения на рабочем месте в помещении в определенном интервале времени, несмотря на то, что традиционно оцениваемое по значениям КЕО естественное освещение соответствует нормативным значениям. При этом удельный вес рабочего времени, характеризующегося отсутствием естественного света, в значительной степени зависит от времени начала рабочего дня.

Результаты натурного эксперимента по наблюдению за применением искусственного освещения в светлое время суток показали, что на протяжении всего периода наблюдений в начале рабочего дня всегда включалось электрическое освещение. В рабочие дни с облачностью более 80 % (n = 38) электрическое освещение в первой половине дня выключалось в среднем около 12:00 и снова включалось около 15:20. При этом в дни с облачностью менее 80 %, в том числе ясные дни (n = 14), электрическое освещение в первой половине дня выключалось в среднем в 11:15 и снова включалось в 15:40. Таким образом, результаты данного исследования указывают, что в дни зимнего сезона с облачностью менее 80 % продолжительность применения электрического освещения на 3 % меньше, чем в дни с облачностью 80–100 %.

Основные результаты измерений естественной освещенности (медиана (Me), интерквантильный размах [25 %; 75 %], минимальные и максимальные значения) в заданное время, имевшие распределение отличное от нормального, приведены в таблице.

Естественная освещенность в контрольных точках

№ контрольной точки	Естественная освещенность, лк								
	10: 00 (9: 45–10: 15)			13: 00 (12: 45–13: 15)			16: 00 (15: 45–16: 15)		
	Me	min	max	*Me*	min	max	*Me*	min	max
1	403,5 [196,0; 720,0]	41	2210	943,0 [607,5; 1174,0]	204	2080	388,0 [222,0; 687,0]	56	1398
2	179,5 [69,0; 305,0]	17	862	447,0 [246,5; 544,5]	70	1780	200,0 [95,0; 359,0]	25	532
3	98,5 [38,0; 180,0]	10	606	262,0 [145,0; 384,5]	47	1180	95,0 [53,0; 278,0]	13	393
4	65,0 [27,0; 130,0]	8	404	179,0 [93,5; 274,0]	31	560	74,0 [32,0; 190,0]	8	298
5	381,0 [150,0; 700,0]	36	1920	960,0 [576,0; 1125,0]	202	2390	407,0 [193,0; 654,0]	53	1300
6	453,0 [182,0; 706,0]	55	3700	962,5 [632,0; 1330,0]	252	2700	426,0 [220,0; 687,0]	74	1300

Полученные результаты указывают на высокую вариабельность значений естественной освещенности во всех контрольных точках в течение рабочего дня. Так, разница между значениями естественной освещенности в начале (конце) рабочего дня в 2,3–2,8 раза меньше значений, измеренных в 13:00. При этом значения естественной освещенности в 10:00 и 16:00 практически одинаковы (различия не превышают 10 %). Разница между максимальной и минимальной естественной освещенностью за период времени с 10:00 до 16:00 составила 10–67 раз в зависимости от контрольной точки.

Сравнительный анализ значений естественной освещенности в контрольных точках выявил ее значительное снижение при удалении контрольной точки от светового проема вглубь помещения: освещенность в контрольной точке № 2 ниже, чем в точке № 1 в 2,1 раза; в точке № 3 по отношению к точке № 2 в 1,9 раза; в точке № 4 по отношению к точке № 3 в 1,4 раза. Естественная освещенность в контрольных точках № 1, 5, 6, расположенных на линии вдоль светового проема, практически одинакова: различия значений не более 16 %. При этом освещенность в контрольных точках № 3 и 4 в 10:00 и 16:00 ч составила менее 100 лк.

Измерения естественной освещенности в контрольной точке, наиболее удаленной от световых проемов, в момент принятия работниками решения о допустимости включения / выключения электрического освещения в помещении показали, что желание дополнить естественное освещение помещения искусственным возникает при медианном значении естественной освещенности рабочей поверхности 68 лк, а желание выключить электрическое освещение помещения – при медианном значении естественной освещенности рабочей поверхности 152 лк.

Для зрительных работ, выполняемых работниками в условиях эксперимента, нормативные значения искусственной освещенности для системы совмещенного освещения помещений составляют от 200 до 750 лк в зависимости от контраста объекта различения с рабочей поверхностью (фоном) и коэффициента отражения рабочей поверхности или фона. Нормируемый уровень минимальной искусственной освещенности, создаваемой люминесцентными источниками света, на оцениваемых в данной работе рабочих поверхностях должен составлять 400 лк. Если применить коэффициент зависимости зрительной работоспособности от освещенности при естественном и искусственном освещении, создаваемом люминесцентными лампами, указанный в ряде научных публикаций [2], равный 1/1,6, то вероятно нормативное значение естественной освещенности на исследуемых рабочих местах должно быть равным 250 лк.

Полное отсутствие или недостаточное количество естественного света в течение определенного периода рабочего дня при наличии световых проемов определяет систему освещения помещения, в котором проводились исследования, как совмещенную [3]. Однако классическое определение совмещенного освещения предполагает автоматическое регулирование искусственной освещенности для обеспечения нормативного уровня освещенности рабочей поверхности в системе совмещенного освещения. В случае помещения, в котором проводились исследования, равно как и в значительном количестве помещений республики, в которых организованы рабочие места, системы автоматического регулирования искусственного освещения в настоящее время отсутствуют.

Полученные результаты указывают на высокую вариабельность значений естественной освещенности во всех контрольных точках в течение рабочего дня. Срав-

нительный анализ значений естественной освещенности выявил ее значительное снижение при удалении контрольной точки от светового проема вглубь помещения.

Использование только КЕО без учета дополнительных показателей совмещенного освещения не позволяет в полной мере оценить естественное освещение помещений с гигиенических позиций.

Значительные колебания уровней естественной освещенности на рабочих местах, вплоть до полного отсутствия в зимний период, и ситуационная замена совмещенного освещения полностью искусственным рассматриваются авторами как факторы потенциального риска неблагоприятного воздействия световой среды на здоровье работников.

Список литературы

1. Бартенева О.Д., Полякова Е.А., Русин Н.П. Режим естественной освещенности на территории СССР. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1971. – 239 с.

2. Дейнего В.Н., Капцов В.А., Уласюк В.Н. Новый проект ГОСТ Р «Метрополитены. Термины и определения» и нерешенные проблемы освещения метрополитена [Электронный ресурс] // Метро Info. – URL: http://asmetro.ru/upload/magazin/metro_0119_48.pdf (дата обращения: 10.03.2020).

3. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-153-2009 (02250). – Минск: Минстройархитектуры, 2010. – 112 с.

4. Климатическая характеристика зимнего сезона 2019–2020 [Электронный ресурс] // Белгидромет. – URL: http://belgidromet.by/ru/climatolog-ru/view/klimaticheskaja-xarakteristika-zimnego-sezona-2019-2020-2761-2020/ (дата обращения: 10.03.2020).

5. Никельберг Р.Г. Гигиенические особенности дневного освещения помещений естественным и искусственным «дневным» светом: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Харьков, 1972. – 19 с.

6. Справочная книга по светотехнике / под. ред. Ю.Б. Айзенберга, Г.В. Бооса. – М.: Знак, 2006. – 972 с.

Гигиенические факторы риска и актуальные проблемы здоровья курсантов

В.В. Климов

Филиал ФГК ВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны РФ, г. Омск, Россия

Определены факторы риска, влияющие на здоровье курсантов военных вузов.

Представлен анализ современных литературных данных о проблеме состояния здоровья курсантов военных высших учебных заведений.

Главной задачей является охрана здоровья курсантов, связанная с профессиональным обучением при контакте со специфическими факторами обучения в военном вузе. Стрессы,

вредные привычки, условия проживания курсантов, нерациональное питание, психоэмоциональное напряжение приводят к ухудшению здоровья. Также в статье представлена общая характеристика состояния здоровья курсантов и источники получения информации о здоровом образе жизни.

Делается вывод о необходимости разработки системы сохранения здоровья курсантов, которая будет включать оценку условий обучения, ранжирование факторов негативного воздействия на здоровье курсантов, мониторинг заболеваемости в начале и в течение всего периода обучения, программу санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: здоровье, курсанты, проблемы здоровья, военные высшие учебные заведения, здоровый образ жизни.

Здоровье является системной категориальной ценностью общества, которая включает в себя психофизиологические, социальные, духовно-нравственные аспекты и требует комплексного подхода к решению вопросов по ее обеспечению, а также защите [14]. В 1948 г. в Уставе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) было дано определение термину «здоровье». Здоровье – это такое состояние человека, которому свойственно не только отсутствие болезней или физических дефектов, но и полное физическое, душевное и социальное благополучие. С точки зрения целевой функции здоровья, определение данного понятия: «Здоровье – это процесс сохранения и развития биологических, психических, физиологических функций, оптимальной трудоспособности и социальной активности человека при максимальной продолжительности его активной жизни» [11].

Р.А. Гуща и И.В. Иванов [6] разработали модель соматического здоровья курсантов, которая состоит из следующих компонентов:

– физическое развитие – хороший иммунитет, высокие функциональные возможности организма, нацеленность на здоровый образ жизни;

– интеллектуальное развитие – непрерывные познавательные и мыслительные процессы, а также самосовершенствование;

– профессиональное развитие – тренировка способностей к повышенной работоспособности и выносливости организма, совершенствование военных и прикладных навыков;

– социальное развитие – ответственность, коммуникабельность, терпение, уважение к людям и т.д.

Здоровье студенческой молодежи является не только медицинской и педагогической проблемой, но и социальной, потому что это будущие родители и специалисты. На современном этапе отмечается увеличение внимания к проблемам охраны здоровья студенчества. Следует отметить, что 30 % населения составляют студенты. Поэтому в настоящее время ключевым вопросом государственной политики в области образования и здравоохранения является существенное повышение качества жизни граждан России, важным компонентом которого является здоровье человека [14].

Регулярно осуществляется внедрение новых реформ в Вооруженные силы и другие силовые ведомства Российской Федерации, а также достижение и поддержание высокой боевой готовности, которые предъявляют новые требования к функциональному состоянию военнослужащих. Совершенствование военной техники и оружия, увеличение напряженности учебно-боевой деятельности, а также военная служба предполагают значительные физические и психические нагрузки на организм

молодого человека, требующие наличия определенного уровня здоровья [3, 4]. При этом служба в Вооруженных силах РФ предъявляет особые требования к состоянию физического, психического и соматического здоровья курсанта, поэтому задача комплектования армии здоровым контингентом является актуальной постоянно [2].

Здоровье курсантов военного вуза является главной составляющей образовательного процесса, так как является основой успешного овладения ими необходимым объемом знаний, умений и навыков, формирования профессиональных компетенций и мотивации на здоровый образ жизни [13]. При оценке здоровья курсантов военных вузов следует помнить, что она имеет ряд особенностей, отличающих ее от оценки здоровья других групп молодых людей того же возраста [2, 19].

В военный вуз принимаются абитуриенты с изначально более высоким уровнем здоровья, отсутствием тяжелых хронических заболеваний, что является результатом медицинского отбора при поступлении в военный вуз. У всех курсантов одного курса одинаковый режим труда, отдыха, питания, однотипность физических и психических нагрузок. При этом курсанты постоянно пребывают на территории учебного заведения, где есть особенности уставных взаимоотношений, что обеспечивает унификацию процедуры обследования.

Процесс обучения в военном вузе осуществляется в зависимости от состояния здоровья, уровня физического развития и подготовленности, спортивной квалификации курсантов. Также при этом учитываются условия и характер труда их предстоящей военно-профессиональной деятельности. Для этого необходимо во время обучения курсанта в вузе сформировать здоровьесберегающее пространство. Формирование хронической патологии нередко происходит именно в молодом возрасте. Это обусловлено несформированным у молодежи отношением к своему здоровью как к ценности, низкой медицинской активностью и компетентностью по вопросам здорового образа жизни, широким распространением асоциальных форм поведения [1, 8, 15]. Необходимо обратить внимание на то, что структура заболеваемости курсантов высших военных заведений имеет определенные особенности по сравнению со структурой заболеваемости, присущей для гражданских лиц того же возраста и пола [2].

По данным ВОЗ, группы факторов, входящих в образ жизни, оказывают влияние на здоровье человека в 50–55 %, медицинское обеспечение – в 8–10 %, состояние окружающей среды – 20–25 % и генетические факторы – 15–20 %. На формирование здоровья курсантов в процессе обучения в вузе влияет множество факторов – факторы, непосредственно связанные с учебным процессом (продолжительность учебного дня, учебная нагрузка, перерывы между занятиями, состояние учебных аудиторий, психоэмоциональная напряженность и т.д.), режим питания, двигательная активность, организация досуга, наличие или отсутствие вредных привычек, частые стрессы и т.д. [16]. За время обучения в вузе молодые люди не повышают уровень здоровья, а в значительной степени растрачивают его, что в конечном итоге сказывается на профессиональной деятельности и их репродуктивных возможностях [13].

Снижение уровня здоровья курсантов в период обучения в вузе в большей степени связано с неблагоприятным воздействием социально-гигиенических факторов окружающей среды, а также наследственно-гигиенической предрасположенностью. А также стрессы, которые остаются вне поля зрения руководителя курсантского коллектива, могут ухудшать самочувствие, формировать чувство не-

удовлетворенности учебой и службой, негативно сказываться на эффективности овладения профессией военного, увеличивать отчисление курсантов военно-учебного заведения [17]. Установлено, что нерациональное питание неблагоприятно сказывается на процессах жизнедеятельности, таких как работоспособность, физическое состояние, а следовательно, и на здоровье обучающихся (дефицит витаминов и минералов). При этом полноценное и рациональное питание является важным составляющим жизни и здоровья человека. Известно, что сбалансированное питание (адекватное содержание белков, жиров, углеводов и минеральных веществ) способствует повышению физической работоспособности и уровню здоровья курсантов [14]. Следует отметить, что при поступлении абитуриентов в военный вуз происходит изменение распорядка дня, смена места проживания, смена режима и качества питания. Известно, что гигиенические показатели условий обучения и сложившийся образ жизни курсантов, такие как питание, вредные привычки, физическая активность, а также уровень среднемесячных доходов оказывают негативное влияние на состояние их здоровья.

Изучение научной литературы по уровню здоровья курсантов военных вузов позволило выявить основные заболевания, встречающиеся у обучающихся. Так, при изучении структуры заболеваемости курсантов академии ФСИН России [2] выявлено, что лидирующие позиции занимают заболевания органов дыхания (57,1 %), которые включают в себя сезонные респираторные инфекции. Далее идут травмы (17,6 %) и заболевания органов пищеварения (6,0 %). Также в своих работах Р.М. Воронин отмечает отличия заболеваемости курсантов и призывников того же возраста, где лидирующие места занимают заболевания органов дыхания, костно-мышечной системы и заболевания глаз [2, 4]. Установлено, что по заболеваемости среди курсантов морских специальностей высшего учебного заведения первое место занимают болезни органов дыхания (62 %), при этом доминируют острые респираторные инфекции верхних дыхательных путей (81,8 от общего числа зарегистрированных заболеваний); на втором месте несчастные случаи и травмы (18,4 %) связанные с профессиональной деятельностью; на третьем месте рост заболеваний периферической нервной системы и органов чувств (7,5 %). Последние место в заболеваемости курсантов заняли инфекционные болезни, которые связаны с игнорированием личной гигиены и эпидемиологическими факторами. Рост заболеваемости курсантов обусловлен психоэмоциональными нагрузками во время занятий и сессии, спецификой профессионального обучения [10].

С каждым годом отмечается снижение количества молодежи, пригодной к обучению на военных специальностях, более 40 % абитуриентов имеют слабую физическую подготовленность. Из данных современной научной литературы видно, что происходит рост заболеваемости курсантов вузов острыми (с временной утратой трудоспособности) и хроническими заболеваниями, которые колеблются в пределах от 42 до 77 % [9]. В результатах исследования С.Г. Захарова [7] указано, что значительно увеличилось количество курсантов старших курсов и выпускников военных вузов, имеющих хронические заболевания внутренних органов.

Известно, что снижение уровня здоровья отмечается при несоблюдении здорового образа жизни. С.В. Передельский в своих исследованиях отмечает негативный рост распространения курения среди курсантов: на первом курсе курит 25,6 %, а на пятом – 47,2 %. Автор предполагает, что распространение курения связано со следующими факторами: стрессы, бытовая неустроенность, недосыпание, употребление

алкоголя, нарушение режима питания. Следует отметить, что при этом чаще всего выявляется заболеваемость органов дыхания и пищеварения, увеличение количества ОРЗ (в 2,5 раза выше, чем у некурящих), а также более высокий уровень личностной тревожности и депрессии, нарушения в эмоциональной сфере [12].

Главную роль в воспитании ответственного отношения курсанта к своему здоровью играет система высшего военного профессионального образования. В сбережении здоровья курсантов, совершенствовании их физических и психофизических качеств, формировании навыков ЗОЖ, хорошей профессиональной подготовке будущих специалистов высшие учебные заведения играют немаловажную роль. При этом важна пропаганда здорового образа жизни, которую среди курсантов осуществляет профессорско-преподавательский состав вуза [5].

Я.М. Герчак в своей работе [5] отмечает, в высших военно-учебных заведениях именно физическая активность является главным средством, которое обеспечивает сохранение и сбережение здоровья, всестороннее физическое развитие, формирование готовности к профессиональной деятельности курсантов. Обязательные и дополнительные формы физической подготовки при обучении в военном вузе направлены на приобретение курсантами необходимой суммы специальных знаний, методических и двигательных умений, которые позволят им осуществить целенаправленную и осмысленную активность для формирования готовности к профессиональной деятельности.

Литературные данные свидетельствуют о необходимости усовершенствования существующей системы выявления и учета лиц с низким уровнем здоровья в высших военных учреждениях, проведении среди них психопрофилактических и восстановительных мероприятий.

Изучение научной литературы по данному вопросу позволило выявить основные заболевания, встречающиеся у курсантов высших военных учреждений, а также степень риска развития определенных заболеваний. Рост заболеваемости у курсантов снижает успешность усвоения учебных программ, невылеченные заболевания и не выявленные во время медицинского осмотра способствуют формированию хронических патологий, которые могут вызвать профессиональную непригодность будущего военного либо ограничить его деятельность.

Следовательно, в первую очередь необходимо комплексно подходить к решению сохранения и укрепления здоровья курсантов военных вузов. Для решения данной проблемы важно тесное взаимодействие системы высшего военного образования и здравоохранения, а также заинтересованных в этом подразделений. При этом крайне необходим поиск способов повышения эффективности медицинского обеспечения курсантов, сохранения и укрепления их физического, психического и соматического здоровья. Для решения данной проблемы необходимо учитывать факторы военной службы и образования, индивидуальные социально-гигиенические факторы риска здоровья, возможности риска развития психических, соматических расстройств [18]. Однако проблемы сохранения и укрепления здоровья курсантов высших военных учреждений изучены крайне мало. Прежде всего, при изучении данного вопроса необходимо обратить внимание на здоровье курсантов первого курса обучения. На современном этапе методы донозологической диагностики должны занять одно из первых мест в практической деятельности врачей. Важно уметь вовремя диагностировать состояния (пограничные состояния между здоровьем и болезнью), предотвращать их и ликвидировать.

Список литературы

1. Батрымбетова С.А. Медико-социальные факторы здоровья студентов // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2008. – № 5. – С. 9−11.

2. Воронин Р.М. Некоторые аспекты заболеваемости курсантов академии ФСИН России // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 5. – С. 20–22.

3. Воронин Р.М. Особенности заболеваемости курсантов военных образовательных учреждений [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 5. – URL: https://www.science-education.ru/article/view?id = 4801 (дата обращения: 10.03.2019).

4. Воронин Р.М., Шатрова Н.В. Состояние и проблемы призывников // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1 (5). – С. 847–849.

5. Герчак Я.М., Дмитриев Ю.М. Здоровье как фактор и условие формирования у курсантов военного вуза готовности к профессиональной деятельности // ЦИТИСЭ. – № 1 (14). – 2018. – 8 с.

6. Гуща Р.А., Иванов И.В. Специфика телесно ориентированного образования курсантов военного института // Профессиональное образование в современном мире. – 2014. – № 4. – С. 154–162.

7. Захаров С.Г., Украинцев А.А. Некоторые показатели медико-социальной характеристики рядовых и сержантов, проходящих военную службу по контракту // Военно-медицинский журнал. – 2007. – № 9. – С. 62–63.

8. Кожевникова Н.Г., Катаева В.А. Гигиенические аспекты формирования здорового образа жизни студентов // Гигиена и санитария. – 2011. – № 6. – С. 48−51.

9. Мельникова И.П., Кику П.Ф. Социально-гигиенические аспекты состояния здоровья курсантов морских специальностей высшего учебного заведения // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 1 (39). – С. 214–219.

10. Мельникова И.П., Мельников А.Р., Панкина А.В. Социально-гигиенические аспекты состояния здоровья курсантов морских специальностей высшего учебного заведения // In the World of Scientific Discoveries. – № 11 (83). – 2016. – С. 108–114.

11. Оценка структуры общей заболеваемости курсантов разных соматотипов / А.Г. Загородников, В.И. Попов, Г.Г. Загородников [и др.] // Вестник Российской военно-медицинской академии. – № 3 (47). – 2014. – С. 78–81.

12. Передельский С.В. Медико-социальная характеристика курсантов военного университета министерства обороны РФ и совершенствование организации оказания им медицинской помощи: автореф. дис. … канд. мед. наук. – М., 2009. – 28 с.

13. Попова Т.В. Проблемы управления здоровьем студентов // Pedagogical Journal. – 2016. – № 4. – С. 140–150.

14. Проскурякова Л.А. Научное обоснование системы сохранения здоровья студентов (на примере вузов Новокузнецкого городского округа): дис. … д-ра биол. наук. – Иркутск, 2014. – 350 с.

15. Теоретические и методические подходы к комплексному изучению состояния здоровья студентов и преподавателей вузов / Т.Ш. Миннибаев, И.К. Рапопорт, В.В. Чубаровский [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 2 (227). – С. 15–17.

16. Ушаков Я.В. Здоровье студентов и факторы его формирования // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2007. – № 4. – С. 197–202.

17. Фадькин К.Н. Организационно-педагогические условия формирования ценностного отношения к здоровью курсантов военных вузов средствами социально-культурной деятельности // Социально-экономические явления и процессы. – 2012. – № 10 (44). – С. 252–256.

18. Хан В.В., Захаров С.Г. Основные тенденции в состоянии здоровья военнослужащих, проходящих службу на территории Чеченской Республики // Актуальные проблемы современной клинической медицины: материалы регион. науч.-практ. конф. – Подольск, 2005. – С. 275–276.

19. Daty A.V., Fedoseev A.A., Voronin R.M. Rivaroxaban for stroke prevention in east patients from the rocket af trial // Stroke: a journal of cerebral circulation. – 2013. – Vol. 44, № 2. – P. 490–498.

Оценка суммарного канцерогенного риска при многосредовой многомаршрутной экспозиции на территориях сельских поселений с высоким уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями

Е.А. Кряжева, В.М. Боев, Д.А. Кряжев

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Оренбург, Россия

Представлены результаты исследований по оценке суммарного канцерогенного риска при многосредовой многомаршрутной экспозиции на сельских территориях Оренбургской области – территории Шарлыкского района (с высоким уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО)) и Домбаровского района (с низким показателем заболеваемости ЗНО). При оценке суммарного канцерогенного риска при многосредовой многомаршрутной экспозиции ксенобиотиками на данных территориях установлено, что на сельской территории с низкими показателями заболеваемости ЗНО уровень суммарного канцерогенного риска не превышает допустимых значений и составляет 1,35E-04. На территории сельского поселения с высокими показателями заболеваемости ЗНО суммарный канцерогенный риск составляет 5,28E-03, что интерпретируется как неприемлемый риск для населения и профессиональных групп.

Ключевые слова: первичная заболеваемость злокачественными новообразованиями, суммарный канцерогенный риск, многосредовая экспозиция ксенобиотиками, оценка риска, профессиональные группы.

Определение закономерностей формирования социально значимых заболеваний и неэпидемической патологии, в том числе злокачественных новообразова-

ний, в условиях комплексного воздействия экологических факторов является актуальным вопросом на сегодняшний день [2, 3]. Проблема борьбы со злокачественными новообразованиями выступает в качестве задачи государственного уровня ввиду социальной значимости, которая обусловлена высокой распространенностью заболеваемости злокачественными новообразованиями, смертностью от них и определенными сложностями диагностики заболевания на начальных стадиях [7].

Для населения территорий Оренбургской области как урбанизированных, так и сельских, злокачественные новообразования являются одной из основных причин инвалидизации и утраты трудоспособности. Область является крупным промышленным центром, на территории которой размещены предприятия газонефтедобывающей и газонефтеперерабатывающей отраслей промышленности, машиностроения и металлургии (ООО «Медногорский медно-серный комбинат», ООО «Уральский медный прокат», АО «Уральская Сталь», АО «Новотроицкий завод хромовых соединений», ПАО «Гайский ГОК» и т.д.), обусловливающие характер и уровень загрязнения факторов окружающей среды различными ксенобиотиками.

Среди множества причин, способствующих возникновению злокачественных новообразований, ухудшение экологической ситуации занимает одно из ведущих мест [3, 4, 8].

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения является одним из стратегических приоритетов в деятельности правительства Российской Федерации, в том числе в области профилактики возникновения злокачественных новообразований и снижения потерь здоровья вследствие воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды (Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.»). Для реализации программ по борьбе с онкологической патологией необходима оценка заболеваемости и смертности населения от онкопатологии, оценка канцерогенной опасности и разработка профилактических мероприятий для населения, проживающего в канцерогенно опасных условиях [5, 6]. В гигиенической практике с использованием методики оценки риска здоровью населения с большей частотой проводятся исследования с учетом одного пути поступления ксенобиотиков [1, 2]. Однако это приводит к возникновению неопределенностей и не всегда в полном объеме дает оценить возможные последствия для здоровья населения. Для правильного планирования и проведения профилактических мероприятий по снижению заболеваемости злокачественными новообразованиями, в том числе по разработке алгоритмов управления рисками, необходимо учитывать воздействие многообразных объектов среды обитания и проводить оценку риска при многомаршрутной многосредовой экспозиции.

Цель исследования – провести гигиеническую оценку суммарного канцерогенного риска здоровью населения, проживающего на сельских территориях, с различным уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями в условиях многосредовой экспозиции ксенобиотиками.

Материалы и методы. Эпидемиологическая оценка заболеваемости злокачественными новообразованиями на территориях сельских поселений Оренбургской области выполнена за 2005–2015 гг. по данным официальной статистики (учетно-отчетная форма № 7 «Сведения о заболеваниях злокачественными новообразованиями») с расчетом среднемноголетних показателей первичной заболеваемости.

На исследуемых территориях гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и продуктов питания выполнена по данным Государственных докладов. На соответствие требованиям ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» анализировалось содержание следующих веществ: взвешенные вещества, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, дигидросульфид (сероводород), формальдегид, бенз(а)пирен, углеводороды (С1-С5), бензол, этилбензол, этенилбензол (стирол), толуол (метилбензол), ксилол (диметилбензол), хром, медь (медь сернокислая), железо (железо хлорид), свинец и его неорганические соединения, марганец и его соединения, никель (металлический), цинк (цинк сульфат), кобальт (металлический), кадмий (оксид), фенол (гидроксибензол).

Соответствие показателей качества питьевой воды проводилось на основании требований 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». В питьевой воде анализировался состав следующих веществ и соединений: железо, марганец, медь, мышьяк, нитраты, азот аммиака, бор, свинец, селен, фториды, ртуть, хром, никель, сульфаты, хлориды.

Гигиеническая оценка качества почвы проводилась на соответствие содержания валовых и подвижных форм 8 элементов (кобальт, свинец, марганец, хром, цинк, медь, кадмий, никель) нормативным данным МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест».

Гигиеническая оценка качества пищевых продуктов (хлебные продукты, овощи и бахчевые, картофель, фрукты и ягоды, мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты, яйца, рыба и рыбопродукты, сахар и кондитерские изделия, масло растительное и другие жиры) проводилась согласно техническому регламенту Таможенного Союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Оценка риска здоровью населения выполнена в соответствии с Р. 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население».

Статистическая обработка данных осуществлена при помощи программы Statistica 10 и Excel 2013.

Результаты. Проведенный эпидемиологический анализ первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями в 35 сельских муниципальных образованиях Оренбургской области позволил выделить территорию с низкими показателями среднемноголетней первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями за 2005–2015 гг. (292,1 ± 19,9) – Домбаровский район и с высокими показателями заболеваемости – Шарлыкский район, где показатель составляет 484,2 ± 14,8, что в 1,5 раза превышает среднеобластное значение (377,8 ± 6,2 случаев на 100 тыс населения) (рисунок).

Гигиеническая оценка качества факторов окружающей среды на сельской территории с высоким уровнем заболеваемости ЗНО установила приоритетные загрязняющие вещества в атмосферном воздухе: взвешенные вещества (1,07 ± 0,28 ПДК), мышьяк (0,48 ± 0,17 ПДК), свинец и его соединения (0,80 ± 0,58 ПДК), оксид углерода (0,50 ± 0,06 ПДК), в питьевой воде: нитраты, сульфаты; мышьяк, свинец и кадмий

(превышений ПДК не установлено); в почве: хром (с превышением ПДК); в продуктах питания – превышение ПДК по ртути в хлебных продуктах, овощах и бахчевых, молоке и молочных продуктах.

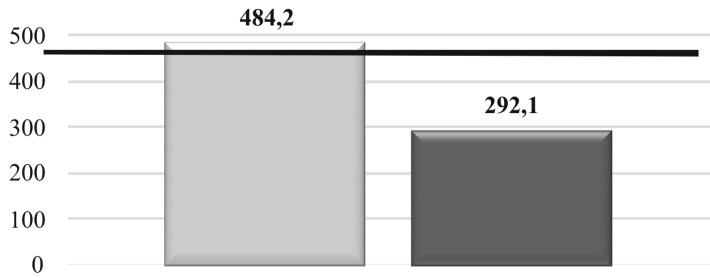


Рис. Показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями на территории сельских поселений (среднеобластное значение 377,8 ± 6,2)

На территории с низким уровнем заболеваемости ЗНО в атмосферном воздухе определены приоритетные вещества: взвешенные вещества и оксид азота, при этом превышение ПДК не установлено, в питьевой воде: достоверно выше содержание хлоридов и селена, определяется высокое содержание цинка; во всех исследуемых группах продуктов питания установлено отсутствие превышения ПДК.

Оценка индивидуального канцерогенного риска от веществ атмосферного воздуха показала, что самые высокие значения установлены для бензола ($6{,}57 \cdot 10^{-4}$) на территории с высоким уровнем заболеваемости ЗНО, где суммарный индивидуальный канцерогенный риск составляет $3{,}59 \cdot 10^{-3}$ и расценивается как неприемлемый. В то время как на территории с низким уровнем заболеваемости ЗНО самые высокие значения установлены для сажи ($3{,}54 \cdot 10^{-5}$), и суммарный индивидуальный канцерогенный риск не превышает допустимых значений ($5{,}38 \cdot 10^{-5}$).

Уровень индивидуального канцерогенного риска от веществ, содержащихся в питьевой воде, на территории Шарлыкского района самый высокий для мышьяка ($1{,}59 \cdot 10^{-4}$), а значения суммарных канцерогенных рисков превышают приемлемый уровень (3E-04). Уровень индивидуального канцерогенного риска от веществ в питьевой воде на территории Домбаровского района не превышает допустимых значений.

Оценка канцерогенного риска от веществ, содержащихся в продуктах питания, показала, что канцерогенный риск, обусловленный воздействием мышьяка и кадмия в продуктах питания на территории с высоким уровнем онкозаболеваемости, превышает допустимые значения. На территории с низким уровнем заболеваемости ЗНО превышений уровня индивидуального канцерогенного риска от веществ продуктов питания не обнаружено.

При многомаршрутной, многосредовой экспозиции на территории с высоким уровнем заболеваемости ЗНО установлен уровень риска для населения CRsum $5{,}28 \cdot 10^{-3}$, который неприемлем для населения и профессиональных групп (четвертый диапазон), основной вклад в суммарное значение многосредового риска вносят канцерогены, поступающие в организм ингаляционным путем.

При анализе многомаршрутной, многосредовой экспозиции на территории с низким уровнем заболеваемости ЗНО уровень риска CR_{sum} $1{,}35 \cdot 10^{-4}$, что соответ-

ствует приемлемому риску для профессиональных групп и неприемлемому для населения в целом (третий диапазон), основной вклад в суммарное значение многосредового риска вносят канцерогены, поступающие в организм пероральным путем (таблица).

Суммарный канцерогенный риск при многосредовой многомаршрутной экспозиции

Территория	Путь поступления	Объекты среды обитания			
		атмосферный воздух	питьевая вода	продукты питания	CR_{sum}
С низким уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями (Домбаровский район)	Ингаляционный	5,38E-05	–	–	5,38E-05
	Пероральный	–	7,00E-05	1,07E-05	8,07E-05
	CR_{sum}	5,38E-05	7,00E-05	1,07E-05	**1,35E-04**
С высоким уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями (Шарлыкский район)	Ингаляционный	3,59E-03	–	–	3,59E-03
	Пероральный	–	3E-04	1,39E-03	1,69E-03
	CR_{sum}	3,59E-03	3,00E-04	1,39E-03	**5,28E-03**

Таким образом, установлено, что на территории сельского поселения с высоким уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями суммарный канцерогенный риск при многосредовой многомаршрутной экспозиции на порядок выше, чем на сельской территории с низким уровнем заболеваемости ЗНО и в большей степени обусловлен канцерогенами, поступающими пероральным путем.

Список литературы

1. Анализ канцерогенного риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемость злокачественными новообразованиями / Д.А. Кряжев, В.В. Кожевникова, А.В. Кочергин [и др.] // Альманах молодой науки. – 2015. – № 4. – С. 3–6.

2. Боев В.М., Кряжева Е.А., Бегун Д.Н. Гигиеническая оценка риска здоровью населения при комбинированном пероральном поступлении тяжелых металлов // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 35–43. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.04

3. Власов А.Д. Онкологическая заболеваемость населения – индикатор загрязнения окружающей среды // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2010. – № 3 (47). – С. 21–22.

4. Май И.В., Клейн С.В., Вековшинина С.А. Гигиеническая оценка канцерогенного риска и онкологической заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния мест складирования отходов горнорудного комбината // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 5. – С. 40–47.

5. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов / под ред. Г.Г. Онищенко. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.

6. Оптимизация программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха селитебных территорий в системе социально-гигиенического мониторинга на базе пространственного анализа и оценки риска для здоровья населения / Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.] // Пермский медицинский журнал. – 2010. – № 2 – С. 130–138.

7. Шевчук Л.М., Толкачёва Н.А., Пшегрода А.Е. Гигиеническая оценка влияния на здоровье населения загрязнения атмосферного воздуха с учетом комбинированного действия химических веществ в зоне расположения предприятия химической промышленности // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3. – С. 8.

8. IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to human. World Health Organization press release № 208 [Электронный ресурс] // International Agency for Research on Cancer. – URL: http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/ pdfs/pr208_E.pdf (дата обращения: 05.12.2020).

Комплексная оценка неканцерогенного риска при многосредовом поступлении химических веществ для здоровья подростков

Г.А. Исмагилова, Э.Р. Валеева

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

Наибольший вклад в суммарный неканцерогенный риск подростков на изученных территориях города вносят 3-я зона (30,16 %) и 1-я зона (27,16 %), доля остальных зон составляет 24,1 и 18,6 %. Уровень суммарных неканцерогенных рисков у взрослого населения в 1,7–2,8 раза меньше, чем у подростков. Основное различие в структуре многосредового риска между группами населения определяется в приоритетных путях поступления химических контаминант окружающей среды. У подростков основным путем поступления является в 1–3-й зоне ингаляционный, а в 4-й зоне – пероральный путь, тогда как у взрослого населения ингаляционный путь.

Ключевые слова: комплексная оценка, неканцерогенный риск, здоровье, подростки, окружающая среда.

Уровень развития общества во многом определяется состоянием популяционного здоровья населения, в частности подростков, которые оказывают значимое влияние на формирование здоровья нации в целом и в дальнейшем формируют ее культурный, интеллектуальный, производственный и репродуктивный потенциал.

Цель работы – на основе комплексной оценки риска неканцерогенных эффектов установить уровни воздействия среди исследуемых групп значимости химического фактора, обусловленного воздействием химических веществ, поступающих из окружающей среды, на здоровье подростков.

Материалы и методы. Оценка неканцерогенного риска осуществлялась по результатам исследований, выполненных на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» и собственных исследований согласно руководству по оценке риска для здоровья населения. Методы работы – методические подходы на основе оценки риска для здоровья [1–7].

На территории Казани за 2014–2019 гг. были выделены четыре зоны: 1-я – Вахитовский район; 2-я – Кировский район; 3-я – Советский; 4-я – Горки. Оценка неканцерогенного риска проводилась в соответствии с выбранным сценарием для условий селитебной зоны. Формирование сценария экспозиции проводилось с учетом комплексного воздействия химических веществ на изучаемые возрастные группы (подростки и взрослые) в четырех зонах города из разных сред (атмосферный воздух, почва, водопроводная вода и продукты питания) и при различных путях поступления в организм (ингаляционным, пероральным и накожным).

Результаты многосредовой оценки неканцерогенных рисков подростков г. Казани выявили определенные различия в основных путях поступления химических веществ и распределении суммарных рисков по зонам города (табл. 1).

Таблица 1

Суммарные неканцерогенные риски подростков г. Казани

Путь и среда поступления	1-я зона (Вахит.)	2-я зона (Кир.)	3-я зона (Сов)	4-я зона (Прив.)	Сумма
Ингаляционный путь					
Атмосферный воздух	7,97	8,67	7,87	7,76	32,27
Вода	0,637	0,882	0,714	0,672	2,91
Почва	0,00002	0,00003	0,00004	0,00002	0
Пероральный путь					
Продукты	3,51	3,51	3,51	3,51	14,04
Вода	12,47	8,4	14,81	4,22	39,9
Почва	0,00008	0,00008	0,00017	0,0025	39,9
Накожный					
Вода	0,048	0,041	0,07	0,069	0,23
Почва	0,256	0,33	0,353	0,316	1,26
$\boldsymbol{HI_o}$	15,98	11,91	18,32	7,73	53,94
$\boldsymbol{HI_i}$	8,61	9,55	8,58	8,43	35,18
$\boldsymbol{HI_d}$	0,304	0,371	0,423	0,385	1,48
THI	24,89	21,83	27,33	16,55	90,6

Рассчитанные суммарные индексы опасности при ингаляционном, пероральном и накожном поступлениях химических веществ при многосредовом воздействии свидетельствуют о высоком неканцерогенном риске для подростков – *THI* = 16,55–24,8.

Основной вклад в величину индекса опасности от комплексного воздействия на организм подростков во всех анализируемых зонах г. Казани, вошедших в расчет химических веществ, обусловлен пероральным и ингаляционным путями их поступления – 53,84 и 35,18 %. Ведущей средой, определяющей неканцерогенный риск для подростков при пероральном поступлении химических веществ, являются продукты питания и вода, суммарные индексы опасности которых свидетельствуют о высоком (более 10) неканцерогенном риске. Высокие значения суммарных индексов опасности при потреблении питьевой воды выявлены в 1-й и 3-й зонах города (13,29 и 15,78 соответственно).

При ингаляционном пути поступления контаминантов ведущей средой является атмосферный воздух – 91,74 %. Наибольший вклад его отмечался по убыванию во 2-й зоне (24,65 %), 1-й и 3-й зонах (22,66 и 22,37 %), в 4-й зоне (22,1 %) (рис. 1).

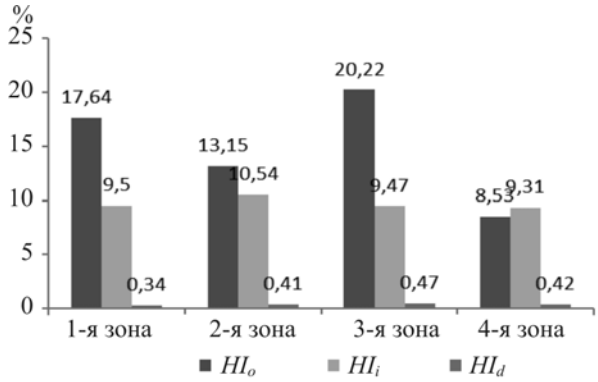


Рис. 1. Доля вклада отдельных путей поступления химических веществ при комплексной оценке неканцерогенного риска для здоровья подростков в изучаемых зонах г. Казани

Полученные результаты суммарных индексов опасности позволили определить приоритетные среды воздействия и пути поступления химических веществ в организм подростков из различных зон города.

Основным путем поступления в трех зонах города, согласно нашим расчетам, является пероральный, а в 4-й зоне ингаляционный путь. Пероральный путь поступления образуется за счет химических веществ, поступающих с продуктами питания, содержащихся в питьевой воде, почве и является первым по величине суммарного индекса опасности (HI_o) в трех зонах города. По значению HI_o лидируют 3-я и 1-я зоны (соответственно 18,32 (20,22 %) и 15,98 (16,6 %)); минимальный HI_o определяется в 4-й зоне, который составляет 7,73 (8,53 %). Наибольший вклад в суммарный индекс опасности HI_o вносит поступление химических веществ с продуктами питания, однако в приволжском районе в 4-й зоне основное поступление химических веществ осуществляется с водой. На втором месте по значимости для подростков является поступление химических веществ, содержащихся в питьевой воде (HI_{wo}), величина которого была максимальной в 3-й зоне – Советский район (14,81), а минимальной – в 4-й зоне – Приволжский (4,22). Доля орального поступления химических веществ с почвой была незначительна и варьировалась в различных зонах в пределах 0,00008–0,0025.

Суммарный индекс опасности HI_i получается при суммации доз, полученных подростком при ингаляции веществ, поступающих с атмосферным воздухом, почвой и водой. Наибольший суммарный индекс опасности при ингаляционном воздействии отмечается во 2-й зоне (Кировский) – 9,55. Второе и третье место занимают 1-я и 3-я зоны (HI_i = 8,61 и 8,58.). В формирование неканцерогенного риска, обусловленного ингаляционным воздействием химических веществ с атмосферным воздухом, во всех зонах города вносят вклад, по мере убывания, пять веществ – взвешенные вещества PM_{10} и $PM_{2.5}$, сажа, углерод оксид и азот оксид (с самым высоким уровнем этих веществ во 2-й зоне (Кировский район).

Суммарный индекс опасности от накожного поступления химических веществ (HI_d) имел наименьшие значения в общем суммарном риске (*THI*) многосредового воздействия во всех зонах для подростков, равняясь от 0,3 (1-я зона – Вахи-

товский район) до 0,42 (3-я зона – Советский район), что соответствует по градации (*d* в пределах менее 0,1–1,0) минимальному уровню неканцерогенного риска. Результаты оценки неканцерогенного риска по зонам города позволили особо выделить 3-ю зону – по величине самого высокого суммарного индекса опасности (*THI* = 27,33), что позволяет говорить о существовании чрезвычайно высокого риска развития заболеваний, обусловленных воздействием химических веществ из различных сред разными путями у подростков в этой зоне города (рис. 2).

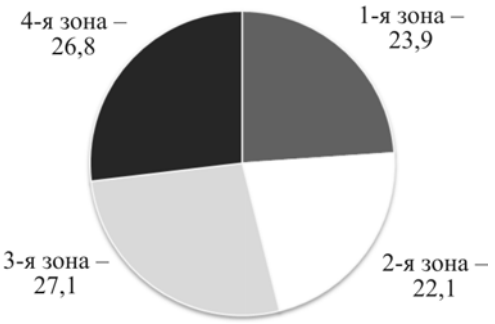


Рис. 2. Доля вклада отдельных зон города в величину суммарного неканцерогенного риска для здоровья подростков, %

Полученные расчеты суммарных индексов опасности для каждой из зон необходимы для сравнительной оценки неканцерогенного риска на отдельных участках города и позволяют выявить вклад отдельных зон в суммарную величину риска для всей анализируемой территории г. Казани. Так, наибольший вклад в суммарный неканцерогенный риск подростков на изученных территориях города вносят 3-я (30,16 %) и 1-я зоны (27,16 %), доля остальных зон составляет 24,1 и 18,6 %.

Основным путем поступления у взрослого населения во всех зонах города, согласно нашим расчетам, является ингаляционный путь (HI_i 16,69–19,13), второе место занимает пероральный путь поступления ХВ с питьевой водой и продуктами питания (HI_o от 6,16 до 6,26), доля ингаляционного пути составляет от 1,0 до 5,0 % в величине суммарного риска (рис. 2, 3).

Результаты сравнительного анализа комплексной оценки суммарных неканцерогенных рисков изучаемых групп населения по зонам г. Казани показали, что уровень THI у детей выше по сравнению с подростками в 1,9 раза (в 1-й зоне) до 3,2 раз в 4-й зоне. Уровень суммарных неканцерогенных рисков у взрослого населения в 4,9 раза (1-я зона) и 5,5 раза (4-я зона) ниже, чем у детей и в 1,7–2,8 раза меньше, чем у подростков. Результаты представлены в табл. 2.

Основное различие в структуре многосредового риска между группами населения определяется в приоритетных путях поступления химических контаминантов окружающей среды. Результаты исследования показывают, что воздействие одних и тех же химических веществ может вызывать различные эффекты для здоровья взрослых и подростков (рис. 4).

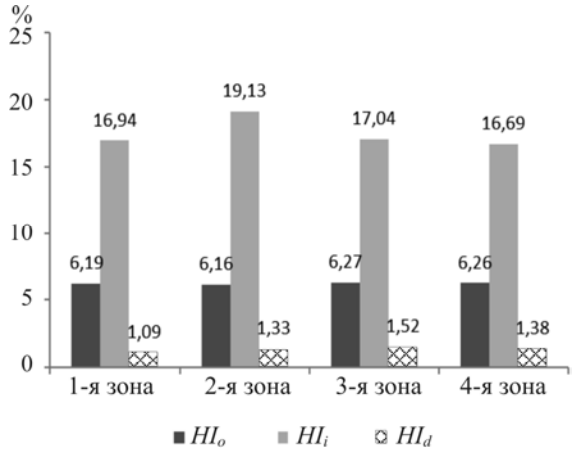


Рис. 3. Результаты комплексной оценки суммарных неканцерогенных рисков по путям поступления взрослого населения г. Казани

Таблица 2

Результаты комплексной оценки суммарных неканцерогенных рисков населения изучаемых зон г. Казани

Показатель	Группа населения	1-я зона	2-я зона	3-я зона	4-я зона
HI_i	Подростки	15,98	11,91	18,32	7,73
	Взрослые	6,73	7,6	6,77	6,63
HI_o	Подростки	8,61	9,55	8,58	8,43
	Взрослые	2,46	2,45	2,49	2,49
***HI*$_d$**	Подростки	0,304	0,371	0,423	0,385
THI	Подростки	24,89	21,83	27,33	16,55
	Взрослые	9,62	10,58	9,86	9,67

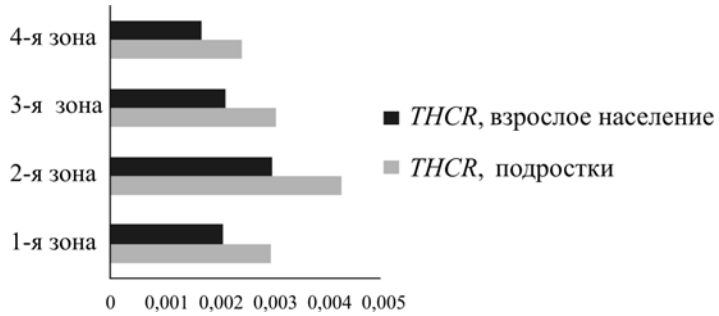


Рис. 4. Суммарные неканцерогенные риски *THI* изучаемых групп населения по зонам г. Казани

Основным путем поступления у взрослого населения во всех зонах города, согласно нашим расчетам, является ингаляционный путь поступления (HI_i 16,69–19,13), второе место занимает пероральный путь поступления ХВ с питьевой водой и

продуктами питания (HI_o от 6,16 до 6,26), доля накожного пути составила от 1,0 % до 5,0 % в величине суммарного риска. Уровень суммарных неканцерогенных рисков у взрослого населения в 1,7–2,8 раза меньше, чем у подростков. Основное различие в структуре многосредового риска между группами населения определяется в приоритетных путях поступления химических контаминантов окружающей среды. У подростков основным путем является в 1–3-й зонах ингаляционный, а в 4-й зоне – пероральный путь поступления химических веществ, тогда как у и взрослых – ингаляционный.

На сегодняшний день очевидно, что решение задачи внедрения интегральной гигиенической оценки качества окружающей среды, почвы, воды, продуктов питания невозможно без научного обоснования и разработки новых методов оценки с учетом неканцерогенных и канцерогенных эффектов химических веществ, которые должны соответствовать современному уровню знаний в области общенаучной методологии оценки риска здоровью населения.

Список литературы

1. Анализ правовой и методической базы риск-ориентированного надзора за продукцией, обращаемой на потребительском рынке: задачи и перспективы развития в Евразийском экономическом союзе / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.И. Сычик [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 4–22. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.01

2. Методологические основы оценки регионального риска здоровью населения в связи с воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды и обоснования интегрированных управленческих решений, направленных на снижение их влияния: метод. рекомендации. – 2003. – С. 20.

3. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 11.03.2020).

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

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. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (12). – С. 1125–1134.

7. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–11. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.01

Особенности поведения обучающихся в ресурсном центре «Сеченовский медицинский Предуниверсарий» в отношении собственного здоровья

О.В. Тикашкина[1,2], А.Ю. Макарова[1], Н.Л. Ямщикова[1], Е.В. Нарышкина[1]

[1] ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава РФ,
[2] ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский Центр здоровья детей» Минздрава РФ,
г. Москва, Россия

Старшие школьники находятся в особом периоде своей жизни, связанном с усиленной подготовкой к поступлению в вуз, что может привести к негативному влиянию на здоровье. Изучены особенности поведения обучающихся в отношении собственного здоровья Ресурсного центра «Медицинский Сеченовский Предуниверсарий» путем анкетирования. У 152 обследованных обучающихся 15–17 лет были выявлены: нарушение кратности и регулярности питания, никтофагия, пищевые дефициты содержания в рационе белка, овощей и фруктов. У значительной части выявлен дефицит двигательной активности. При этом учащиеся имеют жалобы вегетативного характера: испытывают беспокойство, цефалгию и частую раздражительность, отмечены частые боль в спине. Недостаток личного времени выявлен у каждого четвертого учащегося.

Ключевые слова: гигиена детей и подростков, старшие школьники, образ жизни, факторы риска, физическая активность, питание.

В современных социально-экономических условиях общество нуждается в высококвалифицированных кадрах, в особенности среди работников медицинской сферы. Профессия врача является одной из самых трудных и ответственных, требующей обширных знаний и умений, и в связи с этим подготовка будущих врачей начинается уже со школьной скамьи. В 2016 г. был открыт ресурсный центр «Медицинский Сеченовский Предуниверсарий», в котором школьники 10-х и 11-х классов начинают свой путь освоения медицинской науки. Расписание, форма и условия занятий в РЦ приближены к медицинскому вузу. При подобном изменении структуры дня и возросшей нагрузке многие учащиеся могут испытывать стресс, что может негативно сказываться на состоянии здоровья подростков.

Состояние здоровья подрастающего поколения вызывает обеспокоенность и сохраняет негативные тенденции [1, 2, 4, 8, 9].

Значительную роль в формировании отклонений в состоянии здоровья имеют факторы риска, которые повышают вероятность развития заболеваний, их прогрессирование и неблагоприятный исход [6]. Здоровье является результатом сложной конвергенции биологических, поведенческих, социальных, экономических и экологических факторов.

Выделяют четыре группы факторов, определяющих состояние здоровья: наследственные (20 %), факторы окружающей среды (20 %), медицинское обеспечение населения (10 %) и образ жизни (50 %). На разных этапах роста и развития детей и подростков вклад факторов не однозначен: для подростков вклад двигательной активности составляет 18,4 %; вклад социальных факторов – 9,6 %; учебных нагрузок – 35,8 %; вклад образа жизни – 27,6 %; условий обучения – 8,6 % [7]. Правильное питание является одним из факторов, определяющих здоровый образ жизни, на который в нашей стране долгое время не обращали должного внимания [3, 5].

Профилактическая деятельность по охране и укреплению здоровья показала, что использование средств физической культуры и спорта исключительно высока в борьбе с наркоманией, алкоголизмом, курением и правонарушениями, особенно среди учащихся общеобразовательных школ [10].

Цель работы – изучить особенности поведения обучающихся в отношении собственного здоровья ресурсного центра «Медицинский Сеченовский Предуниверсарий».

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 152 подростка в возрасте от 15 до 17 лет, обучающихся в ресурсном центре «Медицинский Сеченовский Предуниверсарий», из которых 44 (28,95 %) юношей и 108 (71,05 %) девушек. Для изучения поведенческих факторов риска развития заболеваний среди учащихся была использована анкета для школьников, адаптированная на основании опросника «Поведение детей в отношении здоровья» (Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC)). В анкете представлены вопросы о социальной среде, включая семью, сверстников и школу. Социальная среда является микширующим фактором для развития отклонений в состоянии здоровья; показателей здоровья, характеризующих уровень здоровья и благополучия на момент проведения исследования; поведении, сопряженном с риском для здоровья (курение, употребление алкоголя, агрессивное поведение); поведении, способствующем позитивному влиянию на здоровье (питание, физическая активность).

Данные исследования были одобрены локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России (протокол № 11–17 от 06.12.2017) и выполнены в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека». Обработка полученных данных проводилась с помощью Microsoft Excel, оценка качественных показателей – посредством построения таблиц сопряженности и их анализа, с применением критерия χ^2 в модификации Пирсона. Исходно установленный уровень статистической значимости $p < 0,05$.

Результаты. Учащиеся Ресурсного центра высоко оценивают удовлетворенность своей жизнью (78,3 ± 3,31 %). Также отмечается личная заинтересованность и благоприятное отношение к учебе и учебному процессу среди учащихся. Так, 82,1 ± 3,11 % отмечают, что учиться интересно, но 62,5 ± 3,96 % считают, что иногда трудно, и только 1,32 ± 0,93 % неприязненно относятся к учебе. Заинтересованность и мотивация к учебе является одним из благоприятных факторов, способствующих снижению влияния стрессовых факторов на организм. Таким образом, выбор специальности предпрофессиональной подготовки может сказываться не только на повышении качества знаний, но и на снижении стресса в течение учебного дня.

У учащихся наблюдается недостаток времени на отдых в учебные дни: у 20,5 ± 3,28 % личное время составляет менее часа в сутки; 94 ± 1,91 % – предпо-

чли бы обучаться по программе 5-дневной недельной нагрузки; 1,32 ± 0,92 % – по программе 6-дневной нагрузки; и только 19 ± 3,19 % учеников ответили, что хотели бы 8 уроков каждый день. В конце дня субъективно хорошо себя чувствует четверть опрошенных, чувство усталости и дискомфорта к концу учебного дня отмечают 57,2 ± 3,01 % респондентов, а в конце недели 56 ± 4,03 %, что может свидетельствовать о нерациональной организации учебного процесса.

Опрос выявил, что питание, по крайней мере половины опрошенных, нерационально и не отвечает гигиенический требованиям: ежедневно биологически ценные источники белка (мясные и молочные продукты) употребляют 46–58 %; овощи и фрукты, источники макро- и микроэлементов, только 49 ± 3,06 % и 40,4 ± 3,39 % соответственно. Употребление нежелательных для питания школьников источников трансжиров (острые и жареные продукты) составило не более чем 10 ± 0,93 % опрошенных, газированных напитков – 2,65 ± 1,03 % (рис. 1).

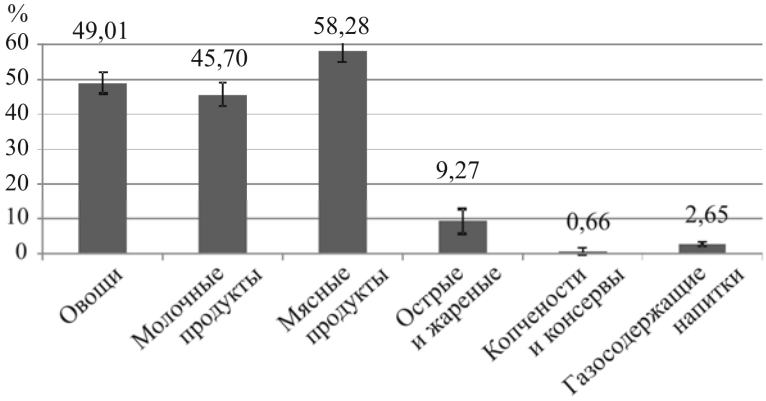


Рис. 1. Количество опрошенных, каждый день включающих в свой рацион различные продукты питания, %

Вызывает беспокойство режим питания обучающихся. Отмечается, что 32,5 ± 3,08 % питаются нерегулярно, а значительная часть (84,8 ± 2,97 %) имеют 5–6 часовые перерывы между приемами пищи при 3-разовом питании. Не завтракают 35 ± 3,08 % старшеклассников, что может закрепить вредные привычки в отношении питания и быть одной из причин склонности к позднему приему пищи (никтофагии): действительно, каждый второй ужинает менее чем за 2 ч до сна.

При субъективной оценке своего здоровья 61,7 ± 3,95 % респондентов считают состояние превосходным и хорошим, 38,4 ± % удовлетворительным и плохим. Старшеклассники жалуются на частые головные боли, боли в спине, раздражительность и ощущение беспокойства. Так, каждый день и чаще раза в неделю предъявляют жалобы на головную боль четверть опрошенных, на частую (ежедневную или чаще одного раза в неделю) боль в спине – 19,21 ± 3,20 %, раздражительность – 34,87 ± 3,87 %. Почти каждый третий обучающийся имеет жалобы по поводу ощущения беспокойства (37,8 ± 3,93 %) (рис. 2).

Значительную роль играет физическая активность учащихся. Только половина (49,7 ± 4,06 %) из них занимается физкультурой 4 раза в неделю и более, но при этом количество респондентов, которые тратят время, затрачиваемое на физическую активность, превышающее 4 часа в неделю, составляет 31,8 ± 3,78 %.

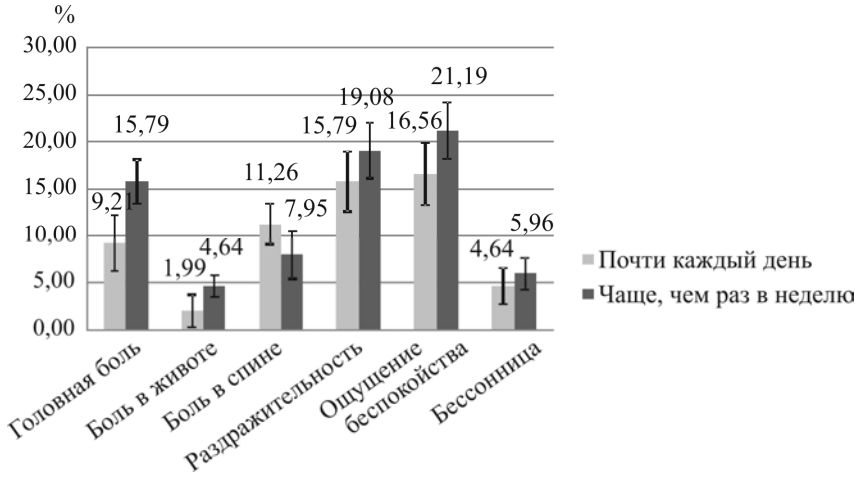


Рис. 2. Количество опрошенных, предъявляющих различные жалобы, %

Особое место в поведении будущих студентов-медиков занимает отношение к вредным привычкам. Так, по результатам опроса 90,73 ± 2,35 % в настоящий момент не курят, хотя 9,5 ± 2,38 % выкуривают до 10 сигарет в день. Также подростки, редко или никогда не употреблявшие пиво, составляют 91,45 ± 2,27 %, вино – 93,42 ± 2,01 %, крепкие спиртные напитки – 96,71 ± 1,5 %, слабоалкогольные напитки – 95,39 ± 1,70 %.

Учащиеся Ресурсного центра отличаются низкими показателями агрессивности: никогда в своей жизни не дрались 79,49 ± 3,28 %; дрались всего раз – 12,58 ± 2,65 %; никогда не обижали других учеников или 1–2 раза – 84,11 ± 2,97 % и 9,27 ± 2,35 %, соответственно. Аналогичная картина наблюдается и когда сами учащиеся становились объектом обид и насмешек: никогда не подвергались – 84,10 ± 2,97 %; 1–2 раза – 11,92 ± 2,63 %.

Была изучена корреляционная оценка связей между изучаемыми параметрами особенностей поведения старшеклассников, обучающихся в Ресурсном центре. Параметрическая корреляция по критерию t показала наличие положительной корреляционной связи средней силы между:

– плохим самочувствием в конце недели и частыми жалобами на раздражительность (r = 0,541);

– частой раздражительностью и ощущением беспокойства (0,575);

– плохим самочувствием в конце недели и ощущением беспокойства (r = 0,429);

– низкой оценкой своего здоровья и неудовлетворенность жизнью (r = 0,492);

– регулярным курением и употреблением крепких спиртных напитков (r = 0,543);

– частым употреблением фруктов и частым употреблением овощей (r = 0,480).

Выводы. Большинство учащихся удовлетворены своей жизнью и к концу недели 44 % субъективно не ощущают чувства усталости и дискомфорта, несмотря на недостаток личного времени. Также отмечается отрицательное отношение к вредным привычкам – подавляющее большинство не курят и не употребляют алкоголь. Для обучающихся характерны низкие показатели агрессивности, и они меньше подвержены буллингу среди сверстников.

При этом наблюдается множество неблагоприятных поведенческих факторов. Так, несмотря на отсутствие чувства утомления, школьники испытывают раздражи-

тельность и ощущение беспокойства, что может свидетельствовать о неудовлетворительном психоэмоциональном состоянии подростков, вероятно, связанном со сложностью обучения и ответственностью выбранной профессии. Имеются нарушения в режиме питания и рационе питания. Низкие показатели употребления овощей, фруктов и различных источников белка могут быть связаны не только с личными предпочтениями опрошенных, но с неудовлетворительными знаниями в отношении вклада различных элементов в составе питания.

Обучение подростков и формирование у них знаний и навыков здорового образа жизни – соблюдения режима труда и отдыха, полноценного сна, рационального питания и двигательной активности, способствуют улучшению качества жизни учащихся, а также закреплению полезных привычек во взрослой жизни. Также с этой целью рекомендуется проводить гигиеническое обучение педагогов и родителей о физиологических и психологических особенностях подросткового возраста и о высокой распространенности неблагоприятных факторов, обусловленных образом жизни: нездоровом питании, гиподинамии, употреблении психоактивных веществ и по профилактике насилия.

Список литературы

1. Анализ состояния здоровья подростков / Н.М. Попова, М.К. Исхакова, М.А. Рустамов [и др.] // Проблемы науки. – 2017. – № 5 (18). –Р. 92–97.

2. Влияние массы тела на состояние соматического и репродуктивного здоровья подростков / Л.Ю. Карахалис, А.В. Бурлуцкая, Д.В. Сутовская [и др.] // Репродуктивное здоровье детей и подростков. – 2018. – № 3. – С. 51–57.

3. Дьячкова М.Г., Зарослікова Л.А., Мордовский Э.А. Питание подростков как фактор здоровьесберегающего поведения // Экология человека. – 2013. – № 8. – С. 32–37.

4. Игнатова О.А., Меньшикова Л.И., Дьячкова М.Г. Качество жизни в оценке состояния здоровья подростков // Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – № 7. – С. 81–83.

5. Колесникова Е.Н., Петрова Т.Н. Оценка относительного вклада фактического питания студентов в формирование их здоровья // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № 52. – С. 99.

6. Кучма В.Р., Соколова С.Б. Поведенческие риски, опасные для здоровья школьников XXI века. – М.: Научный центр здоровья детей РАМН, 2017. – 170 с.

7. Милушкина О.Ю. Физическое развитие и образ жизни современных школьников // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2013. – № 3. – С. 68–71.

8. Состояние и проблемы здоровья подростков в России / А.А. Баранов, Л.С. Намазова-Баранова, В.Ю. Альбицкий [и др.] // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2014. – № 6. – С. 10–14.

9. Физиометрическое состояние здоровья и наличие патологии у подростков / В.А. Погодина, А.И. Бабенко, Е.А. Бабенко [и др.] // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. – 2018. – № 5 (20). – С. 30–35.

10. Шванберг С.В. Финал XVIII Российского смотра физической подготовленности // Физическая культура в школе. – 2013. – № 5. – С. 32–36.

Критерии прогнозирования развития заболеваний аллергической природы у детей дошкольного возраста в условиях химического загрязнения среды обитания

С.Л. Валина[1], И.Е. Штина[1], О.А. Маклакова[1,2], Д.А. Эйсфельд[1], О.Ю. Устинова[1,2]

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

Прогнозирование развития аллергопатологии у детей, проживающих в регионах с высоким экономическим потенциалом, на основании индикаторных показателей, разработанных с учетом негативных эффектов при контаминации биосред химическими веществами с сенсибилизирующим действием, является актуальной задачей для повышения эффективности мероприятий первичной профилактики. Разработаны индикаторные показатели для отнесения детей в группу высокой вероятности формирования аллергопатологии. Объектом исследования являлись воспитанники дошкольных образовательных организаций, подвергающиеся и не подвергающиеся воздействию аэрогенной экспозиции металлов (никель, марганец). Анализ полученных данных позволил установить, что у детей с присутствием в крови никеля и марганца в концентрациях, статистически достоверно превышающих в 1,7–2,1 раза региональные фоновые уровни и в 1,9–2,0 раза аналогичные показатели детей группы сравнения, вследствие общетоксического действия металлов происходит снижение антиоксидантной защиты, активности белкового обмена и щелочной фосфатазы, повышение активности реакций тканевого воспаления. Иммунотоксическое действие металлов проявляется угнетением гуморального звена и врожденного клеточного иммунитета. Следствием хронического общерезорбтивного действия, иммунотоксического эффекта никеля и марганца является повышение относительного риска развития заболеваний иммунной системы и органов дыхания в 2,9–11,0 раза. Высокая частота выявления общей неспецифической и специфической (к бытовым и промышленным аллергенам) сенсибилизации организма, дисбаланс цитокинов (снижение концентрации ИНФ-гамма, повышение содержания VEGF в 2,4–2,5 раза), дефицит проапоптотического рецептора клеточной смерти CD95+, нарушение равновесия влияний симпатической и парасимпатической иннервации, обусловленное иммунонейротоксическим эффектом никеля и марганца, создают предпосылки для повышения в 1,3–4,5 раза уровня аллергических заболеваний. На основании статистического анализа санитарно-гигиенических, клинико-лабораторных, функциональных показателей и построения моделей установлены особенности патогенетических механизмов развития заболеваний аллергической природы у детей, подвергающихся воздействию аэрогенной экспозиции металлов-токсикантов, и индикаторные показатели, являющиеся целевыми для мероприятий диагностической и профилактической направленности.

Ключевые слова: заболевания аллергической природы, дети дошкольного возраста, металлы с сенсибилизирующим действием, прогнозирование, загрязнение среды обитания.

Результаты многочисленных эпидемиологических исследований, направленных на изучение распространенности аллергических заболеваний в Российской Федерации и за рубежом, объективно отражают неуклонный рост аллергопатологии,

особенно у детей [4, 9, 13, 15, 16]. Во многих странах мира наблюдается наибольшая пораженность аллергией населения, проживающего в регионах с высоким экономическим потенциалом, где отмечается превышение уровня заболеваемости органов дыхания с аллергокомпонентом в 4,6 раза [5, 8, 11, 14]. Результаты регулярных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах свидетельствуют о постоянном присутствии ряда металлов (свинец, марганец, никель, хром), являющихся аллергенами или гаптенами, в объектах внешней среды на уровнях, соответствующих или превышающих установленные гигиенические нормативы [2, 3, 7]. 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, появлению новых патогенетических звеньев и механизмов формирования аллергической патологии у детей [1, 6, 10, 12].

Увеличение распространенности, раннее возникновение аллергических заболеваний, высокая чувствительность детей к воздействию даже малых концентраций химических техногенных факторов среды обитания, короткие сроки проявления неблагоприятных эффектов диктуют необходимость целенаправленной разработки индикаторных показателей, разработанных с учетом негативных эффектов при контаминации биосред химическими веществами с сенсибилизирующим действием, для раннего выявления детей с повышенным риском развития аллергопатологии и повышения эффективности мероприятий первичной профилактики.

Цель исследования – разработка индикаторных показателей для отнесения детей, подвергающихся воздействию длительной аэрогенной экспозиции неблагоприятных химических факторов, обладающих сенсибилизирующим действием (марганец, никель и его соединения), в группу высокой вероятности формирования аллергопатологии.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования выбрано 107 детей в возрасте 5–7 лет, посещающих дошкольные образовательные организации (ДОО) и проживающих в условиях длительной экспозиции марганца, никеля и его соединений, по данным центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды о среднесуточных концентрациях загрязняющих веществ на стационарных постах наблюдения за качеством атмосферного воздуха, – группа наблюдения. Группу сравнения составили 240 воспитанников ДОО в возрасте 5–7 лет, не подвергающихся воздействию аэрогенной экспозиции металлов-аллергенов. Гендерный состав обследованных детей не имел статистически значимых различий ($p > 0,05$).

Исследования выполнены в соответствии с обязательным соблюдением этических принципов медико-биологических исследований (Хельсинкская декларация 1975 г. с дополнениями 1983 г., Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP)). Предварительно получено письменное информированное добровольное согласие законных представителей детей на проведение обследования.

Химико-аналитическое исследование крови на содержание никеля и его соединений, марганца выполнено в соответствии с МУК 4.1.3230-14 «Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой».

В ходе медико-социологических исследований проанализированы данные медико-социальных анкет, включающие оценку социального статуса семьи; наличие домашних животных в квартире; факторы риска здоровью, связанные с перинаталь-

ным периодом; питание матери во время беременности и ребенка на первом году жизни; наличие аллергических заболеваний у ближайших родственников; факторы риска здоровью ребенка, связанные с образом жизни (пассивное курение, питание, двигательная активность ребенка, закаливание, психологический климат в семье); наличие у ребенка перенесенных аллергических заболеваний, частых респираторных инфекций, хронических заболеваний пищеварительной системы и органов дыхания.

Анализ заболеваемости выполнен по данным медицинских карт ребенка (ф. 026/у) и результатам медицинских осмотров педиатром, аллергологом, неврологом, оториноларингологом.

Объем лабораторных исследований включал показатели, определяемые унифицированными гематологическими, биохимическими и иммунологическими методами, позволяющими оценить: состояние системы крови, клеточного и гуморального звена иммунитета, окислительно-антиоксидантных процессов, цитокинового и метаболического статуса, уровень неспецифической и специфической (к бытовым, пищевым и промышленным аллергенам) сенсибилизации.

Состояние различных звеньев вегетативной нервной системы оценивалось с помощью кардиоритмографической программы «Поли-Спектр-8/ЕХ» («Нейрософт», Россия) по стандартной методике.

Анализ информации проводили в пакете статистического анализа Statistica 6.0 и специально разработанных программных продуктах, сопряженных с приложениями MS-Office. Математическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью параметрических методов статистики, предварительно оценивали соответствие полученных результатов закону нормального распределения. Для оценки достоверности различий полученных данных использовался критерий Стьюдента и Фишера (сравнение групп опыта и контроля по количественным признакам). Различия полученных результатов являлись статистически значимыми при $p \leq 0{,}05$.

Результаты. При проведении химико-аналитических исследований было установлено, что в крови детей группы наблюдения присутствовал марганец в концентрациях, статистически достоверно в 1,7 раза превышающих региональный фоновый уровень (≤0,001) и в 2,0 раза – показатели группы сравнения ($0{,}022 \pm 0{,}012$ мкг/см^3 против $0{,}011 \pm 0{,}001$ мкг/см^3 соответственно, $p \leq 0{,}0001$). Число проб с высоким содержанием марганца в группе наблюдения было в 2,6 раза выше показателя группы сравнения (57,1 против 22,1 %, $p = 0{,}001$; $OR = 4{,}6$; ДИ = 2,53–8,69, $p = 0{,}000$). Содержание никеля и его соединений в крови детей группы наблюдения превышало гигиенический норматив в 2,1 раза ($p \leq 0{,}001$), а показатель группы сравнения – в 1,9 раза ($0{,}0047 \pm 0{,}00126$ мкг/см^3 против $0{,}00252 \pm 0{,}00061$ мкг/см^3, $p \leq 0{,}0001$). Доля проб с концентрацией никеля и его соединений, превышающей нормативные значения, среди детей группы наблюдения составила 72,7 %, что в 2,5 раза выше показателя группы сравнения (28,8 %, $p = 0{,}000$; $OR = 6{,}44$; ДИ = 3,55–12,2, $p \leq 0{,}001$).

В ходе проведенного социологического исследования не было установлено существенных различий между анализируемыми выборками по социальным и медико-биологическим факторам ($p > 0{,}05$), способным оказывать негативное влияние на здоровье детей.

Анализ заболеваемости, по данным медицинских карт ребенка (ф. 026/у) и результатам медицинских осмотров, показал, что у детей с повышенным уровнем марганца, никеля и его соединений в крови атопический дерматит диагностировался в 1,3 раза (48,6 против 36,7 %, $p = 0{,}04$), аллергический ринит – в 1,4 раза

(25,0 против 18,4 %, $p = 0,04$), бронхиальная астма – в 4,5 раза чаще, чем в группе сравнения (9,0 против 2,0 %, $p = 0,003$).

Установлена статистически достоверная причинно-следственная связь между высоким содержанием марганца в крови и повышением уровня заболеваемости детей атопическим дерматитом ($R^2 = 0,52$; $F = 279,5$; $p \le 0,001$), бронхиальной астмой с преобладанием аллергического компонента ($R^2 = 0,23$; $F = 66,9$; $p \le 0,001$), смешанной астмой ($F = 59,2$; $R^2 = 0,23$; $p \le 0,001$); высоким содержанием никеля и его соединений в крови и повышением уровня заболеваемости детей атопическим дерматитом ($R^2 = 0,73$; $F = 388,1$; $p \le 0,001$), бронхиальной астмой с преобладанием аллергического компонента ($R^2 = 0,37$; $F = 130,6$; $p \le 0,001$), выявлением аллергии неуточненной ($R^2 = 0,63$; $F = 266,8$; $p \le 0,001$).

Результаты клинического осмотра показали, что у детей группы наблюдения в 1,6 раза достоверно чаще регистрировались болезни иммунной системы (67,0 % против 41,0 %, $p \le 0,001$) и болезни органов дыхания (94,0 против 57,1 % в группе сравнения, $p = 0,000$), относительный риск развития которых был в 2,9–11,0 раза выше ($OR = 2,89–11,0$; ДИ = 1,64–29,50; $p \le 0,0001$). Хроническая патология ЛОР-органов у экспонированных детей диагностировалась в 3,0 раза чаще относительно группы сравнения (42,0 против 14,0 %, $p \le 0,0001$). Установлена зависимость формирования хронических болезней миндалин и аденоидов с повышением уровня никеля и его соединений, марганца в крови ($R^2 = 0,18–0,73$; $F = 45,03–713,2$; $p \le 0,0001$). Функциональные расстройства нервной системы, представленные астеновегетативным синдромом, были выявлены у 19,0 % детей группы наблюдения и только у 10,0 % дошкольников группы сравнения ($p = 0,02$). Вклад никеля и его соединений в развитие астеновегетативного синдрома составил 44 %, марганца – 74 % ($F = 214,3–757,9$; $p \le 0,0001$).

Сопоставительное исследование гематологических показателей позволило выявить у детей группы наблюдения более выраженные процессы сенсибилизации. Среднегрупповое значение эозинофильно-лимфоцитарного индекса у детей группы наблюдения в 1,4 раза превышало показатель группы сравнения (0,108 ± 0,016 против 0,075 ± 0,01 усл. ед., $p < 0,001$) и в 7,2 раза физиологическую норму ($p \le 0,001$). Относительное количество эозинофилов в крови также было в 1,4–1,5 раза выше аналогичного показателя группы сравнения (4,38 ± 0,58 против 3,17 ± 0,36 %, $p = 0,001$) и уровня физиологической нормы. Абсолютное число эозинофилов в крови у экспонированных детей составило $(336,80 \pm 50,65) \cdot 10^9$/дм^3, что в 1,5 раза больше, чем в группе сравнения ($(229,29 \pm 29,27) \cdot 10^9$/дм^3, $p = 0,001$). Выявлена зависимость уровня эозинофилии от содержания марганца ($R^2 = 0,25$; $F = 93,2$; $p \le 0,0001$) и никеля в крови ($R^2 = 0,32$; $F = 126,9$; $p \le 0,0001$), что подтверждает праймирующий эффект данных химических веществ в отношении развития сенсибилизации.

Уровни содержания лейкоцитов, моноцитов, тромбоцитов у детей группы наблюдения ($(7,50 \pm 0,33) \cdot 10^9$/дм^3, 7,75 ± 0,34 %, $(326,68 \pm 11,98) \cdot 10^9$/дм^3) на 6–11 % достоверно превышали аналогичные показатели группы сравнения ($(7,07 \pm 0,26) \cdot 10^9$/дм^3, 7,02 ± 0,24 %, $(293,62 \pm 9,60) \cdot 10^9$/дм^3, $p = 0,000–0,05$) и верхнюю границу физиологической нормы, что свидетельствует об активности общей воспалительной реакции организма. Выявлена прямая корреляционная связь между концентрацией никеля в биосредах и моноцитозом в крови ($r = 0,12$, $p = 0,04$). Установлена достоверная связь вероятности повышения содержания в крови лейкоцитов с увеличением концентрации марганца в крови, вклад которого составил 26 % ($F = 97,2$; $p \le 0,0001$).

Статистически достоверное снижение активности щелочной фосфатазы в группе наблюдения по отношению к значению в группе сравнения (342,879 ± 12,413 Е/дм^3

и 366,838 ± 10,256 Е/дм^3, $p \leq 0{,}001$) может быть связано с мембранотоксическим эффектом химических токсикантов, что влечет за собой снижение функциональной активности клеток.

Достоверно более низкий уровень общего белка и альбуминов в сыворотке крови детей группы наблюдения (70,963 ± 0,887 и 42,4 ± 0,932 г/дм^3) относительно аналогичных показателей в группе сравнения (72,539 ± 0,592 и 43,6 ± 0,588 г/дм^3, $p = 0{,}01$–$0{,}03$) свидетельствует о снижении белоксинтезирующей функции печени. Выявлена обратная корреляционная связь между концентрацией никеля в биосредах и содержанием альбуминов в крови ($r = -0{,}162$, $p = 0{,}008$).

Уровень антиоксидантной активности (АОА) в сыворотке крови детей группы наблюдения был ниже порога физиологического значения и показателя группы сравнения (34,002 ± 1,086 против 35,911 ± 0,659 %, $p \leq 0{,}001$). Количество случаев снижения антиоксидантной активности, рассматриваемого как декомпенсация в результате истощения антиокислительных резервов в условиях повышенного содержания токсичных соединений в организме, в группе наблюдения составило 72 %, что в 1,3 раза больше показателя в группе сравнения. Относительный риск декомпенсации антиоксидантных процессов у детей группы наблюдения в 2,3 раза превышает аналогичный у детей группы сравнения (*OR* = 2,26, ДИ = 1,27–4,1; $p = 0{,}009$).

Под воздействием химических факторов риска в генетически детерминированной регуляции иммунологических механизмов при атопическом воспалении происходят изменения, модулирующие иммунный ответ.

Содержание гамма-интерферона, наиболее значимого регулятора атопического процесса, у детей группы наблюдения было в 2,4 раза ниже значения в группе сравнения (3,264 ± 2,907 против 7,84 ± 3,25 пг/мл, $p = 0{,}03$), что характеризует тенденцию к угнетению Th-1-зависимого ответа. В то же время уровни ключевого Th-2-зависимого цитокина интерлейкина 4, регулирующего переключение В-клеток на продукцию IgE, у детей сравниваемых групп статистически не различались и находились в пределах референтного уровня. Отсутствие антагонистического повышения концентрации Th-2-зависимого цитокина, вероятно, связано с нахождением клинических проявлений аллергии в стадии ремиссии и субремиссии.

Одновременно у детей группы наблюдения отмечалась тенденция к усилению выработки интерлейкина 10, угнетающего производство интерферонов, усиливающего пролиферацию тучных клеток и синтез иммуноглобулина Е (7,5 ± 2,42 против 5,516 ± 2,12 пг/мл, $p = 0{,}2$). Также у экспонированных детей выявлены более высокие значения белка VEGF, способного повышать проницаемость сосудов, способствуя тем самым поддержанию процесса аллергического воспаления и зуда (172,877 ± 51,472 против 67,949 ± 20,102 пг/мл – в группе сравнения, $p = 0{,}00$).

Промотируемая интерлейкином 4, продукция общего IgE, характеризующего уровень общей сенсибилизации организма, также не имела статистически значимых различий у детей сравниваемых групп (101,506 ± 35,124 и 78,836 ± 31,092 МЕ/мл, $p = 0{,}25$). Однако у детей с повышенным содержанием марганца, никеля и его соединений в биосредах высокий уровень общего IgE встречался в 1,7 раза чаще, длительно сохранялась пищевая сенсибилизация (достоверно повышенный по отношению к норме уровень специфических IgE к молоку коровьему (1,339 ± 0,419 усл. ед.), пшеничной муке (1,732 ± 0,465 усл. ед.)), отмечалось формирование сенсибилизации к бытовым аллергенам (достоверно в 2,5–4,3 раза более высокие по отношению к группе сравнения уровни специфических IgE к *Aspergillus niger* (0,4 ± 0,148 против

0,16 ± 0,067 усл. ед., $p = 0,04$), *Dermatophagoides pteronissimus* (0,261 ± 0,099 против 0,06 ± 0,037 усл. ед., $p \leq 0,001$)). Относительный риск повышения неспецифической общей сенсибилизации (по содержанию общего IgE) у детей группы наблюдения в 2,2 раза, сенсибилизации к шерсти кошки – в 3,8 раза, *Aspergillus niger* – в 3,9 раза выше, чем у детей группы сравнения ($OR = 2,24–3,9$, ДИ = 1,26–7,95; $p = 0,000–0,009$).

Среднегрупповое значение специфического иммуноглобулина Е к никелю у детей группы наблюдения в 1,5 раза превышало аналогичный показатель группы сравнения ($p \leq 0,001$). Выявлена статистически достоверная причинно-следственная связь между повышением уровня специфического иммуноглобулина Е к никелю и высоким содержанием никеля в крови ($R^2 = 0,49$; $F = 71,13$; $p \leq 0,0001$).

Нарушения иммунорегуляции с угнетением Th-1-зависимого ответа при атопии приводит к формированию нарушений клеточного и гуморального звена иммунного ответа. У детей с повышенным уровнем марганца, никеля и его соединений в крови установлено достоверное подавление антителогенеза (IgG и IgM) относительно нижней границы физиологической нормы ($p < 0,0001–0,014$) и снижение содержания IgM в 1,2 раза относительно показателя группы сравнения (1,209 ± 0,04 и 1,4 ± 0,063 г/дм^3, $p \leq 0,001$). Относительный риск снижения IgM в группе наблюдения в 4,0 раза выше относительно группы сравнения ($OR = 4,01$, ДИ = 2,25–7,34; $p = 0,00$). В ходе исследования установлена обратная корреляционная связь между концентрацией никеля в крови и содержанием IgM ($r = –0,133$, $p = 0,03$). Частота регистрации низкого уровня IgA у детей группы наблюдения в 1,5 раза выше, чем в группе сравнения (28,4 и 19,4 %, $p = 0,06$). Выявлена связь понижения содержания IgA с увеличением концентрации никеля в крови ($R^2 = 0,35$; $F = 144,75$; $p < 0,001$). Установлено достоверное снижение показателей врожденного клеточного иммунитета: фагоцитарного индекса (1,82 ± 0,042 усл. ед.) и фагоцитарного числа (0,883 ± 0,064 усл. ед.) до 1,2 раза относительно показателей группы сравнения (2,059 ± 0,092 и 1,051 ± 0,113 усл. ед. соответственно, $p \leq 0,001–0,01$). Относительный риск снижения фагоцитарного числа в группе наблюдения в 2,2 раза выше, чем в группе сравнения ($OR = 2,2$, ДИ = 1,25–3,96; $p = 0,01$). Выявлено достоверное снижение фагоцитарного числа при увеличении концентрации марганца в крови ($R^2 = 0,07$; $F = 19,3$; $p = 0,0001$).

У детей с высоким содержанием в биосредах химических соединений с сенсибилизирующей активностью получены данные, свидетельствующие о перестройке рецепторов иммунокомпетентных клеток с признаками дефицита проапоптотических рецепторов клеточной смерти CD95+ (в 1,6 раза по отношению к группе сравнения, 14,65 ± 2,454 против 23,95 ± 3,517 % и (0,428 ± 0,079)·10^9/л против (0,677 ± 0,136)·10^9/л, $p \leq 0,001–0,002$). Относительный риск снижения относительного количества CD3+CD95+-лимфоцитов в группе наблюдения в 7,2 раза выше чем в группе сравнения ($OR = 7,25$, ДИ = 3,92–14,08; $p = 0,000$), абсолютного количества – до 17,4 раз ($OR = 17,36$, ДИ = 7,12–50,68; $p = 0,000$).

Кроме иммунных реакций в развитии аллергии значимую роль играют неспецифические механизмы, в первую очередь, нарушение равновесия влияний симпатической и парасимпатической иннервации на функции организма. В ходе изучения состояния вегетативного гомеостаза у детей с повышенным содержанием в крови марганца, никеля и его соединений установлены функциональные нарушения вегетативной нервной системы в сторону преобладания активности симпатоадреналовой системы. Усиление симпатического влияния на модуляцию сердечного ритма выявлялось у каждого четвертого ребенка (25,7 %), что в 2,3 раза чаще, чем в группе срав-

нения ($p = 0,03$). Относительный риск преобладания в вегетативном статусе активности симпатического отдела вегетативной нервной системы в 2,7 раза превышает аналогичный у детей группы сравнения ($OR = 2,7$; ДИ = 1,3–6,05; $p = 0,01$). При этом отмечена тенденция к доминированию гиперсимпатического типа вегетативной реактивности у детей обследуемой группы (развитие вегетативных реакций по гиперсимпатикотоническому типу в ответ на нагрузку регистрировалось у детей группы наблюдения в 1,2 раза чаще, $p = 0,2$).

В результате проведенного поэтапного моделирования установлены индикаторные показатели и закономерности развития у детей, посещающих ДОО и проживающих в условиях длительной экспозиции марганца, никеля и его соединений, негативных эффектов в виде заболеваний аллергической природы, являющиеся целевыми для мероприятий диагностической и профилактической направленности: увеличение активности общей воспалительной реакции организма (повышение уровня содержания лейкоцитов, моноцитов), снижение антиоксидантной защиты (снижение АОА), повышение неспецифической сенсибилизации (повышение эозинофилов, общего IgE), угнетение гуморального звена иммунного ответа (снижение IgM), нарушение вегетативного гомеостаза (усиление симпатической регуляции).

Выводы. Результаты проведенного исследования показали, что у детей с присутствием в крови марганца, никеля и его соединений в концентрациях, статистически достоверно превышающих в 1,7–2,1 раза региональные фоновые уровни, вследствие общетоксического действия металлов на молекулярном уровне происходит снижение антиоксидантной защиты ($OR = 2,26$). Тканевые механизмы воспаления могут быть связаны с прямым воздействием марганца, никеля и его соединений (повышение содержания лейкоцитов, $R^2_{\text{марганец}} = 0,26$; моноцитов, $r_{\text{никель}} = 0,12$). Иммунотоксическое действие металлов, относящихся ко второму классу опасности, проявляется угнетением гуморального звена иммунного ответа у 28,4–72,5 % дошкольников ($r_{\text{никель}} = –0,133$). Следствием хронического общерезорбтивного действия, гепатотоксического и иммунотоксического эффектов марганца, никеля и его соединений является повышение относительного риска развития заболеваний иммунной системы и органов дыхания в 2,9–11,0 раза ($OR = 2,89–11,0$). Высокая частота (у 48 % детей) выявления общей неспецифической ($R^2 = 0,25–0,37$; $OR = 2,2$) и специфической (к бытовым и промышленным аллергенам – никелю) сенсибилизации организма ($OR = 3,8–3,9$; $R^2 = 0,49$), дисбаланс цитокинов (снижение ИНФ-гамма, повышение VEGF в 2,5 раза), дефицит проапоптотического рецептора клеточной смерти CD95+ ($OR = 7,25–17,36$), нарушение равновесия влияний симпатической и парасимпатической иннервации, обусловленные нейротоксическим эффектом металлов ($R^2 = 0,59–0,87$), создают предпосылки для повышения уровня заболеваемости атопическим дерматиома – в 1,3 раза, аллергическим ринитом – в 1,4 раза, бронхиальной астмой – в 4,5 раза.

Список литературы

1. Анализ показателей иммунного статуса у детей в условиях аэрогенной экспозиции металлами / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 26–29.

2. Анализ причинно-следственных связей уровней биологических маркеров экспозиции тяжелых металлов с их персонифицированной дозовой нагрузкой в зоне влия-

ния отходов крупного металлургического комбината / С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, С.Ю. Балашов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 29–35.

3. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 30–36. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.03

4. Балаболкин И.И., Терлецкая Р.Н. Аллергическая заболеваемость детей и подростков в современных экологических условиях // Педиатр. – 2014. – Т. 5, № 2. – С. 40–46.

5. Маклакова О.А. Оценка риска развития заболеваний органов дыхания и коморбидной патологии у детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами техногенного происхождения (когортное исследование) // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 56–63. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.06

6. Маклакова О.А., Устинова О.Ю., Алексеева А.В. Возрастная структура и динамика заболеваемости болезнями органов дыхания и вегетативной нервной системы у детей, проживающих в условиях комбинированного аэрогенного воздействия химических факторов техногенного происхождения // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 75–78.

7. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 4–17.

8. Нестерова А.В., Потатуркина-Нестерова Н.И., Нестеров А.С. Современное состояние проблемы аллергического ринита у детей // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 226–227.

9. Причины возникновения, клиника и лечение аллергического ринита и бронхиальной астмы (краткий обзор иностранной литературы) / М.Н. Гуртовая, Н.Я. Прокопьев, Е.Т. Колунин [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 10 (1). – С. 29–37.

10. Симонова И.Н., Антонюк М.В. Роль техногенного загрязнения воздушной среды в развитии бронхолегочной патологии // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2015. – № 1 (59). – С. 14–20.

11. Синева Е.Л., Панкова В.Б., Саранча Е.О. Распространенность и структура заболеваний ЛОР-органов у детей промышленных регионов // Вестник оториноларингологии. – 2015. – № 2. – С. 48–52.

12. Хисматуллина З.Н. Заболевания, связанные с воздействием химических факторов окружающей среды // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 20. – С. 170–178.

13. Швецова Е.С., Короткова Т.С. Распространенность аллергических заболеваний среди всех возрастных групп населения Липецкой области // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. – С. 92–93.

14. Эрназарова Х.Х., Адылова З.У. Распространеность аллергических заболеваний в мире [Электронный ресурс] // International scientific review. – 2017. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rasprostranenost-allergicheskih-zabolevaniy-v-mire (дата обращения: 09.04.2020).

15. Эффективность применения противовоспалительных препаратов антилейкотриенового действия (на примере алмонта), как средства, контролирующего

терапию бронхиальной астмы и аллергического ринита у детей / А.В. Бурлуцкая, В.Н. Фирсова, Д.В. Сутовская [и др.] // Медицинские науки. – 2017. – Ч. 1. – № 01 (55). – С. 90–97.

16. Development and comorbidity of eczema, asthma and rhinitis to age 12 – data from the BAMSE birth cohort / N. Ballardini, I. Kull, T. Lind [et al.] // Allergy. – 2012. – № 67. – P. 537–544. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2012.02786.x

Технология индикаторной оценки риска формирования нарушений жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием хлорорганических соединений

К.П. Лужецкий[1,3], В.М. Чигвинцев[1], С.А. Вековшинина[1], А.Ю. Вандышева[1], О.Ю. Устинова[1,2], Д.А. Эйсфельд[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[3]ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ,
г. Пермь, Россия

Опробована технология индикаторной оценки риска формирования нарушений жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием хлорорганических соединений.

Проведено обследование 7775 детей в возрасте от 4 до 14 лет (9,2 ± 3,7 г.), проживающих на территориях, использующих для водоподготовки гипохлорит натрия или жидкий хлор (г. Пермь, Краснокамский, Нытвенский районы). Группу сравнения составили 425 человек (9,3 ± 2,5 г.), потребляющих питьевую воду, соответствующую гигиеническим нормативам (Карагайский, Сивинский районы).

Опробована технология индикаторной оценки риска формирования нарушений углеводного и жирового обмена у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием ХОС. В условиях пероральной экспозиции ХОС (0,43–0,64 мг/л, более 3 ПДК) индикаторный показатель риска нарушений жирового и углеводного обмена у детей (ИПР 0,55) в 1,3 раза превышал уровни на территории сравнения (ИПР 0,42). Полученные результаты подтверждаются методами дисперсионного анализа (установлена прямая статистически достоверная зависимость заболеваемости СД II типа взрослого населения территорий Пермского края с предложенным ИПР, рассчитанным у взрослых ($y = 5{,}9666x + 0{,}7442$, $R^2 = 0{,}39$, $p = 0{,}002$), значение коэффициента корреляции – 0,622, $p < 0{,}05$.

Выявлено:

1. В качестве основных индикаторных показателей негативного воздействия ХОС (в первую очередь хлороформа) выступают: повышение в крови уровня триглицеридов

(ИУ 0,41), ЛПНП (ИУ 0,25) и снижение ЛПВП (ИУ 0,18), превышающие в 1,2–1,6 раза значения территории сравнения.

2. Разработанная технология индикаторной оценки риска может быть реализована при проведении массовых медицинских исследований, для оценки и анализа риска формирования ожирения и сахарного диабета у населения, проживающего в условиях воздействия разнородных факторов среды обитания и образа жизни, в том числе для выделения контингентов, имеющих показания для дополнительного наблюдения, проведения адресных медико-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: дети, ожирение, сахарный диабет, питьевая вода, хлороформ, индикаторный показатель риска нарушений жирового и углеводного обмена (ИПР).

Около 63 % смертей в России связаны с алиментарно-зависимыми заболеваниями, а распространенность ожирения среди женщин в 2–2,5 раза выше, чем среди мужчин. В настоящее время показатель заболеваемости ожирением растет в среднем на 10–13 % в год и такой тренд, предположительно, сохранится в течение первых трех лет реализации национальных проектов [1, 14, 15]. По официальным данным Минздрава за 2018 г., ожирение было диагностировано у 2 млн человек или у 1,3 % населения РФ. Наибольшее число людей, страдающих ожирением, проживает в Алтайском крае – 5,4 %, на втором месте жители Магаданской области – 3,4 %, а на третьем Курганской области – 2,8 %. Вице-премьер РФ Татьяна Голикова констатировала наличие ожирения у 14 % мужчин и 26 % женщин [4].

Вопросы ранней диагностики, лечения и профилактики нарушений жирового и углеводного обмена, как предикторов сердечно-сосудистых заболеваний, представляют важную социальную и медицинскую проблему [3]. Немаловажный вклад в нарушение в развитие эндокринной патологии и населения здоровья граждан, помимо образа жизни и питания, вносит загрязнение окружающей среды [1, 5, 12, 16]. Одним из таких химических факторов, формирующим значимую опасность и способствующим развитию нарушений жирового и углеводного обмена, может служить хлороформ, содержащийся в питьевой воде [2, 6, 7, 8, 11, 17]. Поэтому приобретают актуальность методики ранней диагностики, анализа и оценки риска развития нарушений метаболических процессов как на индивидуальном, так и на популяционном уровне [10, 13].

Цель работы – разработать и апробировать метод индикаторной оценки риска формирования нарушений жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием хлорорганических соединений, при проведении популяционных исследований.

Материалы и методы. Для апробации разработанной технологии из детей, проходивших в 2015–2017 гг. медико-социологическое и клинико-лабораторное обследование в консультативно-поликлиническом отделении ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», была сформирована группа исследования. Группа наблюдения включала 7775 детей в возрасте от 4 до 14 лет (9,2 ± 3,7 г.), проживавших на территориях, использующих для водоподготовки гипохлорит натрия, или жидкий хлор (г. Пермь, Краснокамский, Нытвенский районы). Группа сравнения состояла из 425 человек (средний возраст 9,3 ± 2,5 г.), потреблявших питьевую воду, соответствующую гигиеническим нормативам (Сивинский, Карагайский районы).

Группы были сопоставимы по возрасту и полу ($p > 0,05$), иных, загрязняющих питьевую воду, атмосферный воздух и почву химических соединений в кон-

центрациях, оказывающих негативное влияние на жировой и углеводный обмен в районах исследования, выявлено не было. В ходе анкетирования статистически значимых и достоверных различий между группами по объемам, структуре и калоражу питания, двигательной активности, социальным и экономическим показателям выявлено не было ($p > 0,05$).

Оценка качества питьевой воды на территориях проживания детей выполнена по результатам мониторинговых наблюдений ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» в 2012–2016 гг. Содержание хлорорганических соединений (ХОС) в питьевой воде оценивалось в сравнении с ГН 2.1.5.1315-03 (с изменениями на 13 мая 2017 г., с учетом ПДК хлороформа 0,06 мг/л). Территория исследования характеризовалась питьевым водоснабжением из поверхностных водозаборов, а технология водоподготовки предусматривала применение жидкого хлора или гипохлорита натрия.

Эпидемиологический анализ уровня, динамики и структуры заболеваемости детей и подростков, а также взрослого населения, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием ХОС, по классу наиболее значимых болезней сердечно-сосудистой и эндокринной системы в Пермском крае (МКБ: I20–I25. Ишемическая болезнь сердца (ИБС); I11.9. Гипертензивная болезнь; E10–E14. Сахарный диабет (СД); E11. Инсулиннезависимый сахарный диабет II типа (СД II тип); E67.8. Избыточность питания; E65–E68. Ожирение) проведен с использованием формы № 12 «Отчет о числе случаев заболеваний, зарегистрированных в зоне обслуживания ЛПУ» за многолетний период (1993–2017 гг.).

Индикаторная оценка на популяционном уровне риска формирования нарушений жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду с различным содержанием хлорорганических соединений, выполнена в соответствии патентом на изобретение № RU 2711600C1 от 06.09.2019.

Лабораторное определение индикаторных показателей у обследованных детей проводилось по общепринятым методикам с помощью спектрофотометра ПЭ-5300в («Экохим», Россия), иммуноферментного Infinite F50 (Tecan, Австрия) и биохимического Konelab 20 (ThermoFisher, Финляндия) анализаторов.

Статистический анализ полученных данных выполнялся в программе Statistica 6.0, а также с помощью специально разработанных программных продуктов сопряженных с приложениями Microsoft Office. По количественным признакам сравнение групп проводили с использованием двухвыборочного *t*-критерия Стьюдента; оценку зависимостей между исследуемыми показателями – методами корреляционного и регрессионного анализа.

Результаты. При анализе структуры, уровней и динамики заболеваемости детского и взрослого населения по классу наиболее значимых болезней сердечно-сосудистой и эндокринной системы в Пермском крае за многолетний период выявлены значимые негативные тенденции, подтверждающие общемировые и федеральные тренды, но имеющие определенные региональные особенности. За последние 15 лет у детей и подростков Пермского края заболеваемость впервые выявленным сахарным диабетом и ожирением увеличились от 2,0 до 11,8 раза (0,22 и 10,7 случая на 1000 жителей соответственно). Данные показатели в 1,1–3,0 раза превышают уровни, установленные в Российской Федерации (0,2 и 3,5 случая на 1000 жителей соответственно).

На этом фоне наблюдался рост приоритетной в структуре заболеваемости и смертности патологии сердечно-сосудистой и эндокринной систем у взрослого

населении Пермского края. За последние 15 лет уровень впервые выявленного сахарного диабета увеличился в 2,3 раза (3,0 сл/1000), инсулинорезистентности в 1,1 раза (2,8 сл/1000), ишемической болезни сердца в 1,7 раза (7,2 сл/1000), гипертонической болезни сердца в 2,9 раза (8,2 сл/1000).

Вместе с тем данные показатели взрослого населения Пермского края были в 1,1–1,3 раза ниже значений, установленных в Российской Федерации (уровень сахарного диабета – 3,0; ишемической болезни сердца – 9,2; гипертонической болезни сердца – 8,8 случаев на 1000 жителей соответственно).

Заболеваемость детей и подростков ожирением и сахарным диабетом в городах Пермского края в 1,5–2,3 раза выше показателей сельских районов. При этом среди взрослого населения края ИБС и СД диагностировались в сельских районах до 1,5 раза чаще, чем в городских агломерациях (табл. 1). Наиболее неблагоприятная динамика заболеваний сердечно-сосудистой и эндокринной системы у детей, подростков и взрослого населения на территориях Пермского края за 7-летний период выявлена в г. Пермь, Краснокамск, Нытва и др., где уровень данной патологии был в 2,3–6,2 раза выше территорий относительного санитарно-гигиенического благополучия (Сивинский, Карагайский районы).

Таблица 1

Распространенность болезней сердечно-сосудистой и эндокринной системы у детей, подростков и взрослого населения на территориях Пермского края с различным уровнем содержания ХОС в питьевой воде, 2012–2017 гг., сл/1000 жителей

Территория	Дети и подростки		Взрослые		
	ожирение	СД	ИБС	СД	СД II тип
Пермский край	6,36	0,18	7,52	2,46	2,81
Города Пермского края	9,15	0,23	5,80	2,34	2,59
Районы Пермского края	3,84	0,15	8,84	2,60	3,04
Группа наблюдения					
Р-н Краснокамский	3,19	0,15	19,18	3,52	3,98
Г. Пермь	9,85	0,23	4,91	2,18	2,38
Р-н Нытвенский	2,00	0,06	3,85	3,44	3,02
Группа сравнения					
Р-н Сивинский	1,59	0,00	11,36	1,51	0,97
Р-н Карагайский	1,74	0,04	6,53	2,06	2,50

Для подтверждения гипотезы о дополнительном вкладе факторов среды обитания в формирование ассоциированной сердечно-сосудистой и эндокринной системы у детей, подростков и взрослого населения, на приоритетных территориях Пермского края выполнена сравнительная оценка качества воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (ЦХПВ) по содержанию ХОС за 2012–2016 гг. (табл. 2).

Содержание ХОС за многолетний период в г. Пермь, Краснокамск, Нытва от 1,4 до 7,0 раза превышало гигиенические нормативы, преимущественно за счет хлороформа. Выявлено от 4,5 до 41 % нестандартных проб, при этом максимальные значения содержания хлороформа в питьевой воде гг. Пермь, Краснокамск и Нытва достигали 0,43–0,64 мг/л (более 3 ПДК).

Таблица 2

Сравнительная оценка качества воды ЦХПВ по содержанию ХОС территорий Пермского края за 2012–2016 гг.

Химическое вещество	ПДК по СанПин, мг/л	Число проб, всего	Min значение (без НПО), мг/л	Среднее значение (без НПО), мг/л	Max значение (без НПО), мг/л	Превышение ПДК по СанПиН		
						число проб	доля проб, %	отношение к max значению, количество раз
Пермь								
Хлороформ	0,2	916	0,0024	0,0771	0,64	41	4,48	3,2
ТХМ	0,006	916	0,001	0,0022	0,0085	1	0,1	1,4
БДХМ	0,03	916	0,001	0,0112	0,21	34	3,7	7
ДБХМ	0,03	916	0,001	0,0034	0,034	1	0,1	1,1
Тетрахлорэтан	0,2	916	0,004	0,0040	0,004	0	0	–
Дихлорметан	7,5	916	0,001	0,0131	0,4	0	0	–
Тетрахлорэтилен	–	916	0,0011	0,0021	0,0042	–	–	–
Краснокамск								
Хлороформ	0,2	183	0,0035	0,207	0,6	75	40,98	3
ТХМ	0,006	183	0,001	0,0012	0,00135	0	0	–
Тетрахлорэтилен	–	183	0,003	0,003	0,003	0	0	–
Нытва								
Хлороформ	0,2	162	0,024	0,1334	0,43	37	22,83	2,15
Сивинский район								
Хлороформ	0,2	Хлорирование питьевой воды не проводится						
Карагайский район								
Хлороформ	0,2	Хлорирование питьевой воды не проводится						

Для апробации предложенного методического подхода расчета ИПР были проанализированы и сопоставлены 16 индикаторных показателей нарушений жирового и углеводного обмена у детей, проживающих на территориях исследования Пермского края, относительно детей территорий сравнения. В качестве индикаторных использованы как стандартные для российских и зарубежных исследований клинико-лабораторные показатели – уровень глюкозы в крови и в моче, содержание холестерина, так и сравнительно редко используемые для исследований на популяционном уровне маркеры метаболических нарушений – содержание ЛПВП, ЛПНП, С-пептида, триглицеридов, инсулина и антител к инсулину в сыворотке крови. На основании полученных данных были построены соответствия между значениями индикаторных показателей и функцией отклонений F_i, а также рассчитаны итоговые значения индекса риска возникновения нарушений жирового и углеводного обмена для каждого ребенка по соотношению (табл. 3).

Из 16 включенных в индекс индикаторных показателей основной вклад в значение ИПР вносили отклонения от нормы индикаторного уровня (ИУ) триглицеридов, ЛПВП и ЛПНП (до 93 %), наименьший – повышение уровня глюкозы (0,02 %), что позволило скорректировать и сократить данный коэффициент до трех вышеназванных показателей.

Скорректированный индикаторный показатель риска нарушений жирового и углеводного обмена (ИПР), рассчитанный для группы наблюдения (гг. Пермь, Краснокамск, Нытва), за 10-летний период составил 0,52–0,62, что более чем в 1,3 раза (от 1,1 до 1,5 раза) выше значений ИПР для группы сравнения (0,4–0,44, $p = 0{,}0001$, см. табл. 3).

Таблица 3

Динамика индикаторного показателя риска нарушений жирового и углеводного обмена на территориях исследования, 2010–2019 гг.

Дети	*n*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ИПР
Группа наблюдения												
Краснокамский район	1105	0,47	0,62	0,61	0,64	0,41	0,51	0,38	0,51	0,41	0,45	0,52
Г. Пермь	6387	0,55	0,54	0,52	0,56	0,48	0,51	0,41	0,40	0,43	0,62	0,50
Нытвенский район	283	0,80	–	0,93		0,49	0,46	0,57	0,57	0,49	–	0,62
Среднее значение												0,55
Группа сравнения												
Сивинский район	239	0,42	–	–	0,41	0,47	0,48	0,51	–	–	–	0,44
Карагайский район	186	–	–	0,17	0,29	0,26	0,40	–	0,51	0,49	–	0,40
Среднее значение												0,42

В условиях пероральной экспозиции ХОС (хлороформ) основной вклад в ИПР у детей обеспечен за счет повышения в крови индикаторного уровня триглицеридов (ИУ 0,41), ЛПНП (ИУ 0,25) и снижения ЛПВП (ИУ 0,18), что в 1,2–1,6 выше, чем на территориях сравнения (p = 0,03–0,001). Результаты оценки индикаторного риска и его структура для детского населения территорий исследования представлены в табл. 4.

Полученные результаты ИПР коррелируют с уровнями ассоциированной заболеваемости, отраженной в государственных формах статистического учета за 2012–2017 гг.

Таблица 4

Анализ индикаторного показателя риска нарушений жирового и углеводного обмена и его структуры на территориях исследования

Показатель	Группа исследования		*p*
	наблюдения, n = 7775	сравнения, n = 425	
Уровень триглицеридов	0,41	0,28	0,001
Уровень ЛПВП	0,18	0,11	0,003
Уровень ЛПНП	0,25	0,20	0,02
Индикаторного показателя риска	0,55	0,42	0,0001

Примечание: p – уровень значимости отличия группы наблюдения с группой сравнения.

С целью верификации технологии методом наименьших квадратов (ПО Statistica 6.0) идентифицированы параметры линейной регрессионной модели связи индикаторного показателя риска и заболеваемости сахарным диабетом 2-го типа взрослого населения территорий Пермского края за многолетний период (18 лет). Адекватность модели подтверждена с помощью дисперсионного анализа, установлена прямая, статистически достоверная зависимость заболеваемости СД 2-го типа взрослого населения территорий Пермского края с предложенным ИПР, рассчитанным у взрослых ($y = 5{,}9666x + 0{,}7442$, $R^2 = 0{,}39$, $p = 0{,}002$). Графически распределение значений ИПР и заболеваемости на территориях Пермского края в период с 1999 по 2017 гг. приведено на рисунке.

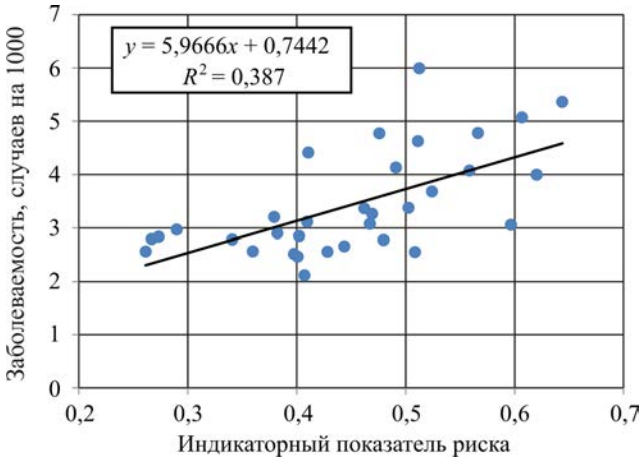


Рис. Зависимость впервые выявленного у взрослого населения территорий Пермского края (1999–2017) сахарного диабета 2-го типа и значения индикаторного показателя риска (значение коэффициента корреляции 0,622 ($p < 0,05$))

Выводы:

1. В условиях пероральной экспозиции ХОС индикаторный показатель риска нарушений жирового и углеводного обмена у детей (ИПР 0,55) в 1,3 раза превышал уровни на территории сравнения (ИПР 0,42).

2. В качестве основных индикаторных показателей негативного воздействия ХОС (в первую очередь хлороформа), поступающих с питьевой водой, выступают: повышение уровня триглицеридов (ИУ 0,41), ЛПНП (ИУ 0,25) и снижение ЛПВП (ИУ 0,18), превышающие в 1,2–1,6 раза уровни территории сравнения.

3. Установлена прямая статистически достоверная зависимость заболеваемости СД II типа взрослого населения территорий Пермского края с предложенным индикаторным показателем риска нарушений жирового и углеводного обмена ($y = 5,9666x + 0,7442$, $R^2 = 0,39$, $p = 0,002$), значение коэффициента корреляции составляло – 0,622, $p < 0,05$.

4. Разработанная технология может быть реализована при проведении массовых медицинских исследований, для оценки и анализа риска формирования ожирения и сахарного диабета у населения, проживающего в условиях воздействия разнородных факторов среды обитания и образа жизни, в том числе для выделения контингентов, имеющих показания для дополнительного наблюдения, проведения адресных медико-профилактических мероприятий.

Список литературы

1. Аметов А.С., Камынина Л.Л. Проблема висцерального ожирения в диабетологии (патогенетические, клинические и эпидемиологические аспекты) // Эндокринология. – 2012. – № 1. – С. 1–8.

2. Гигиеническая оценка комплексного действия хлороформа питьевой воды / Т.И. Иксанова, А.Г. Малышева, Е.Г. Растянников [и др.] // Гигиена и санитария. – 2006. – № 2. – С. 8–12.

3. Глобальный доклад по диабету. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2018. – 88 с.

4. Голикова Т.А. Узнаем, что едим [Электронный ресурс] // Российская газета – Столичный выпуск № 258 (7721). – URL: https://rg.ru/2018/11/15/v-rossii-peresmotriat-racion-pitaniia-v-shkolah-i-v-bolnichnyh-uchrezhdeniiah.html (дата обращения: 11.04.2020).

5. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. К вопросу установления и доказательства вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 2. – С. 14–26. DOI: 10.21668/health.risk/2013.2.02

6. Каримов Ф.К. Патохимия токсического действия хлорорганических и ароматических соединений // Медицинский вестник Башкортостана. – 2007. – Т. 6, № 2. – С. 76–80.

7. Красовский Г.Н., Егорова Н.А. Хлорирование воды как фактор повышенной опасности для здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 17–21.

8. Лужецкий К.П., Маклакова О.А., Палагина Л.Н. Нарушения жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду ненормативного качества // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 66–70.

9. Лужецкий К.П. Методические подходы к управлению риском развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 47–56. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.05

10. Лужецкий К.П., Устинова О.Ю., Вандышева А.Ю. Оценка эффективности программ коррекции нарушений жирового обмена у детей, потребляющих питьевую воду с ненормативным уровнем хлорорганических соединений (хлороформ) // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 171–177.

11. Михайлова Д.Л., Кольдибекова Ю.В. Оценка воздействия хлороформа при поступлении в организм с питьевой водой на состояние здоровья детей // Вестник Пермского университета. – 2012. – № 2. – С. 85–88.

12. 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 [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2010. – № 2. – С. 65–67.

13. Оценка индивидуального риска метаболических нарушений у детей при экспозиции хлороформом с питьевой водой / К.П. Лужецкий, П.З. Шур, О.Ю. Устинова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 28–35. DOI: 10.21668/health.risk/2015.4.04

14. Попова А.Ю. Интервью Руководителя Роспотребнадзора РИА Новости от 14.02.19 [Электронный ресурс] // РИА Новости. – URL: https://ria.ru/20190214/1550831330.html?utm_source = yxnews&utm_medium = desktop (дата обращения: 11.04.2020).

15. Проблема ожирения и избыточной массы тела в Российской Федерации и ее фармакоэкономическая оценка / В.С. Крысанова, М.В. Журавлева, О.В. Дралова [и др.] // Альманах клинической медицины. Спецвып. 1. «Проблемы ожирения». – 2015. – № 1. – С. 36–41.

16. Рахманин Ю.А., Доронина О.Д. Стратегические подходы управления рисками для снижения уязвимости человека вследствие изменения водного фактора // Гигиена и санитария. – 2010. – 2: 8–13.

17. White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants, 5th Ed. – ILSI: Black&Veatch Corp., 2010. – 1062 p.

Особенности иммунологических индикаторных показателей, контролирующих апоптоз у детского населения, в условиях аэрогенной экспозиции алюминием

И.Н. Аликина, О.В. Долгих, М.А. Гусельников

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

Проведен анализ показателей жизненного цикла клеточных фенотипов иммунной системы детского населения, проживающего в условиях аэрогенной экспозиции алюминием. В результате исследования установлено, что у обследованных детей наблюдаются нарушения клеточного звена иммунитета, которые проявляются в угнетении экспрессии активационного маркера $CD3^{+}CD95^{+}$, внутриклеточного белкового фактора Bcl-2 с одновременной гиперпродукцией транскрипционного фактора, регулирующего цикличность жизненных процессов в клетке – p53, T-reg $CD4^{+}CD25^{+}CD127^{-}$ – лимфоцитов, трансмембранного рецептора TNFR. Комбинация данных индикаторных показателей свидетельствует об индуцированной супрессии клеточного иммунитета и формирования избыточности процедуры клеточной гибели в условиях аэрогенной экспозиции алюминием.

Ключевые слова: апоптоз, иммунорегуляция, детское население, алюминий, иммунная система.

Под влиянием комплекса химических факторов окружающей и производственной среды происходят патологические изменения в различных органах и системах, функциональные, морфологические и генетические сдвиги в организме человека, при этом создается неблагоприятный фон в виде различных заболеваний иммунной и других систем [1].

Одними из основных звеньев иммунитета, осуществляющих иммунный ответ на внешнесредовые, в том числе техногенные химические факторы, являются регуляторные и эффекторные системы адаптивной ветви иммунитета. Клетки-эффекторы определяют специфичность иммунного ответа. Межклеточные взаимодействия регулируются с помощью медиаторов, одна их часть обладает плюрипотентным влиянием, т.е. действует на различные клетки-мишени, другая оказывает специфическое воздействие на определенные клеточные линии. Поэтому для углубленного изучения состояния иммунного ответа на токсиканты в качестве индикаторных диагностических критериев сенсибилизации используют показатели специфического иммунитета – Т- и В-лимфоциты, специфические антитела, а также показатели неспецифического иммунитета, цитокины, такие как интерлейкины, факторы роста, хемокины, клеточные (кинины) и гуморальные (лейкотриены, простагландины) медиаторы [2].

Нарушения иммунного статуса, возникшие в результате химического загрязнения воздушной среды, имеют особенное значение у детей, отличающихся повышенной чувствительностью к химическим токсикантам, сказываясь на их росте и

развитии, что обусловлено, прежде всего, незрелостью их системного и местного иммунитета. При этом прослеживается связь структуры заболеваемости с экологическими особенностями среды обитания [3].

Индуцирующее влияние неблагоприятных техногенных химических факторов на организм человека диктует необходимость углубленного изучения состояния иммунологического здоровья населения с целью научного обоснования современных профилактических мероприятий.

Цель исследования – оценка состояния иммунологического здоровья детей, проживающих в условиях внешнесредового аэрогенного воздействия алюминия.

Материалы и методы. Выполнено иммунологическое диагностическое обследование 50 детей в возрасте от 5–10 лет, постоянно проживающих и посещающих детские сады и школы в зоне влияния выбросов предприятия по производству первичного алюминия путем электролиза криолит-глиноземных расплавов, с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха химическими примесями, в том числе алюминием. Группу сравнения составили дети ($n = 30$), проживающие и посещающие учебные и дошкольные учреждения на условно чистой территории, где уровень содержания алюминия является допустимым.

Обследование включало в себя определение маркеров клеточной дифференцировки на проточном цитометре FACSCalibur фирмы Becton Dickinson с использованием универсальной программы CellQuestPrO.

Статистическая обработка результатов включала в себя описательную статистику и двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента. Различия между группами считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. По результатам проведенного иммунологического диагностического обследования состояния здоровья детского населения были выявлены нарушения иммунного статуса детей, проживающих в зоне с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха алюминием, которые заключались в достоверном ($p < 0,05$) повышении абсолютного и относительного содержания регуляторного маркера $CD4^+CD25^+CD127^-$ в группе наблюдения как по отношению к референтному интервалу, так и к аналогичным показателям контрольной группы. Также установлено достоверное снижение содержания TNFR (у 98 %) и повышение транскрипционного белка p53 относительно возрастной нормы у 60 % детей основной группы, причем содержание данных показателей достоверно превышало значения группы контроля более чем в 2,0 раза ($p < 0,05$). У 70 % детей наблюдается дефицит транскрипционного белка Bcl-2 и активационного маркера $CD3^+CD95^+$ в сравнении с нормой и контролем (таблица), отвечающих за иммунорегуляцию и апоптоз клеток.

Данные закономерности характеризуют нарушения иммунорегуляции программированных процессов клеточной гибели, что в условиях хронической гаптенной нагрузки может привести к развитию иммунодефицитных и аутоиммунных состояний.

Таким образом, клинико-лабораторные исследования состояния здоровья детей подтверждают наличие патологических изменений со стороны иммунной системы.

Иммунологические показатели детского населения в условиях аэрогенного воздействия алюминия

Показатель	Референтный уровень	Группа наблюдения, $n = 50$, $M \pm m$	Группа сравнения, $n = 30$, $M \pm m$
$CD3^+CD95^+$ – лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,40–0,70	$0,36 \pm 0,045^{*/**}$	$0,5 \pm 0,130$
$CD3^+CD95^+$ – лимфоциты, отн., %	15–25	$12,875 \pm 1,905^{*/**}$	$16,286 \pm 2,962$
$CD4^+CD25^+CD127^-$ лимфоциты, абс.,10^9/дм^3	0,015–0,040	$0,055 \pm 0,013^{*/**}$	$0,029 \pm 0,020$
$CD4^+CD25^+CD127^-$ лимфоциты, отн. %	0,8–1,2	$1,996 \pm 0,533^{*/**}$	$1,089 \pm 0,372$
TNFR, %	1–1,5	$1,134 \pm 0,437^{*/**}$	$0,337 \pm 0,174$
p53, %	1,2–1,8	$2,101 \pm 0,414^{*/**}$	$1,03 \pm 0,593$
Bcl-2, %	1–1,5	$0,773 \pm 0,256^{*}$	$0,659 \pm 0,506$

Примечание:

* – статистически достоверное различие с референтным значением по непарному критерию Стьюдента при $p < 0,05$;

** – статистически достоверное различие с группой сравнения по непарному критерию Стьюдента при $p < 0,05$.

Выводы. Особенности клеточной иммунорегуляции у детского населения, проживающего в условиях аэрогенной экспозиции алюминием, характеризовались дефицитом содержания апоптотических факторов: рецептора $CD3^+CD95^+$ в сравнении с нормой и контрольной группой, а также избыточной экспрессией внутриклеточного белкового фактора Bcl-2, супрессорного белка p53 и рецептора TNFR. Комбинация данных индикаторных показателей свидетельствует об индуцированной супрессии клеточного иммунитета и формирования избыточности процедуры клеточной гибели в условиях аэрогенной экспозиции алюминием.

Список литературы

1. Иммунитет у детей в условиях воздействия техногенных химических факторов [Электронный ресурс] / О.В. Долгих, Т.С. Лыхина, А.В. Кривцов [и др.] // Здоровье семьи – 21 век: электронный научный журнал. – 2010. – № 1 (1). – URL: http://www.fh-21.perm.ru/ (дата обращения: 21.03.2020).

2. Землянова М.А., Долгих О.В. Биомаркеры эффекта как показатели и критерии воздействия техногенных химических факторов окружающей и производственной среды на здоровье // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 11. – С. 31–33.

3. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы / И.В. Шугалей, А.В. Гарабаджиу, М.А. Илюшин [и др.] // Экологическая химия. – 2012. – Т. 21, № 3. – С. 172–186.

Оценка индикаторных показателей клеточного иммунитета и показателей апоптоза у детей в условиях избыточной аэрогенной гаптенной нагрузки (на примере Южной Сибири)

И.Н. Аликина, О.В. Долгих, Д.В. Ланин, А.Д. Образцова

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

Проведено исследование иммунного статуса у 236 детей Южной Сибири в возрасте от 4 до 10 лет. Изучены показатели клеточного иммунитета, регулирующие апоптоз методом проточной цитометрии. Анализ иммунного статуса показал снижение относительного и абсолютного количества $CD3^+$Т-лимфоцитов, увеличение относительного и абсолютного содержания $CD3^+CD25^+$ и $CD3^+CD127^-$ Т-лимфоцитов, экспрессию молекул p53 и TNFR1, регулирующих запуск апоптоза. У детей дошкольного и младшего школьного возраста в условиях избыточной аэрогенной гаптенной нагрузки (на примере территории Южной Сибири) непрерывное воздействие поллютантов сопровождается угнетением отдельных звеньев неспецифического и адаптивного иммунитета, вовлекающих механизмы активации и индукции апоптоза клеток иммунной системы.

Ключевые слова: апоптоз, дети, клеточный иммунитет, среда обитания, Южная Сибирь.

Многочисленные исследования последних лет убедительно доказывают, что наиболее чувствительными к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды оказываются дети дошкольного и младшего школьного возраста [2, 3]. У детей, проживающих в зоне повышенной техногенной нагрузки, имеет место хроническое поступление в организм малых доз токсикантов промышленного происхождения, действие которых в первую очередь затрагивает иммунную систему [2, 3]. Ранняя диагностика изменений в функционировании иммунной системы у детей, проживающих на загрязненных территориях, перспективна для выявления маркеров тяжести техногенной нагрузки и разработки системы эффективной реабилитации. Территории Южной Сибири по уровню загрязнения атмосферного воздуха занимают первые три ранга среди регионов Российской Федерации [5]. При углубленном изучении состояния здоровья этих детей в качестве приоритетных выявляются такие патологии, как болезни органов дыхания, опорно-двигательной системы, нервной системы, болезни сердечно-сосудистой системы и др. [4], что свидетельствует о регуляторных гомеостатических нарушениях в организме и необходимости оценки состояния иммунной системы. Поэтому актуальным является анализ особенностей иммунного статуса, клеточной гибели иммуноцитов у детей-дошкольников, постоянно проживающих на техногенно нагруженных территориях Южной Сибири.

Цель работы – оценка показателей клеточного иммунитета у детей в условиях в условиях избыточной аэрогенной гаптенной нагрузки на примере территории Юга Сибири.

Материалы и методы. В рамках программы исследования было проведено комплексное клинико-функциональное обследование 236 детей в возрасте 4–10 лет.

Группу наблюдения составили 189 детей из районов с избыточной аэрогенной гаптенной нагрузкой (Юг Сибири). Группа сравнения состояла из 47 здоровых детей, проживающих и посещающих детские учреждения на условно-чистой территории Юга Сибири. Обе группы были сопоставимы по полу и возрасту.

Исследование иммунного статуса включало определение общего содержания лейкоцитов, относительного и абсолютного содержания лимфоцитов стандартными методами лабораторного анализа. Анализ относительного и абсолютного количества следующих субпопуляций лимфоцитов осуществляли по экспрессии соответствующих мембранных маркеров: $CD3^+$-Т-лимфоциты; $CD3^+CD25^+$; $CD3^+CD95^+$, $CD4^+CD25^+CD127^-$– активированные Т-лимфоциты, с использованием соответствующих моноклональных антител. Для анализа использовалась суспензия мононуклеарных клеток периферической крови, выделенных путем центрифугирования в градиенте плотности фиколл-верографина. Окрашивание осуществляли согласно методике производителя моноклональных антител. Анализ проводили методом проточной цитометрии при помощи универсальной программы CellQuestPrO.

Для оценки системы апоптоза исследовали внутриклеточную экспрессию белков – Bax, Bcl-2, p53 и поверхностную экспрессию рецептора к фактору некроза опухоли α 1-го типа (TNFR1 – tumor necrosis factor receptor) методом проточной цитометрии с использованием соответствующих моноклональных антител.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2010 и Statistica 6.0. Поскольку распределение данных в исследуемых группах подчинялось закону нормального распределения, рассчитывали средние величины и ошибки средних. Статистическая достоверность различий оценивалась по непарному *t*-критерию Стьюдента. Для отклонения нулевой гипотезы (отсутствие различий) принимались уровни статистической значимости $p < 0{,}05$. В ряде случаев для оценки взаимосвязи признаков рассчитывали корреляцию Пирсона (r).

Результаты. Проведенные исследования показали следующие изменения иммунной реактивности. Установлено, что у детей группы наблюдения общее содержание лейкоцитов статистически значимо не отличалось от группы сравнения, однако относительное и абсолютное количество Т-лимфоцитов ($CD3^+$) было достоверно ниже, чем в группе сравнения (таблица).

При анализе субпопуляционного состава Т-лимфоцитов в группе наблюдения количество Т-лимфоцитов, несущих маркер ранней активации – молекулу CD25 ($CD3^+CD25^+$), а также CD127 ($CD4^+CD25^+CD127^-$), было достоверно выше, чем в группе сравнения. Молекула CD25 является рецептором для ИЛ-2 – основного аутокринного регулятора дифференцировки и пролиферации Т-лимфоцитов. Молекула CD127 является рецептором к ИЛ-7 и экспрессируется на незрелых Т-клетках. Таким образом, у детей, проживающих на техногенно неблагополучной территории, снижение относительного и абсолютного количества Т-лимфоцитов сопровождается признаками их ранней активации и незрелости.

Обратной стороной процесса активации является запуск апоптоза. Экспрессия молекулы CD95 на Т-лимфоцитах свидетельствует о готовности клетки к вступлению в апоптоз. У детей группы наблюдения количество $CD3^+CD95^+$ Т-лимфоцитов статистически значимо не отличалось от группы сравнения, но экспрессия молекул p53 и TNFR1 была достоверно выше (см. табл.). Следует отметить, что p53 является проапоптотическим белком, экспрессия которого увеличивается в ответ на различные

воздействия (повреждения ДНК, гипоксия, стимуляция митогенами и др.). p53 регулирует транскрипцию более 2000 генов, содержащих p53-связывающие сайты, выступая транскрипционным фактором, контролируя большинство процессов жизнедеятельности клетки, в том числе и апоптоз. TNFR1 является рецептором провоспалительного цитокина фактора некроза опухоли альфа (TNF-α), связываясь с которым TNF-α активирует апоптоз и ряд других процессов, направленных на поддержание жизнедеятельности клетки. Полученные результаты свидетельствуют о том, что хроническое поступление активирующих агентов (поллютантов) в организм детей влияет на процессы, контролирующие созревание и дифференцировку Т-клеток, что приводит к поступлению в периферическую кровь незрелых Т-лимфоцитов с признаками ранней активации и готовности к вступлению в апоптоз, не способных к адекватному ответу на антигенную стимуляцию, что увеличивает в перспективе риск развития у них аутоиммунных, онкологических заболеваний.

Показатели клеточного и гуморального иммунитета у детей
с функциональными дисфункциями вегетативной нервной системы

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения
Лейкоциты, абс., 10^9/дм^3	6,19 ± 0,58	5,78 ± 0,50
Лимфоциты, %	45,64 ± 3,10*	51,00 ± 1,43
Лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	2,71 ± 0,18	2,95 ± 0,32
Т-лимфоциты ($CD3^+$), %	66,14 ± 1,52	68,57 ± 4,05
Т-лимфоциты ($CD3^+$), абс., 10^9/дм^3	1,78 ± 0,10*	2,12 ± 0,27
$CD3^+CD25^+$ лимфоциты, %	5,57 ± 0,52*	3,57 ± 0,57
$CD3^+CD25^+$ лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,15 ± 0,02*	0,11 ± 0,01
$CD3^+CD95^+$ лимфоциты, %	13,43 ± 0,97	16,29 ± 3,96
$CD3^+CD95^+$ лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,35 ± 0,02	0,50 ± 0,09
$CD4^+CD25^+CD127^-$ лимфоциты, %	2,06 ± 0,28*	1,09 ± 0,30
$CD4^+CD25^+CD127^-$ лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,05 ± 0,01*	0,03 ± 0,01
p53, %	2,23 ± 0,44*	1,03 ± 0,26
TNFR1, %	1,06 ± 0,22*	0,34 ± 0,08

Примечание: * – статистически достоверное различие с группой сравнения по непарному критерию Стьюдента при $p < 0,05$.

Таким образом, постоянная экспозиция поллютантов приводит к существенным нарушениям системы иммунитета. Особенности иммунного статуса детского населения Южной Сибири связаны с угнетением отдельных звеньев неспецифической резистентности и адаптивного иммунитета ($CD3^+CD25^+$, $CD4^+CD25^+CD127^-$), нарушением механизмов, контролирующих активацию и индукцию апоптоза иммуноцитов (p53 и TNFR1).

Список литературы

1. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–86.

2. Бабушкина Н.П., Черепанова М.В. Влияние экологических факторов на развитие детского организма. – Владивосток: Издательство ВГЭУС, 2004. – 184 с.

3. Вельтищев Ю.Е., Фокеева В.В. Экология и здоровье детей. Химическая экопатология. – М.: Московский НИИ педиатрии и детской хирургии, 1996. – 57 с.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Иркутской области в 2017 году: Государственный доклад Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: https: http://rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/0b3/gosudarstvennyy-doklad-2016.pdf (дата обращения: 23.03.2020).

5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: https: http://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php? ELEMENT_ID = 10145 (дата обращения: 23.03.2020).

Специфическая сенсибилизация у детей младшего школьного возраста в условиях воздействия химических факторов риска

Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, А.С. Ширинкина, Д.А. Эйсфельд

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

Проведен анализ особенностей иммунной регуляции в условиях комбинированного химического воздействия, формирующих сенсибилизацию у детей младшего школьного возраста г. Перми. По результатам иммунологических исследований установлено наличие изменений со стороны гуморального иммунитета, которые проявляются дефицитом сывороточных иммуноглобулинов класса G и класса M ($p < 0,05$). Наблюдается избыточная экспрессия общего IgE у 41,7 % детей. Выявлена гиперпродукция специфических IgE к формальдегиду, марганцу, никелю и специфических IgG к фенолу, свинцу, бензолу ($p < 0,05$). Установленные нарушения иммунной регуляции указывают на адъювантную роль химических факторов риска (гаптенов) в формировании специфической сенсибилизации у детей младшего школьного возраста. Одновременно условия избыточной гаптенной нагрузки формируют пониженную резистентность к облигатным антигенам и вероятность частых простудных заболеваний.

Ключевые слова: специфическая сенсибилизация, дети, школьный возраст, химические факторы риска, иммуноглобулины.

Высокие темпы освоения окружающей среды определяют необходимость изучения негативного воздействия техногенных средовых факторов на здоровье населения и на состояние регуляторных систем, обеспечивающих адаптационные резервы организма в измененных условиях существования [4].

Химическое загрязнение городской среды в зонах влияния предприятий промышленного комплекса приводит к формированию нарушений механизмов иммунной реактивности, которые ассоциированы с токсическим действием поллютантов на иммунокомпетентные клетки как продуцентов растворимых медиаторов, что приводит к развитию сенсибилизирующих эффектов и проявлений аллергических заболеваний [1, 2, 5, 8].

Особенности изменения параметров иммунной регуляции могут выступать адекватными критериями для задач разработки научно обоснованной системы диагностических и лечебно-профилактических мероприятий по минимизации вреда здоровью, наносимого загрязнением среды обитания [6, 7].

Цель работы – оценка особенностей специфической гиперчувствительности у детей младшего школьного возраста г. Перми, проживающих в условиях воздействия химических факторов риска.

Материалы и методы. При углубленном изучении состояния здоровья детского населения г. Перми было выполнено химико-аналитическое и иммунологическое диагностическое обследование 67 детей младшего школьного возраста, постоянно проживающих в зоне влияния химических факторов риска. Группу контроля составили 20 детей младшего школьного возраста, проживающих на относительно «чистой» территории.

Проведено химико-аналитическое исследование биосред (кровь) на содержание марганца, никеля, формальдегида, бензола, фенола и свинца методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500cx (Agilent Technologies Inc., США) в соответствии с МУК 4.1.3230–14 «Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой» [3].

Изменение содержания специфического к поллютантам (марганец, никель, формальдегид) иммуноглобулина класса E (IgE) и специфического к поллютантам (свинец, бензол, фенол) иммуноглобулина класса G (IgG) определяли в аллергосорбентном тесте с ферментной меткой. Идентифицировали специфические реагины с использованием конъюгированных с пероксидазой антител.

Содержание IgE общего определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА).

Определение в сыворотке крови иммуноглобулинов классов G, A, M проводили при помощи реакции радиальной иммунодиффузии (по Манчини). Метод основан на специфическом связывании антитела с антигеном.

Для качественного осуществления статистического анализа данных обработка материала проводилась с использованием программы Microsoft ® Office Excel 2003 и пакета прикладных программ Statistica 6.0. Данные обрабатывали методом вариационной статистики с расчетом среднего арифметического, его стандартной ошибки. Достоверность различий определяли по *t*-критерию Стьюдента, оценку зависимостей между признаками с помощью корреляционно-регрессионного анализа, критерия Фишера и коэффициента детерминации (R^2). Качественные данные представлены в виде абсолютных или относительных (%) частот, количественные признаки представлены как $M \pm m$ (среднее арифметическое ± ошибка среднего). Достоверность отличий между группами считали значимыми при $p < 0{,}05$.

Результаты. Химико-аналитический анализ биосред показал, что у наблюдаемой группы детского населения достоверно повышено содержание никеля (у 69,5 %

детей), свинца (у 93,2 % детей), формальдегида (у 98 % детей) и бензола (у 93,1 % детей) в крови относительно референтного уровня ($p < 0,05$).

Относительно группы контроля также прослеживается рост концентрации поллютантов в крови: содержание марганца выше в 1,1 раза, никеля в 1,8 раза, свинца в 2,9 раза, формальдегида в 1,4 раза, бензола в 1,5 раза, фенола в 1,2 раза ($p < 0,05$) (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная оценка содержания поллютантов в крови детей младшего школьного возраста

Показатель	Референтный уровень	Группа наблюдения, $n = 67$, $M \pm m$	Группа сравнения, $n = 20$, $M \pm m$
Марганец [кровь], мкг/см^3	0,004– 0,013	0,012 ± 0,001*/**	0,011 ± 0,001
Никель [кровь], мкг/см^3	0,00202–0,00225	0,01068 ± 0,00208*/**	0,00585 ± 0,00131
Свинец [кровь], мкг/см^3	0,0067–0,0144	0,06142 ± 0,00779*/**	0,02131 ± 0,00365
Формальдегид [кровь], мкг/см^3	0,005–0,0076	0,031375 ± 0,002676*/**	0,02256 ± 0,002554
Бензол [кровь], мкг/см^3	0–0	0,001034 ± 0,00016*/**	0,000708 ± 0,000196
Фенол [кровь], мкг/см^3	0,01–0,0369	0,016036 ± 0,003027*/**	0,01325 ± 0,00066

Примечание:
* – разница достоверна относительно референтного уровня ($p < 0,05$);
** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

Клинико-лабораторные исследования состояния здоровья детского населения младшего школьного возраста подтверждают наличие патологических изменений со стороны иммунной системы. Так, сравнительный анализ с показателями физиологической нормы и контрольной группой показал достоверные разнонаправленные изменения содержания сывороточных иммуноглобулинов классов G, A и M с преимущественным дефицитом IgA и IgM по отношению к возрастной норме ($p < 0,05$).

Сравнение с группой контроля выявило снижение анализируемых антител с достоверным дефицитом (в 1,1 раза) в сравнении с контролем IgM ($p < 0,05$) (снижение на 10 %). Также относительно контрольной группы прослеживается понижение IgA в 1,2 раза ($p < 0,05$).

Анализ отношения шансов изменения показателей гуморального иммунитета при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволил установить достоверное ($p < 0,05$) понижение концентрации IgA при увеличении концентрации марганца, свинца и никеля в крови ($R^2 = 0,15–0,34$ при $p < 0,05$).

Одновременно у 41,7 % детей выявлен достоверно повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень общей сенсибилизации (содержание IgE общего – 172,6 ± 76,8 МЕ/мл при норме <50,0) ($p < 0,05$). При этом по отношению к группе контроля данный показатель выше в 1,4 раза ($p < 0,05$).

Достоверно повышен по отношению к норме уровень специфической сенсибилизации по критерию иммуноглобулина класса G к бензолу (у 54 %), фенолу (у 65,1 %) и свинцу (у 77,8 %) ($p < 0,05$).

Достоверно повышен по отношению к контролю уровень специфической сенсибилизации по критерию иммуноглобулина класса E к марганцу (выше в 4,7 раза), никелю (выше в 4,5 раза), формальдегиду (выше в 9,5 раза), и уровень специфической сенсибилизации по критерию иммуноглобулина класса G к бензолу (выше в 2,3 раза), фенолу (выше в 4,3 раза) и свинцу (выше в 4,4 раза) ($p < 0,05$) (табл. 2).

Таблица 2

Иммунологические показатели детей младшего школьного возраста, проживающих в зоне влияния химических факторов риска

Показатель	Референтный уровень	Группа наблюдения, $n = 67$, $M \pm m$	Группа сравнения, $n = 20$, $M \pm m$
IgG, г/дм^3	10,96–16	11,752 ± 0,451*/**	10,076 ± 0,974
IgM, г/дм^3	1,26–2,2	1,338 ± 0,062*/**	1,475 ± 0,125
IgA, г/дм^3	1,17–2,2	1,422 ± 0,080*/**	1,586 ± 0,213
IgE общий, МЕ/см^3	0–49,9	172,633 ± 76,800*/**	124,416 ± 81,664
IgE спец. к марганцу, МЕ/см^3	0–1,21	0,228 ± 0,050*/**	0,049 ± 0,009
IgE спец. к никелю, МЕ/см^3	0–1,55	0,224 ± 0,037*/**	0,05 ± 0,014
IgE спец. к формальдегиду, МЕ/см^3	0–1,5	0,312 ± 0,063*/**	0,033 ± 0,007
IgG спец. к бензолу, усл. ед.	0–0,15	0,169 ± 0,030*/**	0,074 ± 0,023
IgG спец. к фенолу, усл. ед.	0–0,13	0,27 ± 0,053*/**	0,063 ± 0,012
IgG спец. к свинцу, усл. ед.	0–0,1	0,257 ± 0,044*/**	0,059 ± 0,013

Примечание:
* – разница достоверна относительно референтного уровня ($p < 0,05$);
** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

Анализ отношения шансов повышения специфической гиперчувствительности при повышении концентрации контаминантов в биологических средах позволил установить достоверное ($p < 0,05$) повышение концентрации IgG к бензолу, фенолу и свинцу при возрастании концентрации соответственно бензола, фенола и свинца в крови ($R^2 = 0,53–0,70$ при $p < 0,05$).

Выводы. У детского населения младшего школьного возраста, проживающего в зоне техногенного воздействия, выявлены нарушения гуморального звена иммунитета, выражающиеся в снижение сывороточных IgA и IgM по отношению к возрастной норме и группе контроля ($p < 0,05$). Наблюдается гиперпродукция общего IgE по отношению к норме и группе контроля, а также специфических IgE к марганцу, никелю, формальдегиду и специфических IgG к бензолу, фенолу, свинцу ($p < 0,05$). Активация специфического гуморального иммунитета с развитием процессов повышенной чувствительности к химическим гаптенам формирует фон низкой устойчивости к развитию инфекционных и психоэмоциональных стрессовых сценариев.

Список литературы

1. Белоусова Н.А. Шибков А.А., Байгужин П.А. Анализ состояния здоровья детей и подростков, проживающих в условиях промышленного мегаполиса // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 2. – С. 38–43.

2. Изменение иммунных регуляторных показателей у детского населения в условиях промышленного загрязнения металлами / К.Г. Старкова, И.Н. Аликина, М.А. Гусельников [и др.] // Российский иммунологический журнал. – 2017. – № 11 (3). – С. 512–514.

3. МУК 4.1.3230–14. Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://docs.cntd.ru/document/495856222 (дата обращения: 20.03.2020).

4. Техногенное загрязнение окружающей среды и здоровье населения: анализ ситуации и прогноз / Е.Д. Савилов, Е.В. Анганова, С.В. Ильина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 6. – С. 507–512.

5. Характеристика регуляторных систем у детей при воздействии химических факторов среды обитания / Д.В. Ланин, Н.В., Зайцева М.А. Землянова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 2. – С. 23–26.

6. Duramad P., Holland N.T. Biomarkers of immunotoxicity for environmental and public health research // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2011. – Vol. 8, № 5. – P. 1388–1401. DOI: 10.3390/ijerph8051388

7. Lehmann I., Sack U., Lehmann J. Metal ions affecting the immune system // Met. Ions Life Sci. – 2011. – № 8. – P. 157–185.

8. MacGillivray D.M., Kollmann T.R. The role of environmental factors in modulating immune responses in early life // Front. Immunol. – 2014. – № 5. – P. 434. DOI: 10.3389/fimmu.2014.00434

Индикаторные показатели иммунного и генетического статуса населения, ассоциированные с экспозицией алюминием

Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, М.А. Гусельников, А.–С.А. Путилова, А.С. Галиуллина

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

Проведенные иммунологические исследования населения позволили выявить наличие нарушений иммунной регуляции: наблюдается достоверное повышение по отношению к норме и контролю относительного и абсолютного содержания регуляторных клеток CD127-, антиапоптотического фактора Bcl-2, а также снижение относительных значений активационных маркеров CD95+ и CD25+. Одновременно установлен повышенный по отношению к возрастной норме и показателям группы контроля уровень специфической сенсибилизации организма к алюминию. Выявленные особенности клеточного и гуморального иммунитета сопровождаются измененным по сравнению с неэкспонированной гаптеном выборкой уровнем частотности вариантных аллелей следующих генов: ген эндотелиальной NO-синтазы *eNOS* (rs1799983); гены систем детоксикации – копропорфириногеноксидаза *CPOX* (rs1131857), сульфтрансфераза *SULT1A1* (rs 9282861); онкоген *BRCA1* (rs39509890).

Ключевые слова: алюминий, взрослое население, гены детоксикации, сенсибилизация, CD-иммунограмма.

Алюминий относится к иммунотоксичным элементам для здоровья человека [5]. В первую очередь алюминий известен как нейротоксичный металл [11], действие которого выражается в нарушениях двигательной активности, снижении или потере

памяти, психопатических реакциях [1]. Одним из основных описываемых в литературе нейротоксических эффектов алюминия является его участие в возникновении и развитии состояний деменции, и в частности болезни Альцгеймера [6]. Так, в исследовании C. Exley (1999) была озвучена «каскадная гипотеза» развития болезни Альцгеймера, где алюминий повышает полимеризацию белка амилоида и SDS – формы стабильных олигомеров (*in vitro*). [8]. Алюминий относится также к иммунотоксичным элементам, он способен кумулироваться и подавлять функцию макрофагов, Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов, вызывает супрессию клеточных реакций и митогенный эффект лимфоцитов [2, 4]. Данный элемент способствует обострению ряда аутоиммунных заболеваний, обладает мутагенной активностью [7]. Особенности функционального состояния системы иммунной регуляции, определяющей адаптационный потенциал и устойчивость организма в условиях постоянной техногенной трансформации среды обитания, могут использоваться в качестве индикаторных критериев для решения задачи своевременного выявления предпосылок развития аутоиммунных и аллергических заболеваний [9–12].

Цель работы – оценка особенностей генетических и индикаторных показателей иммунной регуляции взрослого населения, ассоциированных с экспозицией алюминием.

Материалы и методы. При углубленном изучении состояния здоровья взрослого населения было выполнено химико-аналитическое, иммунологическое и генетическое диагностическое обследование 78 человек (35 ± 0,73 г.), постоянно проживающих в зоне техногенной «алюминиевой» провинции. Группу контроля составили 22 человека (38 ± 1,29 г.), не экспонированные алюминием.

Проведено химико-аналитическое исследование биосред на содержание алюминия методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500cx (Agilent Technologies Inc., США) в соответствии с МУК 4.1.3230–14 «Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой» [3].

Изменение содержания специфического к поллютанту (алюминию) иммуноглобулина класса G (IgG) определяли в аллергосорбентном тесте с ферментной меткой.

Фенотипирование лимфоцитов проводили на проточном цитометре FACSCalibur с использованием универсальной программы CellQuest.PrO. Определение популяций и субпопуляций лимфоцитов (CD25+, CD95+, CD127-) проводили методом мембранной иммунофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител к мембранным CD-рецепторам. Определение уровня экспрессии белка Bcl-2 проводили с использованием соответствующих МКАТ и одновременным проведением процедуры отрицательного изотипического контроля.

У всех обследуемых был изучен полиморфизм (SNP – single-nucleotide polymorphisms – однонуклеотидные замены) генов *eNOS, CPOX, SULT1A1, BRCA1, FAS*. Генетический материал был выделен из периферической крови с помощью набора для экстракции ДНК из клинического материала «ДНК-сорб-В». Полиморфизм rs1131857 (ген *CPOX*), rs1799983 (ген *eNOS*), rs 9282861 (ген *SULT1A1*), rs3950989 (ген *BRCA1*), rs1159120 (ген *FAS*) генотипировали с использованием наборов «SNP-скрин» на приборе CFX96 Real Time System. Генетические особенности выявляли методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени

и аллельной дискриминации на основе диагностики однонуклеотидных полиморфизмов. Программа амплификации: 95 °С – 3 мин, 40 циклов из 95 °С (15 с) и 63 °С (40 с). В каждой серии анализов использовали 4 контроля: для нормального гомозиготного генотипа, для гетерозиготного генотипа, для вариантного гомозиготного генотипа, отрицательный контроль.

Для качественного осуществления статистического анализа данных обработка материала проводилась с использованием программы Microsoft ® Office Excel 2003 и пакета прикладных программ Statistica 6.0. Данные обрабатывали методом вариационной статистики с расчетом среднего арифметического, его стандартной ошибки. Достоверность различий определяли по *t*-критерию Стьюдента, оценку зависимостей между признаками с помощью корреляционно-регрессионного анализа, критерия Фишера и коэффициента детерминации (R^2). Качественные данные представлены в виде абсолютных или относительных (%) частот, количественные признаки представлены как $M \pm m$ (среднее арифметическое ± ошибка среднего). Достоверность отличий между группами считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Химико-аналитический анализ биосред показал, что у наблюдаемой группы взрослого населения достоверно повышено содержание алюминия в моче по сравнению с референтным уровнем в 1,7 раза ($p < 0,05$). Относительно группы контроля также наблюдается рост концентрации алюминия в моче в 6 раз ($p < 0,05$) (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная оценка содержания алюминия в крови взрослого населения

Показатель	Референтный уровень	Группа наблюдения, $n = 78$, $M \pm m$	Группа сравнения, $n = 22$, $M \pm m$
Алюминий [моча], мг/дм^3	0–0,007	0,012 ± 0,003*/**	0,002 ± 0,00227

Примечание:
* – разница достоверна относительно референтного уровня ($p < 0,05$);
** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

Клинико-лабораторные исследования состояния здоровья взрослого населения подтверждают наличие патологических изменений со стороны иммунной системы. Наблюдаются достоверные отклонения показателей CD-иммунограммы относительно нормы: у 64 % из 78 человек и 87 % из 78 человек выявлено достоверное повышение показателей относительного и абсолютного (соответственно) содержания Т-регуляторных лимфоцитов (CD127-), отвечающих за супрессию иммунного ответа, и повышение антиапоптотического фактора Bcl-2 (в 1,9 раза выше нормы), одновременно с этим снижены значения активационных маркеров CD95+ и CD25+ (ниже в 1,6 и в 1,4 раза соответственно).

Тем не менее у группы наблюдения показан достоверный рост антиапоптотического белка Bcl-2 (выше в 2,8 раза), абсолютных и относительных CD127-лимфоцитов (выше в 1,9 и в 2,4 раза соответственно), а также активационных клеточных маркеров CD95+ и CD25+ (выше в 1,9 и в 1,8 раза соответственно) по отношению к группе контроля ($p < 0,05$).

Использование методического приема оценки отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации алюминия в биологических средах позволило установить достоверное ($p < 0,05$) повышение CD95+, CD25+, Bcl-2, CD127- при увеличении концентрации алюминия в моче ($R^2 = 0,15–0,49$ при $p < 0,05$).

Одновременно у 65 % из 78 взрослых выявлен повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень специфической сенсибилизации организма к алюминию по критерию иммуноглобулина класса G (содержание специфического IgG к алюминию – 0,196 ± 0,037 усл. ед. при норме <0,1). Также в 3,1 раза достоверно повышен уровень специфической сенсибилизации к алюминию по критерию IgG по отношению к группе контроля ($p < 0,05$).

Анализ отношения шансов изменения показателей гуморального иммунитета при возрастании концентрации алюминия в биологических средах позволил установить достоверное ($p < 0,05$) повышение общей сенсибилизации (по критерию IgE общего) при увеличении концентрации алюминия в моче ($R^2 = 0,06–0,25$ при $p < 0,05$) (табл. 2).

Таблица 2

Иммунологические показатели взрослого населения в условиях аэрогенного воздействия алюминия

Показатель	Референтный уровень	Группа наблюдения, $n = 78$, $M \pm m$	Группа сравнения, $n = 22$, $M \pm m$
Bcl-2, %	1–1,5	2,813 ± 0,919*/**	1,017 ± 0,427
$CD127^-$лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,015–0,04	0,082 ± 0,026*/**	0,043 ± 0,026
$CD127^-$лимфоциты, отн., %	0,8–1,2	4,005 ± 0,943*/**	1,704 ± 0,711
$CD3^+CD25^+$-лимфоциты, отн., %	13–24	9,097 ± 2,37*/**	5,143 ± 1,677
$CD3^+CD95^+$-лимфоциты, отн., %	39–49	24,71 ± 3,546*/**	13,143 ± 2,33
$IgG_{спец.}$ к алюминию, усл. ед.	0–0,1	0,196 ± 0,037*/**	0,063 ± 0,032

Примечание:
* – разница достоверна относительно референтного уровня ($p < 0,05$);
** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

С помощью генетического анализа были установлены повышенные уровни частотности вариантных аллелей (табл. 3).

Таблица 3

Особенности генетического полиморфизма у населения в условиях техногенного воздействия

Ген (полиморфизм)	Генотип, аллель	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %
FAS (rs 1159120)	CC	67	87
	CT	33	13
	TT	0	0
	C	83	92
	T	17	8
CPOX (rs1131857)	AA	40	43
	AC	60	57
	CC	0	9,7
	A	70	71
	C	30	29
SULT1A1 rs 9282861	GG	24	30
	GA	14	40
	AA	62	30
	G	31	50
	A	69	50

Так, повышение наблюдается у следующих генов: ген сосудистых факторов *eNOS* (rs1799983) (эндотелиальная NOсинтаза); гены систем детоксикации – копропорфириногеноксидазы *CPOX* (rs1131857), сульфтрансферазы *SULT1A1* (rs 9282861); ген онкологических процессов *BRCA1* (rs3950989)

Выводы. Таким образом, у взрослого населения, проживающего в условиях техногенной провинции, характеризующейся аэрогенным загрязнением среды алюминием, выявлены нарушения со стороны иммунной системы, выражающиеся в избыточной индукции факторов гуморального и внутриклеточного иммунитета (гиперэкспрессия CD127-, Bcl-2, повышение специфической сенсибилизации организма к алюминию), ассоциированных с полиморфностью генов второй фазы детоксикации *CPOX* (rs1131857), *SULT1A1* (rs 9282861).

Список литературы

1. Галазий О.В. Анализ экологической обстановки и ее влияние на здоровье населения Иркутской области // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2001. – № 4 (18). – С. 7–11.

2. Долгих О.В., Кривцов А.В., Бубнова О.А. Иммуногенетические показатели у работающих в условиях сочетанного воздействия пыли и производственного шума // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9, № 18. – № 2 (1). – С. 551–553.

3. МУК 4.1.3230–14. Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://docs.cntd.ru/document/495856222 (дата обращения: 11.03.2020).

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

5. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы / И.В. Шугалей, А.В. Гарабаджиу, М.А. Илюшин [и др.] // Экологическая химия. – 2012. – № 21 (3). – С. 172–186.

6. Bondy S.C. Low levels of aluminium can lead to behavioral and morphological changes associated with Alzheimer's disease and age-related neurodegeneration // Neurotoxicology. – 2016. – № 52. – P. 222–229.

7. Duramad P., Holland N.T. Biomarkers of immunotoxicity for environmental and public health research // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2011. – Vol. 8, № 5. – P. 1388–1401. DOI: 10.3390/ijerph8051388

8. Exley C. A molecular mechanism of aluminum-induced Alzheimer's disease // J. Biorg. Chem. – 1999. – Vol. 76, № 2. – P. 133–140. DOI: 10.1016/s0162-0134 (99) 00125-7

9. Lehmann I., Sack U., Lehmann J. Metal ions affecting the immune system // Met. Ions Life Sci. – 2011. – № 8. – P. 157–185.

10. MacGillivray D.M., Kollmann T.R. The role of environmental factors in modulating immune responses in early life // Front. Immunol. – 2014. – № 5. – P. 434. DOI: 10.3389/fimmu.2014.00434

11. Yokel R. The toxicology of aluminum in the brain: a review // Neurotoxicology. – 2000. – Vol. 21, № 5. – P. 813–828.

12. Impact of aluminum exposure on the immune system: a mini review / Y.Z. Zhu, D.W. Liu, Z.Y. Liu [et al.] // Environ Toxicol Pharmacol. – 2013. – Vol. 35, № 1. – P. 82–87. DOI: 10.1016/j.etap.2012.11.009

Показатели клеточной гибели в условиях аэрогенной экспозиции алюминием

О.В. Долгих, Д.Г. Дианова, А.В. Кривцов

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

Нарушение процесса контроля клеточной гибели, например, в условиях негативного влияния факторов среды обитания, ведет к нарушению клеточного гомеостаза и является одним из факторов, способствующих развитию иммунопатологических реакций.

Осуществлена оценка показателей иммунного статуса, характеризующих клеточную гибель у населения, проживающего на территории аэрогенной экспозиции алюминием. Анализ химико-аналитических и иммунологических показателей позволил установить, что в результате негативного влияния на организм аэрогенной экспозиции алюминием происходит модификация клеточной гибели иммунокомпетентных клеток. Установлено, что у взрослого населения, проживающего на территории, характеризующейся аэрогенной экспозицией соединениями алюминия, статистически значимо ($p < 0,05$) в 1,8 раза повышено содержание алюминия в крови по сравнению с обследуемыми, проживающими на «условно чистой» территории. Установлено, что у взрослого населения, экспонированного алюминием, статистически значимо ($p < 0,05$) в 2,5 раза снижена экспрессия $CD3^{+}CD95^{+}$-маркера и в 3,4 раза снижено количество $AnnexinV\text{-}FITC^{+}7AAD^{-}$-клеток относительно значений, полученных у неэкспонированных алюминием обследуемых. Результаты, полученные в настоящем исследовании, свидетельствуют об изменении восприятия апоптотического сигнала иммунокомпетентными клетками и снижении реализации клеточной гибели по механизму апоптоза в условиях повышенного содержания алюминия в биосредах (кровь).

Ключевые слова: алюминий, клеточная гибель, $CD95^{+}$-маркер, аэрогенная экспозиция, иммунная система.

Иммунной системе принадлежит ведущая роль в обеспечении и поддержании клеточного гомеостаза организма, а также формировании согласованных реакций его отдельных систем в ответ на внешние воздействия, в том числе и на химические техногенные факторы среды [7]. Наиболее важным показателем, определяющим степень функционального расстройства деятельности иммунной системы, является клеточная гибель [4]. Клеточная гибель – это необратимая утрата первостепенных и жизненно необходимых функций клетки (особенно производство АТФ и поддержание баланса между окислительными и восстановительными процессами), неизбежно ведущая к потере целостности клетки (проницаемость цитоплазматической плазматической мембраны или фрагментация клеток) [13]. Нарушение процесса контроля клеточной гибели (апоптоз, некроз) ведет к сдвигам гомеостаза и является одним из множества факторов, способствующих развитию иммунопатологического состояния [1, 3].

В современных социально-экономических условиях постоянно продолжающееся загрязнение среды обитания химическими примесями, в том числе содержащими алюминий, может способствовать ухудшению здоровья населения. На сегодняшний день алюминий (Al) и его сплавы широко применяются во многих отрас-

лях промышленности, а также в строительстве, что приводит к техногенному загрязнению алюминием окружающей среды. Вызывает обеспокоенность токсического воздействия алюминия на организм человека. Предполагают, что иммунная система наряду с нервной, репродуктивной системами является мишенью токсического действия алюминия [8, 11].

Следовательно, неблагоприятное влияние на организм человека химических веществ техногенного происхождения диктует необходимость углубленного изучения состояния иммунологического здоровья населения для раннего выявления иммунных нарушений и проведения своевременных, адекватных и обоснованных лечебно-профилактических мероприятий.

Цель работы – оценка показателей иммунного статуса, характеризующих клеточную гибель у взрослого населения, проживающего на территории поступления алюминия в атмосферный воздух.

Материалы и методы. Настоящее исследование выполнено в соответствии с обязательным соблюдением этических принципов медико-биологических исследований, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 1983 г. Исследование одобрено этическим комитетом Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения. Всего, включая группу контроля, обследовано 69 человек. Группу наблюдения составили 47 обследованных, постоянно проживающих на территории поступления алюминия в атмосферный воздух (территория наблюдения), группу контроля – 22 человека, проживающих на территории относительного санитарно-гигиенического благополучия (контрольная территория).

Количественное определение алюминия в крови осуществлялось на квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Agilent 7500cx (Agilent Technologies, США) с октопольной реакционно / столкновительной ячейкой (ORS).

Фенотипирование лимфоцитов, идентификацию мембранных маркеров апоптоза проводилось на проточном цитометре FACSCalibur фирмы Becton Dickinson (BD, США), с использованием универсальной программы CellQuestPrO. Определение субпопуляций лимфоцитов ($CD4^+CD25^+$, $CD3^+CD95^+$ (FAS)) проводили методом мембранной иммунофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител (МКАТ) к мембранным CD-рецепторам (BD, США). Для определения количества апоптотических клеток использовали суспензию мононуклеарных клеток периферической крови, выделенных центрифугированием в градиенте плотности фиколл-верографина (Pharmacia Fine Chemicals, Швеция) [8]. Уровень апоптоза лимфоцитов определяли с помощью окрашивания аннексином V-FITC (Annexin V-FITC) и 7-аминоактиномицином D (7-AAD (7-aminoactinomycin D) согласно протоколу фирмы-производителя Beckman Coulter (BC, США). Annexin $V\text{-}FITC^+PI^-$ – ранний апоптоз (обратимый), Annexin $V\text{-}FITC^+PI^+$ – поздний апоптоз (необратимый) и некроз [15].

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программы Statistica 6.0 (StatSoft, США). Для выбора критериев оценки значимости межгрупповых различий проверяли соответствие формы выборочных распределений нормальному, используя критерий χ^2, а также контролировали равенство генеральных дисперсий с помощью *F*-критерия Фишера. При соответствии данных нормальному распределению использовали *t*-критерий Стьюдента. Результаты представлены в виде медианы (*Me*) и 95-ного доверительного интервала (95 % ДИ).

Во всех процедурах статистического анализа рассчитывался достигнутый уровень значимости *(p)*, при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался равным 0,05.

Результаты. Обнаружено, что у обследуемых группы наблюдения в биологических средах статистически значимо ($p = 0{,}011$) повышено содержание алюминия (0,0209; 0,008–0,034 мг/дм^3) относительно значений, полученных у обследуемых группы контроля (0,0116; 0,007–0,0166 мг/дм^3). Кратность превышения среднегруппового содержания алюминия в крови обследуемых, проживающих на территории наблюдения, относительно контрольных значений составила 1,8 раза. У экспонированного взрослого населения доля проб с повышенным уровнем алюминия по отношению к значениям, полученным у неэкспонированных обследуемых, составила 27,7 % от общего количества исследованных проб.

Оценка иммунного статуса показала, что у обследуемых группы наблюдения статистически значимо ($p = 0{,}001$) снижено содержание $CD3^+CD95^+$-клеток (таблица). Кратность снижения количества $CD3^+CD95^+$-лимфоцитов по сравнению с контрольными значениями для относительных значений составила 2,6 раза, для абсолютных значений – 2,3 раза. Обнаружено, что у обследуемых, проживающих на территории наблюдения, статистически значимо ($p = 0{,}001$) в 3,4 раза снижено количество клеток, погибших по пути апоптоза (Annexin $V\text{-}FITC^+7AAD^-$-клетки), относительно значений, выявленных у обследуемых, проживающих на контрольной территории. Содержание лимфоцитов, экспрессирующих ранний маркер активации $CD4^+CD25^+$, а также количество клеток, погибших по пути некроза (Annexin $V\text{-}FITC^+7AAD^+$-клетки), у обследуемых группы наблюдения идентифицировано в диапазоне контрольных значений. Установлено, что у взрослых, экспонированных алюминием, экспрессия $CD3^+CD95$-маркера и количество Annexin $V\text{-}FITC^+7AAD^-$-клеток статистически значимо ($p < 0{,}05$) ниже физиологической нормы.

Показатели иммунограммы, характеризующие клеточную гибель у взрослых с повышенным содержанием алюминия в крови, *Me*; 95 % ДИ

Показатели	ФН	Группа контроля, $n = 22$	Группа наблюдения, $n = 47$	p
$CD4^+CD25^+$, 10^9/дм^3	0,19–0,56	0,11; 0,03–0,19	0,12; 0,07–0,18	0,271
$CD4^+CD25^+$, %	13–24	5,14; 1,85–8,42	5,55; 3,58–7,51	0,659
$CD3^+CD95^+$, 10^9/дм^3	0,63–0,97	0,60; 0,46–0,73	0,25; 0,19–0,32*	0,001
$CD3^+CD95^+$, %	39–49	29,39; 23,88–34,89	11,35; 9,19–13,50*	0,001
Annexin $V\text{-}FITC^+7AAD^-$, %	1,5–2,5	2,89; 2,85–2,92	0,85; –0,11–1,81*	0,001
Annexin $V\text{-}FITC^+7AAD^+$, %	7–11	5,45; 2,55–8,35	8,11; –0,87–17,09	0,577

Примечание:
^{p} – различие между контрольной группой и группой наблюдения;
* – различие $p < 0{,}05$ между физиологической нормой и группой наблюдения.

Частота регистрации проб крови с пониженным уровнем процентного и абсолютного содержания $CD3^+CD95^+$-клеток в группе наблюдения и группе контроля по сравнению с физиологической нормой составила 100 и 100 % против 38 и 40 % соответственно. Количество проб крови со сниженным содержанием $CD4^+CD25^+$-клеток по относительной и абсолютной величине в группе наблюдения и группе контроля по сравнению с физиологической нормой составила 100 и 90 % против 92,9 и 85,7 % соответст-

венно. Доля проб крови с пониженным количеством AnnexinV-FITC^{+}7AAD^{-}-клеток в группе контроля составила 13,5 против 70,0 % проб в группе наблюдения. Количество проб крови с повышенным содержанием количества AnnexinV-FITC^{+}7AAD^{+}-клеток по отношению к физиологической норме в группе наблюдения составила 40 % от всех проанализированных проб против 0 % в контрольной группе.

Исследования, проведенные на современном этапе развития зарубежной и отечественной медико-биологической науки, продемонстрировали особенности воздействия алюминия на иммунную систему [2]. Предложены механизмы иммунотоксичности алюминия, приводящие к возникновению окислительного стресса, митохондриальной дисфункции и модификации внутриклеточной сигнализации [8, 10, 11]. Доказана значимая роль алюминиевых адъювантов в развитии ряда состояний, иммунопатологические механизмы при которых имеют доминирующее значение. Алюминиевые адъюванты являются исключительно мощными стимуляторами иммунного ответа, и их специфическое действие заключается в сдвиге иммунного ответа в сторону Th-2, а также развитие воспалительных реакций на их попадание в организм [16]. Экспериментально доказано, что алюминийсодержащие соединения вызывают клеточную гибель по пути апоптоза. В клеточной линии нейробластомы мыши Neuro-2a-соединения алюминия вызывали повышение активности каспазы-3, повышение экспрессии bax и белка p53, потерю Bcl-2 и экстернализацию фосфатидилсерина, характеризуя вступление клетки в апоптоз [12]. В системе *in vivo* установлено, что алюминийсодержащие соединения (мальтолат алюминия) индуцируют митохондриальный каскад апоптоза, вызывая выход цитохрома из митохондрий и его связывание с APAF1 (Apaf-1, активирующий фактор апоптотической протеазы-1) [15].

Для характеристики выраженности ответной иммунной реакции в условиях антигенной (гаптенной) нагрузки необходимым является изучение активационного профиля иммунокомпетентных клеток. CD25 рассматривают как ранние активационные маркеры, при этом CD95 – как поздние активационные маркеры [5]. Необходимым этапом активации иммунной системы и обязательным условием готовности иммунокомпетентной клетки к вступлению в пролиферацию и дифференцировку относится экспрессия CD25-антигена. Взаимодействие FAS с FASL запускает процедуру клеточной гибели по пути апоптоза, что дает возможность оценить способность иммуноцитов к иммунному ответу. В условиях антигенной (гаптенной) нагрузки сочетание отсутствия повышения экспрессии раннего активационного CD25-маркера на фоне снижения экспрессии CD95-маркера позволяет предположить нарушение индукции FAS-зависимого апоптоза, что является одним из механизмов развития функционального дисбаланса иммунорегуляции у экспонированного населения. Известно, что в патогенезе ряда иммунологических нарушений важную роль играет подавление механизмов регуляции апоптоза, запускаемых через так называемые «рецепторы смерти» [6]. Очевидно, ингибирование апоптоза может служить одним из механизмов недостаточной иммунорегуляции в условиях антигенной нагрузки, что, в свою очередь, формирует снижение адаптационных возможностей иммунной системы в условиях экспозиции алюминием.

Таким образом, у взрослого населения, проживающего на территории поступления алюминия в атмосферный воздух, статистически значимо ($p < 0,05$) в 1,8 раза повышено содержание алюминия в крови по сравнению с обследуемыми, проживающими на «условно чистой» территории. Установлено, что у взрослых, экспонированных алюминием, статистически значимо ($p < 0,05$) в 2,5 раза снижена экспрессия

$CD3^{+}CD95^{+}$-маркера и в 3,4 раза снижено количество $AnnexinV\text{-}FITC^{+}7AAD^{-}$ -клеток относительно значений, полученных у неэкспонированного населения. Полученные результаты свидетельствуют о нарушении восприятия апоптотического сигнала иммунокомпетентной клеткой и угнетении клеточной гибели по механизму апоптоза в условиях избыточного содержания алюминия в крови.

Список литературы

1. Зайцева Н.В., Долгих О.В., Дианова Д.Г. Особенности иммунологических и генетических нарушений человека в условиях дестабилизации среды обитания. – Пермь: Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2016. – 300 с.

2. Зурочка А.В., Тиунова Т.А. Актуальные вопросы диагностики заболеваний молочных желез в крупном промышленном городе Челябинской области // Медицинская иммунология. – 2015. – № 3. – С. 281–286.

3. Особенности апоптоза в условиях экспозиции хлорорганических соединений и ванадия / О.В. Долгих, Н.В. Зайцева, Д.Г. Дианова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 3. – С. 15–17.

4. Оценка кардиологических показателей апоптоза в процессе адаптации сельских жителей к городской среде / А.Т. Волкова, О.С. Целоусова, С.Р. Загидуллина [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2014. – № 9 (6). – С. 77–80.

5. Порядин Г.В. Молекулярные и клеточные механизмы иммунопатологии (состояние и перспективы развития исследований): Актовая речь. – М.: РГМУ, 2008. – 48 с.

6. Разработка методических подходов к идентификации особенностей генетического полиморфизма и экспрессии генов у детей в условиях воздействия химических средовых факторов на примере стронция / О.В. Долгих, Н.В. Зайцева, А.В. Кривцов [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 1. – С. 34–41. DOI: 10.21668/health.risk/2016.1.04

7. Роль галектина-1 в регуляции гомеостаза Т-лимфоцитов / В.Д. Якушина, О.А. Васильева, Н.В. Рязанцева [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2011. – № 6. – С. 93–99.

8. Acute exposure and chronic retention of aluminum in three vaccine schedules and effects of genetic and environmental variation / G. McFarland, E.L. Joie, P. Thomas [et al.] // J. of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2020. – Vol. 58. – P. 126444. DOI: 10.1016/j.jtemb.2019.126444

9. Boyum A. Isolation of mononuclear cells and granulocytes from human blood. Isolation of mononuclear cells by one centrifugation, and of granulocytes by combining centrifugation and sedimentation at Ig // Scand. J. Clin. Lab. Invest. – 1968. – № 21 (97). – P. 77–89.

10. Chen T.-J. The protective effect of rho-associated kinase inhibitor on aluminum-induced neurotoxicity in rat cortical neurons // Toxicological Sciences. – 2010. – Vol. 116, № 1. – P. 264–272. DOI: 10.1093/toxsci/kfq114

11. Impact of aluminum exposure on the immune system: a mini review / Y.Z. Zhu, D.W. Liu, Z.Y. Liu [et al.] // Environ. Toxicol. Pharmacol. – 2013. – Vol. 35, № 31. – P. 82–87. DOI: 10.1016/j.etap.2012.11.009

12. Johnson V.J., Kim S.-H., Sharma R.P. Aluminum-maltolate induces apoptosis and necrosis in neuro-2a cells: potential role for p53 signaling // Toxicological Sciences. – 2005. – Vol. 83, № 2. – P. 329–339. DOI: 10.1093/toxsci/kfi028

13. Molecular mechanisms of cell death: recommendations of the Nomenclature Committee on Cell Death 2018 // Cell Death Differ. – 2018. – Vol. 25, № 3. – P. 486–541. DOI: 10.1038/s41418-017-0012-4

14. Protease involvement in fodrin cleavage and phosphatidylserine exposure in apoptosis / D.M. Vanags, M.I. Pörn-Ares, S. Coppola [et al.] // Biol. Chem. – 1996. – № 271. – P. 31075–31085.

15. Savory J., Herman M.M., Ghribi O. Intracellular mechanisms underlying aluminum-induced apoptosis in rabbit brain // J. of Inorganic Biochemistry. – 2003. – Vol. 97, № 1. – P. 151–154. DOI: 10.1016/s0162-0134 (03) 00258-7

16. Tomljenovic L., Shaw C.A. Aluminum vaccine adjuvants: are they safe? // Current Medicinal Chemistry. – 2011. – № 18. – P. 2630–2637. DOI: 10.2174/092986711795933740

Формирование гуморального звена иммунного ответа в условиях экспозиции ароматическими углеводородами

Д.Г. Дианова, О.В. Долгих

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

Вредные производственные факторы являются источниками постоянной опасности нарушения здоровья, в том числе и иммунологического, у работников нефтедобывающей промышленности.

Осуществлена оценка гуморального звена иммунного ответа в условиях влияния ароматических углеводородов у операторов добычи нефти с учетом длительности производственного стажа работы на предприятии. Выполнена оценка состояния гуморального звена иммунной системы у работников предприятия по добыче и переработке нефти, чей трудовой стаж в условиях производства составлял от 0 до 20 лет и более. Всего углубленно обследован 351 человек, из них 288 работников, экспонированные ароматическими углеводородами (бензол, толуол, о-ксилол, м-ксилол, п-ксилол, этилбензол), и 63 работника административного аппарата предприятия. Выполнено иммунофенотипирование лимфоцитов периферической крови методом проточной цитометрии и идентификация иммуноглобулинов в сыворотке крови при помощи реакции радиальной диффузии по Манчини. Установлено, что у работающих условиях экспозиции ароматических углеводородов, чей стаж работы во вредных условиях труда составил более 20 лет, наблюдается активация гуморального звена иммунитета: статистически значимо ($p < 0{,}001$–$0{,}040$) повышается в среднем в 1,5 раза абсолютное число $CD19^{+}$-лимфоцитов, увеличивается в 2,1 раза содержания $IgE_{общий}$ и в 1,7 раза – $IgG_{спец}$ к бензолу относительно значений, выявленных у работающих вне экспозиции химических факторов. Особенности реализации гуморального иммунитета в условиях длительной низкоуровневой экспозиции ароматических углеводородов способствуют формированию у населения различных форм сенсибилизации.

Ключевые слова: ароматические углеводороды, бензол, иммуноглобулины, лимфоциты, экспозиция.

Установление специфики влияния производственной среды на функциональные маркерные показатели регуляторных систем организма, в первую очередь компоненты системы иммунной регуляции, необходимо для решения задач сохранения здоровья трудоспособного населения [4]. Неблагоприятные производственные факторы способны оказывать отрицательное влияние на иммунобиологическую реактивность работников, что характеризуется дисбалансом клеточного и гуморального иммунитета, активацией или супрессией гуморального звена иммунитета [2, 3, 5, 6].

Цель работы – оценка гуморального звена иммунного ответа в условиях влияния ароматических углеводородов у операторов добычи нефти с учетом длительности производственного стажа работы на предприятии.

Материалы и методы. Исследование выполнено с соблюдением этических требований Хельсинкской декларации ВМА 2000 г. и протокола Конвенции Совета Европы о правах человека и биомедицине 1999 г. Проведенные исследования одобрены этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора. Выполнена оценка состояния гуморального звена иммунной системы у 351 человека в возрасте от 20 до 65 лет, работников нефтедобывающего предприятия. Из всех обследуемых 288 человек (мужчины) – операторы добычи нефти, основными вредными производственными факторами, воздействующими на них, являются производственная вибрация, микроклимат, химические факторы (ароматические углеводороды – бензол, толуол, о-ксилол, м-ксилол, п-ксилол, этилбензол), факторы трудового процесса; 63 человека (40 мужчин, 23 женщины) – административно-управленческий персонал, чья профессиональная деятельность не связана с воздействием вредных производственных факторов. Работающие в условиях экспозиции ароматическими углеводородами производственной среды были разделены на три группы в зависимости от стажа работы на предприятии: 134 человека – стаж от 0 до 10 лет, 74 – стаж от 10 до 20 лет, 80 – стаж более 20 лет. У работников, не экспонированных ароматическими углеводородами, трудовой стаж на предприятии: 29 человек – стаж от 0 до 10 лет, 20 – стаж от 10 до 20 лет, 14 – стаж более 20 лет.

Определение уровня экспрессии мембранных CD-рецепторов $CD3^+CD16^+CD56^+$ (NKT), $CD19^+$ на лимфоцитах проводили методом мембранной иммунофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител к мембранным CD-рецепторам с помощью проточного цитометра FACSCalibur фирмы BectonDickinson (BD, USA). Идентификация иммуноглобулинов ($IgG_{спец}$ к бензолу, $IgE_{общий}$) в сыворотке крови выполнена при помощи реакции радиальной диффузии по Манчини.

Проверка распределения количественных данных проводилась с помощью статистического критерия Колмогорова – Смирнова. Для описания данных, имеющих нормальное распределение, использовались среднее арифметическое значение (*M*), стандартное ошибку (*m*). Для проверки нулевых гипотез о равенстве средних значений между двумя независимыми группами с нормальным распределением применялся двухвыборочный критерий Стьюдента. Уровень значимости, на котором проводилась проверка нулевых гипотез, принимался равным 0,05. Статистический анализ данных осуществляли с помощью программы Statistica 6.0 (StatSoft, США).

Результаты. Сравнительная оценка показателей иммунитета выявила, что у работников, экспонированных ароматическими углеводородами, со стажем работы во вредных условиях более 20 лет статистически значимо ($p < 0{,}020–0{,}001$) в среднем в 1,5 раза повышено абсолютное число NKT и $CD19^+$-лимфоцитов относительно

результатов, полученных у неэкспонированных работников (табл. 1). Установлено, что у операторов добычи нефти с трудовым стажем на предприятии более 20 лет доля проб крови с превышениями физиологической нормы содержания $CD3^+CD16^+56^+$-лимфоцитов по абсолютной и относительной величине составила 12,5 и 6,2 % соответственно (табл. 1, 2).

Таблица 1

Показатели гуморального звена иммунной системы у работников, экспонированных ароматическими углеводородами, с учетом трудового стажа на предприятии, $M \pm m$

Показатель	Работники, не экспонированные ароматическими углеводородами, $n = 63$	Работники, экспонированные ароматическими углеводородами, стаж в условиях производства, лет			Достоверность различий*	
		до 10, $n = 134$	10–20, $n = 74$	> 20, $n = 80$	t	P
NKT, 10^9/дм^3	0,31 ± 0,01	0,26 ± 0,04	0,33 ± 0,26	0,37 ± 0,01	4,24	0,001
NKT, %	16,50 ± 3,78	14,20 ± 3,03	16,50 ± 7,84	19,37 ± 3,82	0,75	0,400
$CD19^+$, 10^9/дм^3	0,13 ± 0,02	0,23 ± 0,09	0,18 ± 0,08	0,21 ± 0,03	2,21	0,020
$CD19^+$, %	1,30	11,90 ± 3,46	9,75 ± 3,28	10,18 ± 2,31	1,01	0,400
$IgE_{общий}$, МЕ/см^3	91,44 ± 23,96	120,4 ± 42,16	167,2 ± 63,96	187,08 ± 40,0	2,03	0,040
$IgG_{спец}$ к бензолу, усл. ед.	0,11 ± 0,02	0,17 ± 0,02	0,19 ± 0,03	0,19 ± 0,03	2,22	0,030

Примечание: * – различия между работниками, не экспонированными ароматическими углеводородами, и работниками, экспонированными ароматическими углеводородами, чей стаж в условиях производства более 20 лет.

Таблица 2

Частота регистрации проб с отклонением от физиологической нормы, %

Показатель	ФН	Работники, не экспонированные ароматическими углеводородами, $n = 63$		Работники, экспонированные ароматическими углеводородами, стаж в условиях производства, лет					
				до 10, $n = 134$		10-20, $n = 74$		> 20, $n = 80$	
		выше	ниже	выше	ниже	выше	ниже	выше	ниже
NKT, 10^9/дм^3	0,09–0,59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0
NKT, %	5–27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	6,2
$CD19^+$, 10^9/дм^3	0,1–0,66	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
$CD19^+$, %	6–25	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5
$IgE_{общий}$, МЕ/см^3	0–149,9	17,2	0,0	16,5	0,0	25,7	0,0	35,0	0,0
$IgG_{спец}$ к бензолу, усл. ед.	0–0,15	17,2	0,0	48,9	0,0	58,1	0,0	51,2	0,0

Примечание: ФН – физиологическая норма.

При увеличении стажа работы в условиях воздействия неблагоприятных производственных факторов у работников наблюдается тенденция повышения в сыворотке крови концентрации $IgE_{общий}$ и $IgG_{спец}$ к бензолу. У работающих в условиях экспозиции ароматическими углеводородами, чей трудовой стаж превышал 20 лет, отмечается статистически значимое ($p < 0{,}030$–$0{,}040$) увеличение в 2,1 раза содержания $IgE_{общий}$ и в 1,7 раза – $IgG_{спец}$ к бензолу относительно значений, выяв-

ленных у работающих вне экспозиции химических факторов. Доля проб с повышенным содержанием $IgE_{общий}$ и $IgG_{спец}$ к бензолу относительно физиологической нормы в крови работников, не экспонированных ароматическими углеводородами, составила по 17,2 %. У операторов добычи нефти со стажем работы в условиях вредного производства более 20 лет доля проб сыворотки крови со значительным повышенным уровнем $IgE_{общий}$ и $IgG_{спец}$ к бензолу по сравнению с физиологической нормой составила 35,0 и 51,2 % соответственно (кратность превышения – 2 и 3 раза соответственно).

NKT-клетки обладают цитотоксической активностью, но, как считается, в первую очередь выполняют важную регуляторную функцию посредством секреции большого количества цитокинов при активации, что приводит к усилению или ослаблению иммунного ответа [7, 10]. NKT-клетки являются ключевыми регуляторами иммунного ответа при иммунозависимых заболеваниях, в условиях контаминации человека патогенными организмами $CD3^+CD16^+CD56^+$-клетки объединяют механизмы естественной резистентности и специфического иммунного ответа. Натуральные Т-киллерные клетки способствуют образованию Th-2-цитокинов (IL4, IL6, IL9), отвечающих за индукцию гуморального иммунного ответа [8]. Однако степень влияния $CD3^+CD16^+CD56^+$-лимфоцитов на формирование клеточного или гуморального иммунного ответа, индуцированного антигеном (гаптеном), варьируется в зависимости от времени, прошедшего от начала активации [1].

В 1960 г. были открыты В-клетки, реализующие продукцию антител. Между тем установлено, что В-лимфоциты необходимы для оптимальной активации Т-лимфоцитов некоторыми антигенами, например, низкими дозами чужеродного белка, аутоантигенами. Кроме того, присутствие данных клеток обеспечивает нормальную работу всей иммунной системы, обеспечивающей целостность и постоянство внутренней среды организма. В зависимости от стимула (фактора), действующего на В-лимфоцит, зависит, какой цитокин будет секретировать клетка. В-клетки, стимулированные сигналами от CD40L и BCR (В-клеточный рецептор антигена), пролиферировали и продуцировали провоспалительные цитокины, включая TNF-α и IL-6. Однако стимуляция CD40 приводила к значительной выработке IL-10, подавляя «ненужные» ответы [11]. Экспериментально установлено, что $CD19^+$-лимфоциты являются клетками, экспрессирующими FAS-лиганд (FASL), необходимый для запуска апоптоза $CD4^+$ Т-лимфоцитов. Максимальная экспрессия FASL на В-клетках зависела от наличия IL-4 и IL-10 [9].

Иммуноглобулины различных классов секретируются плазматическими клетками, образующиеся в результате пролиферации и терминальной дифференцировки клонов В-лимфоцитов. Иммуноглобулины класса Е приводят к немедленным реакциям, иммуноглобулины класса G – к IgG-опосредованным реакциям замедленного типа, проявляющиеся после длительного поступления аллергена в организм.

Повышение содержания в крови $CD3^+CD16^+CD56^+$-лимфоцитов и $CD19^+$-лимфоцитов, а также увеличение продукции $IgE_{общий}$ и $IgG_{спец}$ к бензолу в сыворотке крови у работников, чья профессиональная деятельность связана с воздействием химических факторов производственной среды, свидетельствует о сенсибилизирующем влиянии ароматических углеводородов. Нарушения показателей гуморального звена иммунитета, установленные у работающих в условиях экспозиции ароматическими углеводородами, ассоциированы с длительностью работы в условиях производства и наиболее выражены у работников, выполняющих работы во вредных условиях труда более 20 лет.

Таким образом, у работников со стажем более 20 лет при воздействии ароматических углеводородов производственной среды наблюдается активация гуморального звена иммунитета: статистически значимо ($p < 0{,}001$–$0{,}040$) повышено в 1,5 раза абсолютное содержание $CD19^{+}$-лимфоцитов, в 2,1 раза – уровень $IgE_{общий}$ и в 1,7 раза – $IgG_{спец}$ к бензолу относительно значений, выявленных у работающих вне экспозиции химическими факторами. Особенности гуморального иммунитета в условиях длительной низкоуровневой экспозиции ароматическими углеводородами определяют формирование у населения различных форм иммунопатологии.

Список литературы

1. Акинфиева О.В. Бубнова Л.Н., Бесмельцев С.С. NKT-клетки: характерные свойства и функциональная значимость для регуляции иммунного ответа // Онкогематология. – 2010. – № 4. – С. 39–47.

2. Анализ индикаторных показателей клеточной гибели у работающих в условиях производственной экспозиции фенолом / Д.Г. Дианова, О.В. Долгих, И.Н. Аликина [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 10. – С. 62–64.

3. Зайцева Н.В., Долгих О.В., Дианова Д.Г. Особенности иммунологических и генетических нарушений человека в условиях дестабилизации среды обитания. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. – 300 с.

4. Особенности иммунной регуляции у работающих в условиях комбинированного воздействия вредных физических и химических факторов / О.В. Долгих, Е.А. Отавина, О.А. Казакова [и др.] // Здравоохранение Российской Федерации. – 2017. – № 6. – С. 330–333.

5. Особенности иммунного статуса работающих на производстве фталиевого ангидрида / О.В. Долгих, К.Г. Старкова, А.В. Кривцов [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 6. – С. 17–20.

6. Особенности иммунорегуляторных показателей взрослого населения в условиях экспозиции стронцием / Е.А. Отавина, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова [и др.] // Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на уровне субъекта федерации: сборник материалов межрегион. науч.-практ. интернет-конф. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2017. – С. 280–282.

7. Characterization of circulating T-, NK-, and NKT cell subsets in patients with colorectal cancer: the peripheral blood immune cell profle / D. Krijgsman, N.L. Vries, A. Skovbo [et al.] // Cancer Immunology, Immunotherapy. – 2019. – № 68. – P. 1011–1024. DOI: 10.1007/s00262-019-02343-7

8. Justiz-Vaillant A.A., Qurie A. Interleukin. StatPearls [Электронный ресурс] // Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2019. – URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499840/ (дата обращения: 20.03.2020).

9. Lundy S.K., Boros D.L. FAS ligand-expressing B-1a lymphocytes mediate CD4-T-cell apoptosis during schistosomal infection: Induction by Interleukin 4 (IL-4) and IL-10 // Infection and immunity. – 2002. – Vol. 70, № 2. – P. 812–819. DOI: 10.1128/iai.70.2.812-819.2002

10. Srivastava R.K., Dar H.Y., Mishra P.K. Immunoporosis: immunology of osteoporosis -role of T cells // Front Immunol. – 2018. – № 9. – 657 p.

11. Vazqueza M.I., Catalan-Dibenea J., Zlotnika A. B cells responses and cytokine production are regulated by their immune microenvironment // Cytokine. – 2015. – Vol. 74, № 2. – P. 318–326. DOI: 10.1016/j.cyto.2015.02.007

Особенности функционального статуса респираторной системы у школьников в условиях хронического воздействия химических выбросов промышленного предприятия

А.А. Щербаков, А.Е. Носов

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

Изучены особенности функционального статуса респираторной системы учащихся дошкольных и средних общеобразовательных учреждений, подвергающихся хроническому аэрогенному воздействию химических веществ техногенного происхождения.

Субъектами обследования являлись учащиеся общеобразовательных учреждений, подвергающиеся крупно- и мелкодисперсному пылевому воздействию (172 и 162 человека соответственно). Состав пыли характеризовался содержанием частиц алюминия, марганца, формальдегида, хрома и меди (токсикантов) в концентрациях до 3,1 и до 9 $ПДК_{сс}$ соответственно. Проведено исследование биосред на содержание токсикантов; изучение параметров внешнего дыхания методом спирографии.

У детей, подвергающихся воздействию крупнодисперсного (группа наблюдения 1) и мелкодисперсного (группа наблюдения 2) пылевого загрязнения, установлено в 4 раза большее содержание токсикантов по сравнению с аналогичными показателями детей рекреационной территории (группа сравнения). Хронические аденопатии в группах наблюдения 1 и 2 встречались в сопоставимом объеме и, соответственно, до 3,6, и 2,4 раза чаще, чем в группе сравнения. Аллергические заболевания в группе наблюдения 1 встречались в 2,5 раза чаще, чем в группе наблюдения 2, и в 3,2 раза чаще, чем в группе сравнения. Нарушения функции внешнего дыхания (ФВД) в группе наблюдения 1 регистрировались в 2,2 раза реже, чем в группе наблюдения 2. В группе наблюдения 1 отклонения от нормы ФВД встречались в количестве, сопоставимом с группой сравнения. В группе наблюдения 2 отклонения от нормы ФВД встречались в 1,7 раза чаще, чем в группе сравнения. Продемонстрированы статистически значимые взаимосвязи между значением жизненной емкости легких (FVC) и содержанием в моче алюминия; между значением индекса Тиффно (FEV1/FVC) и содержанием в крови алюминия, марганца, формальдегида и хрома; между значением пикового экспираторного потока (PEF) и содержанием в моче алюминия, содержанием в крови меди.

Ключевые слова: многопрофильное производство, аэрогенное воздействие, дыхательная система, дети, функциональный статус респираторной системы учащихся.

Приоритетная задача современной политики Российской Федерации – сохранение и развитие человеческого потенциала, одним из условий решения которой является обеспечение устойчивого санитарно-эпидемиологического благополучия среды обитания. Однако, как показывает практика, развитие промышленного потенциала создает высокий риск формирования ряда экологических проблем, наиболее ярко выраженных в зонах влияния комплекса предприятий с многопрофильным производством [8]. Увеличение интенсивности и диверсификация промышленного производства на предприятиях перерабатывающего типа часто являются причиной

снижения качества и ухудшения санитарно-гигиенических характеристик среды обитания [4]. Это имеет принципиальное значение, так как в России селитебные территории находятся, как правило, в непосредственной близости к промышленным предприятиям, т.е. в зоне их влияния [7]. Сложившаяся во многих регионах РФ неблагоприятная экологическая ситуация, связанная с загрязнением атмосферного воздуха отходами металлургических производств, обладающими системными и местными эффектами, оказывает негативное влияние на здоровье детского населения [1, 3, 6, 9], в частности – генерирует высокие риски развития заболеваний органов дыхания и коморбидной патологии [5].

Цель исследования – изучение особенностей функционального статуса респираторной системы учащихся дошкольных и средних общеобразовательных учреждений, подвергающихся хроническому аэрогенному воздействию химических веществ техногенного происхождения.

Материалы и методы. Субъектами обследования в группе наблюдения 1 являлись 172 учащихся дошкольных и средних общеобразовательных учреждений обоего пола в возрасте 7,8 ± 2,2 г., проживающих на селитебной территории в зоне влияния предприятий многопрофильного производства, характеризующимися преимущественно крупнодисперсным пылевым загрязнением (PM_{10}) атмосферного воздуха алюминием, марганцем, формальдегидом, хромом и медью в концентрациях от 1,12 до 3,06 $ПДК_{сс}$. В составе группы наблюдения 2 было 162 ребенка обоего пола в возрасте 7,6 ± 2,0 г., также проживающих в зоне влияния предприятий многопрофильного производства и подвергающихся аэрогенному воздействию преимущественно мелкодисперсного пылевого загрязнения ($PM_{2.5}$) алюминием, марганцем, формальдегидом, хромом и медью в концентрациях от 6 до 9 $ПДК_{сс}$. Группу сравнения составили 69 учащихся в возрасте 7,2 ± 1,7 г., проживающих на территории рекреационного типа в условиях относительного санитарно-гигиенического благополучия. Все группы были сопоставимы по возрастным и гендерным параметром ($p > 0,05$) и на момент обследования находились вне обострения хронических заболеваний. Предметом исследования являлись пробы крови на содержание алюминия, марганца, формальдегида, хрома и меди, а также пробы мочи на содержание алюминия и результаты оценки статуса дыхательной системы детей путем проведения статистического анализа заболеваемости и результатов спирографии.

Химико-аналитическое исследование биосред на содержание загрязняющих веществ осуществляли в соответствии с действующими в РФ методическими документами с использованием стандартного аналитического оборудования: масс-спектрометра с индуктивно связанной аргоновой плазмой (Agilent 7500cx, США). Компетенция лаборатории химико-аналитических исследований ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в качестве испытательного центра подтверждена аттестатом аккредитации.

Данные о состоянии дыхательных функций у исследуемых детей были получены с помощью спирометра Schiller PS spirometry с использованием датчика SP-260 (Schiller AG, Швейцария) и последующим расчетом должных величин по Knudson. Рассчитывались показатели форсированной жизненной емкости легких (FVC), объема форсированного выдоха за первую секунду (FEV1), индекса Тиффно (FEV1/FVC), пикового экспираторного потока (PEF).

Медико-биологические исследования проводились с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (2013) и Национальном стандарте РФ ГОСТ–Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICHE6 GCP).

Математическая обработка количественных результатов исследований осуществлялась с помощью параметрических методов вариационной статистики (критерий Стьюдента). Обработка качественных результатов исследования выполнена с использованием непараметрических методов вариационной статистики (критерий Фишера). Корреляционный анализ выполнялся по методу Спирмена. Различия считались статистически достоверными при $p < 0,05$ [2].

Результаты. Данные химико-аналитического исследования биосред детей группы наблюдения 1 показали статистически достоверные различия среднего содержания в крови алюминия, марганца, меди, хрома, формальдегида с аналогичными показателями в крови детей группы сравнения (различие составило до 4,2 раза, $p = 0,0001–0,05$). Доля проб крови с повышенным содержанием данных металлов относительно группы сравнения составила от 32 до 67,2 % от общего количества исследованных проб (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ среднего содержания химических соединений в биосредах детей группы наблюдения 1 и группы сравнения, мг/дм^3 ($M \pm m$)

Показатель	Группа наблюдения 1	Группа сравнения	Доля проб группы наблюдения 1 с повышенным показателем относительно группы сравнения, %	p
Алюминий [кровь]	0,0372 ± 0,0071	0,0217 ± 0,006	36,8	0,002
Марганец [кровь]	0,012 ± 0,001	0,006 ± 0,001	32,0	0,05
Медь [кровь]	0,815 ± 0,025	0,735 ± 0,070	61,3	0,002
Хром [кровь]	0,0040 ± 0,0003	0,0035 ± 0,0002	52,0	0,04
Формальдегид [кровь]	0,053 ± 0,004	0,04 ± 0,007	44,7	0,045
Алюминий [моча]	0,027 ± 0,005	0,0064 ± 0,0016	67,2	0,0001

Данные химико-аналитических исследований биосред детей группы наблюдения 2 также свидетельствовали о наличии статистически достоверных различий среднего содержания в крови алюминия, марганца, меди, хрома, формальдегида с аналогичными показателями в крови детей группы сравнения (различие составило до 4,4 раза, $p = 0,0001–0,05$). Доля проб крови с повышенным содержанием данных металлов составила от 48,3 до 100 % от общего количества исследованных проб (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ среднего содержания химических соединений в биосредах детей группы наблюдения 2 и группы сравнения, мг/дм^3 ($M \pm m$)

Показатель	Группа наблюдения 2	Группа сравнения	Доля проб группы наблюдения 2 с повышенным показателем относительно группы сравнения, %	p
Алюминий [кровь]	0,037 ± 0,013	0,0217 ± 0,006	48,3	0,05
Марганец [кровь]	0,009 ± 0,001	0,006 ± 0,001	84,1	0,03
Медь [кровь]	0,858 ± 0,025	0,735 ± 0,070	69,2	0,05
Хром [кровь]	0,0042 ± 0,0005	0,0035 ± 0,0002	100	0,04
Формальдегид [кровь]	0,056 ± 0,009	0,04 ± 0,007	49,8	0,004
Алюминий [моча]	0,028 ± 0,009	0,0064 ± 0,0016	79,1	0,0001

При анализе распространенности заболеваний дыхательной системы было установлено, что хронические воспалительные заболевания верхних дыхательных путей в обеих группах наблюдения встречались с близкой частотой (72,1 и 77,8 % соответственно, $p = 0,23$) и достоверно, в 3,3–3,6 раза чаще, чем в группе сравнения (72,1 и 77,8 % против 21,7 %, $p = 0,001$). Хронические аденопатии также выявлены в обеих группах наблюдения в сопоставимом объеме (63,4 и 59,9 % соответственно, $p = 0,5$) и достоверно, в 2,3–2,4 раза чаще, чем в группе сравнения (63,4 и 59,9 % против 26,1 %, $p = 0,001$). В то же время аллергические заболевания в группе наблюдения 1 выявлялись достоверно, в 2,5 раза чаще, чем в группе наблюдения 2 (41,9 и 16,7 % соответственно, $p = 0,001$), и достоверно, в 3,2 раза чаще, чем в группе сравнения (41,9 и 13 % соответственно, $p = 0,001$) (табл. 3).

Таблица 3

Распространенность классов заболеваний дыхательной системы среди обследованного детского населения, %

Заболевания	Группа			p_1	p_2	p_3
	наблюдения 1	наблюдения 2	сравнения			
Хронические воспалительные заболевания верхних дыхательных путей	72,1	77,8	21,7	0,001	0,001	0,23
Хронические аденопатии верхних дыхательных путей	63,4	59,9	26,1	0,001	0,001	0,5
Аллергические заболевания (хронический аллергический ринит, синдром гиперчувствительности верхних дыхательных путей, бронхиальная астма)	41,9	16,7	13	0,001	0,49	0,001

Примечание:
p_1 – достоверность различий показателей у детей группы наблюдения 1 и группы сравнения;
p_2 – достоверность различий показателей у детей группы наблюдения 2 и группы сравнения;
p_3 – достоверность различий показателей у детей группы наблюдения 1 и группы наблюдения 2.

По данным спирографии отклонений среднегрупповых показателей дыхательной деятельности у детей всех исследуемых групп от физиологических показателей, а также статистически значимых различий между обследованными группами выявлено не было (табл. 4).

Нарушения функции дыхания у детей группы наблюдения 1 регистрировались в количествах, сопоставимых с таковым в группе сравнения ($p = 0,5$), и достоверно в 2,2 раза реже, чем в группе наблюдения 2 ($p = 0,002$). В группе наблюдения 2 отклонения от нормы функции внешнего дыхания встречались в 1,7 раза чаще, чем в группе сравнения ($p = 0,1$). Нарушения имели преимущественно рестриктивный характер и в группе наблюдения 1 были соизмеримы таковым в группе сравнения ($p = 0,8$) и достоверно в 2,5 раза реже, чем в группе наблюдения 2 ($p = 0,002$). В группе наблюдения 2 рестриктивные нарушения функции внешнего дыхания встречались достоверно в 2,2 раза чаще, чем в группе сравнения ($p = 0,04$). Необходимо отметить, что рестриктивные нарушения легкой степени выраженности встречались в группе наблюдения 2 достоверно в 3 раза чаще, чем в группе сравнения ($p = 0,02$), и в 2,3 раза чаще, чем в группе наблюдения 1 ($p = 0,007$). Обструк-

тивные нарушения функции внешнего дыхания во всех обследованных группах встречались в сопоставимых данных, в незначительном количестве случаев и достоверных межгрупповых различий не имели (p = 0,4–0,8) (табл. 5).

Таблица 4

Среднегрупповые показатели функции внешнего дыхания по данным спирографии, %

Анализ	Физиологический нормативный показатель	Группа			p_1	p_2	p_3
		наблюдения 1	наблюдения 2	сравнения			
FVC	78,1–113,3	95,5 ± 2,4	93,5 ± 3,2	93,7 ± 4,1	0,5	0,9	0,3
FEV1	78,1–113,3	98,3 ± 2,2	95 ± 2,8	95,9 ± 3,3	0,3	0,7	0,08
FEV1/FVC	78,0–117	102,4 ± 3,4	100,5 ± 1,9	98,7 ± 3,8	0,1	0,4	0,3
PEF	72,0–117,0	98,3 ± 4,7	104,7 ± 6,3	101,7 ± 8,9	0,5	0,6	0,1

Примечание:

p_1 – достоверность различий показателей у детей группы наблюдения 1 и группы сравнения;

p_2 – достоверность различий показателей у детей группы наблюдения 2 и группы сравнения;

p_3 – достоверность различий показателей у детей группы наблюдения 1 и группы наблюдения 2.

Таблица 5

Нарушения функции внешнего дыхания по данным спирографии, %

Данные СПГ	Группа			p_1	p_2	p_3
	наблюдения 1	наблюдения 2	сравнения			
Норма	88,9	75,9	85,5	0,5	0,1	0,002
Отклонения от нормы	11,1	24,1	14,5	0,5	0,1	0,002
Нарушение вентиляционной способности по рестриктивному типу	7,6	19,1	8,7	0,8	0,04	0,002
Легкой степени	7,6	17,3	5,8	0,6	0,02	0,007
Умеренной степени	0	1,9	2,9	0,02	0,6	0,07
Нарушение вентиляционной способности по обструктивному типу	3,5	5	5,8	0,4	0,8	0,5
Легкой степени	2,3	4,3	2,9	0,8	0,6	0,3
Умеренной степени	1,2	0,7	2,9	0,3	0,2	0,6

Примечание:

p_1 – достоверность различий показателей у детей группы наблюдения 1 и группы сравнения;

p_2 – достоверность различий показателей у детей группы наблюдения 2 и группы сравнения;

p_3 – достоверность различий показателей у детей группы наблюдения 1 и группы наблюдения 2.

Оценка взаимосвязи токсигенной нагрузки биосред и параметров внешнего дыхания показала достоверную обратную связь между значением жизненной емкости легких (FVC) и содержанием в моче алюминия (r = –0,126, p = 0,013); между значением пикового экспираторного потока (PEF) и содержанием в моче алюминия (r = –0,123, p = 0,017), содержанием в крови меди (r = –0,209, p = 0,002); достоверную обратную связь между значением индекса Тиффно (FEV1/FVC) и содержанием в крови алюминия (r = –0,116, p = 0,025); марганца (r = –0,177, p = 0,001); формальдегида (r = –0,473, p = 0,001); хрома (r = –0,24, p = 0,001).

Выводы:

1. У детей, подвергающихся воздействию крупнодисперсного и мелкодисперсного пылевого загрязнения, установлено более чем в 4 раза большее среднее содержание алюминия, марганца, меди, хрома и формальдегида по сравнению с аналогичными показателями детей рекреационной территории.

2. Хронические аденопатии у детей, подвергающихся воздействию крупнодисперсного и мелкодисперсного пылевого загрязнения, встречались в сопоставимом объеме и, соответственно, до 3,6, и 2,4 раза чаще, чем у детей, проживающих на «чистой» территории. Аллергические заболевания у детей, подвергающихся воздействию крупнодисперсного пылевого загрязнения, встречались в 2,5 раза чаще, чем у детей, подвергающихся воздействию мелкодисперсного пылевого загрязнения, и в 3,2 раза чаще, чем на рекреационной территории.

3. Нарушения функции дыхания у детей, подвергающихся воздействию крупнодисперсного пылевого загрязнения регистрировались в 2,2 раза реже, чем среди детей, подвергающихся воздействию мелкодисперсного пылевого загрязнения. Среди детей, подвергающихся воздействию крупнодисперсного пылевого загрязнения отклонения от нормы функции внешнего дыхания встречались в количествах, сопоставимых с таковыми на «чистой» территории. В группе детей, подвергающихся воздействию мелкодисперсного пылевого загрязнения, отклонения от нормы функции внешнего дыхания встречались в 1,7 раза чаще, чем на рекреационной территории.

4. Продемонстрированы статистически значимые взаимосвязи между значением жизненной емкости легких (FVC) и содержанием в моче алюминия; между значением индекса Тиффно (FEV1/FVC) и содержанием в крови алюминия, марганца, формальдегида и хрома; между значением пикового экспираторного потока (PEF) и содержанием в моче алюминия, содержанием в крови меди.

Список литературы

1. Анализ показателей иммунного статуса у детей в условиях аэрогенной экспозиции металлами / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 26–29.

2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1998. – 59 с.

3. Жданова-Заплесвичко И.Г., Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В. Маркеры неканцерогенных негативных эффектов со стороны центральной нервной системы у детей в зоне влияния источников выбросов алюминиевого производства // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 5. – С. 461–469.

4. Землянова М.А., Тихонова И.В. Реализация рисков развития заболеваний органов дыхания у детей, подвергающихся воздействию химических факторов экспозиции, связанной с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 11 (320). – С. 42–47.

5. Маклакова О.А. Оценка риска развития заболеваний органов дыхания и коморбидной патологии у детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами техногенного происхождения (когортное исследование) // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 56–63. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.06

6. Нарушения физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровнего загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами на примере пермского края / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, А.Ю. Вандышева [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 70–75.

7. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы / И.В. Шугалей, А.В. Гарабаджиу, М.А. Илюшин [и др.] // Экологическая химия. – 2012. – № 21 (3). – С. 172–186.

8. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/ (дата обращения: 10.04.2020).

9. Особенности заболеваемости детей, проживающих в зоне влияния предприятий по производству глинозема / О.Ю. Устинова, С.Л. Валина, И.Е. Штина [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 1 (310). – С. 18–23.

Оценка уровня содержания метанола и формальдегида в крови детского населения, проживающего в зоне экспозиции химического производства

О.А. Мальцева, Т.В. Нурисламова, Т.В. Чинько, Т.С. Пермякова

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

Приведены результаты биомониторинга метанола и формальдегида детского населения, проживающего на территории Пермского края с техногенной химической нагрузкой, в сравнении с детьми, проживающими на территории с удовлетворительной санитарно-гигиенической ситуацией. При оценке уровня содержания метанола в крови установлено, что у детей на территории наблюдения обнаружены превышения в крови метилового спирта и формальдегида в 2,3 и 12,0 раза соответственно относительно группы сравнения.

В процессе исследования установлена достоверная причинно-следственная связь возрастания формальдегида в крови детей при увеличении концентрации метилового спирта в крови, которая описывается уравнением $y = 0{,}00312 + 0{,}00438x$ ($R^2 = 0{,}65$ при $p = 0{,}00$).

Ключевые слова: алифатические спирты, метиловый спирт, экспонированная группа, газовая хроматография, формальдегид.

Состояние здоровья населения является одним из важных показателей благополучия общества, отражающим характер экономических и социальных тенденций в стране [11]. Высокий уровень заболеваемости в Российской Федерации свидетельствует о необходимости углубленного изучения и принятия мер по улучшению здоровья населения. Особенно тревожна эта тенденция среди детей и подростков, организм которых находится в стадии роста и при взаимодействии даже с минимально неблагоприятными факторами среды реагирует патологией развития.

В Пермском крае динамично развивается химическая промышленность, одним из продуктов является производство метанола, объем которого составляет до 80 %. Его используют в производстве фотопленки, аминов, поливинилхлоридных, карбамидных и ионообменных смол, красителей и полупродуктов, в качестве растворителя в лакокрасочной промышленности.

Поступает метанол в организм человека ингаляционным, пероральным и накожным путями. Выделяется с выдыхаемым воздухом до 5–70 %, с мочой в неизменном виде и в виде глюкуронида в 1–10 % случаев. Метанол, который не выделился с выдыхаемым воздухом и мочой в неизменном виде, медленно метаболизируется и распределяется между органами и тканями, наибольшее количество его накапливается в печени, почках, мышцах, жире и головном мозге [3, 8, 7].

При окислении метанола в организме образуется токсичное вещество – формальдегид. Часть формальдегида связывается с белками крови, но большая его часть очень быстро превращается в муравьиную кислоту, которая затем метаболизируется очень медленно [13].

Формальдегид является ядом с общетоксическим действием на организм. Как и метанол, поражает нервную систему, дыхательные пути, печень, почки и органы зрения, обладает сильным раздражающем действием на слизистые оболочки дыхательных путей и глаз, а также сенсибилизирующим, канцерогенным, тератогенным, эмбриотоксическим и мутагенным действием [6].

Одним из способов доказательства негативного воздействия данных соединений является определение метанола и формальдегида в биологических средах. Именно прямые методы определения токсичных соединений в биосредах человека являются неоспоримым доказательством неблагоприятного техногенного воздействия на здоровье.

Проведение биомониторинговых исследований рекомендовано экспертами Всемирной организации здравоохранения по критериям качества окружающей среды в связи с воздействием на организм человека токсичных соединений для выявления риска здоровью при малых уровнях воздействия контаминантов [4].

Вышеизложенное определило актуальность настоящих исследований и позволило сформулировать **цель работы** – оценка уровня метанола и формальдегида в крови детей проживающих в зоне экспозиции.

Материалы и методы. Исследования выполнялись специалистами отдела химико-аналитических методов исследования ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (г. Пермь).

В период с 2010 по 2019 г. проведены скрининговые исследования по определению концентрации формальдегида и метанола в образцах крови детей в возрасте 3–6 лет ($n = 616$), посещающих детские дошкольные учреждения. Экспонированная группа ($n = 280$) – обследованные, проживающие на территории Пермского края с техногенной химической нагрузкой, в сравнении с детьми ($n = 336$), проживающими на территории Пермского края с удовлетворительной санитарно-гигиенической ситуацией. Критериями отбора детей в контрольную группу являлись: *социально-гигиенические* – соответствие качества атмосферного воздуха гигиеническим нормативам; *медико-биологические* – возрастная группа 4–7 лет, отсутствие хронической соматической патологии (1-я и 2-я группы здоровья); *лабораторно-диагностические* – соответствие гематологических, иммунологических, биохимических, функцио-

нальных показателей гомеостаза физиологическим нормам; *социально-бытовые* – соответствие жилищных условий гигиеническим нормативам. Обследование детей выполнено с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. (с дополнениями 1983 г.) [6].

Оценка качества атмосферного воздуха проводилась по данным собственных, мониторинговых и натурных наблюдений в соответствии с действующими нормативными документами [2, 9].

Оценка содержания метанола в крови выполнена методом анализа равновесной паровой фазы на газовом хроматографе «Кристалл-5000» с использованием капиллярной колонки с неподвижной жидкой фазой SGE – BP21 длиной 50 м, диаметром 0,32 мм, толщиной пленки 0,50 μм и детектором ионизации в пламени [10].

Анализ содержания формальдегида в крови проведен методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в соответствии с МУК 4.1.2111-06 на жидкостном хроматографе Agilent 1200 Series (США) [5].

Установление причинно-следственных зависимостей проведено с использованием программно-математических приемов обработки данных о содержании метанола и формальдегида в крови, адекватность полученных математических моделей, описывающих анализируемые зависимости, оценивали по критерию Фишера ($F > 3{,}86$) и коэффициенту детерминации [1].

Статистическая обработка проводилась с помощью программы Statistika 6.0 и StatPlus 2009 Professional 5.8.4. Данные представлены в виде средней статистической величины и стандартной ошибки ($M \pm m$).

Результаты. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в зоне экспозиции предприятия химической промышленности показала, что в атмосферном воздухе регистрировались превышения гигиенических нормативов по метанолу (максимальные из разовых концентраций – 3,5 ПДК; среднесуточные концентрации – 1,3 ПДК).

В процессе исследований выполнена сравнительная оценка содержания метанола и формальдегида в крови детей, проживающих в зоне экспозиции, и группы детей, проживающих на территориях с удовлетворительной санитарно-гигиенической ситуацией. Результаты анализа химических соединений в крови детей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная оценка среднегруппового содержания контаминантов в крови детей территорий наблюдения ($n = 280$) и сравнения ($n = 336$)

Показатель	Группа наблюдения, $M \pm m$	Группа сравнения, $M \pm m$	Межгрупповое различие, p
Метиловый спирт	0,972 ± 0,115	0,436 ± 0,067	0,005
Формальдегид	0,062 ± 0,004	0,0052 ± 0,0009	0,005

Анализируя результаты исследования содержания метанола и формальдегида в крови, следует отметить, что у всех обследуемых детей экспонированной группы определены уровни химических веществ выше уровней группы сравнения.

При оценке уровня содержания метанола в крови установлено, что у детей на территории наблюдения обнаружены превышения в крови метилового спирта и формальдегида в 2,3 и 12,0 раза соответственно относительно группы сравнения.

В процессе исследований выполнено математическое моделирование, отражающее зависимость увеличения концентрации формальдегида в крови от увеличения концентрации метанола в крови. В ходе исследований построена модель, описывающая достоверную зависимость «концентрация метанола в крови – концентрация формальдегида в крови» (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

Параметры моделей зависимости «концентрация метанола в крови – концентрация формальдегида в крови»

Модель	Параметр модели		Критерий Фишера F	Достоверность модели p	Коэффициент детерминации R^2
	$b0$	$b1$			
Концентрация метанола в крови – концентрация формальдегида в крови	0,00312	0,00438	431,4584	0,0000	0,6513

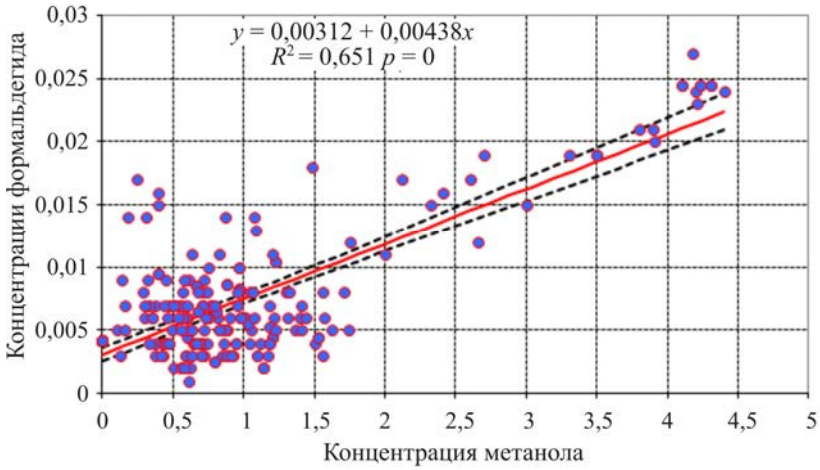


Рис. 1. Линейная зависимость «концентрация метанола в крови – концентрация формальдегида в крови»

Анализ зависимости «концентрация метанола в крови – концентрация формальдегида в крови» показал, что данная зависимость имеет линейный характер и описывается уравнением $y = 0{,}00312 + 0{,}00438x$, что свидетельствует о наличии прямой связи изменения концентрации формальдегида в крови от изменения концентрации метанола в крови и объясняет путь и один из источников появления формальдегида в крови экспонированного населения.

Таким образом, на основании выполненных комплексных химико-аналитических исследований по определению метанола и формальдегида в крови детского населения, проживающего на территории Пермского края с техногенной химической нагрузкой (группа наблюдения), в сравнении с детьми (группа сравнения), проживающими на территории Пермского края с удовлетворительной санитарно-гигиенической ситуацией, доказано, что при попадании метанола в организм детского населения увеличивается концентрация формальдегида в крови, что приводит

к накоплению токсичных соединений и формированию риска здоровью населения. Выполненные исследования подтверждают необходимость выполнения систематического контроля содержания метанола в атмосферном воздухе для предотвращения негативного воздействия на здоровье населения.

Список литературы

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика / под ред. Н.Е. Бузикашвили [и др.]. – М.: Практика, 1998. – 459 с.

2. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/556185926 (дата обращения: 03.03.2020).

3. Думброва Н.Е., Молчанюк Н.И. Влияние метанола на ультраструктуру нервных элементов сетчатки глаз крыс // Журнал АМН Украины. – 2010. – Т. 16, № 3. – С. 507–514.

4. Забродина З.А., Губина Т.И. Эффект низких доз формальдегида на реакции живых организмов [Электронный ресурс] // БиоФизика.Ru. – URL: www.biophys.ru/archive/congress2012/proc-p76.pdf (дата обращения: 03.03.2020).

5. Зайцева Н.В., Уланова Т.Ю., Карнажицкая Т.Д. МУК 4.1.2111–06. Определение массовой концентрации формальдегида, ацетальдегида, пропионового альдегида, масляного альдегида и ацетона в пробах крови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. – М., 2006. – 13 с.

6. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 920 с.

7. Курлядинский Б.А., Филатов В.А. Общая токсикология. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.

8. Куценко С.А. Основы токсикологии. – СПб.: Фолиант, 2004. – 720 с.

9. МУК 4.1.624-96. Методические указания по газохромаографическому определению метилового и этилового спиртов в атмосферном воздухе [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200028266 (дата обращения: 03.03.2020).

10. МУК 4.1.772-99. Сборник методик по определению химических соединений в биологических средах. – М., 1999. – С. 87–96.

11. О производстве метанола в России (отраслевой обзор) [Электронный ресурс] // Химия плюс. Международная выставка химической промышленности и науки, 2014. – URL: http://www.chemistry-expo.ru/ru/reviews/index.php?id4 = 23422 (дата обращения: 03.03.2020).

12. Тараненко Н.А. Проблемы мониторинга формальдегида в окружающей среде и биосредах детского населения // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2012. – № 6 (88). – С. 156–159.

13. Филимонов В.М. Сравнительная характеристика патоморфологических изменений при острых отравлениях метанолом в эксперименте // Диагностические и идентификационные исследования объектов судебно-медицинской экспертизы: сборник науч. трудов. – Горький: Горьковский мединститут им. С.М. Кирова, 1988. – С. 121–125.

Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения при сочетанном воздействии внешнесредовых физических и химических факторов промышленного города

В.М. Боев, Л.Х. Кудусова, Д.А. Кряжев, Л.В. Зеленина

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Оренбург, Россия

В современных условиях урбанизированной среды актуальной остается проблема интегральной гигиенической оценки сочетанного действия разных по природе факторов на здоровье населения. Осуществлена сравнительная гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения при сочетанном воздействии химических ксенобиотиков и электромагнитного излучения радиочастотного диапазона на административных территориях города. Проанализированы данные государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области», данные официальных статистических форм территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области и ФГУ «Оренбургский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» по содержанию канцерогенных ксенобиотиков в атмосферном воздухе, питьевой воде, почве, пищевых продуктах и уровни суммарной электромагнитной нагрузки от приемопередающих средств (базовые станции) и мобильных радиотелефонов на административных территориях промышленного города (2005–2018). Установлено, что суммарный канцерогенный риск при многосредовом и многомаршрутном поступлении химических ксенобиотиков находится на неприемлемом уровне для населения промышленного города (2,93E-03), приведенный канцерогенный суммарный риск при воздействии электромагнитных полей (ЭМП) оценивается как низкий (0,002). Выявлены территории с наиболее высокими уровнями суммарного канцерогенного риска при воздействии химических ксенобиотиков (Дзержинский и Промышленный районы) и электромагнитного излучения (Ленинский и Дзержинский районы). Наиболее высокий сочетанный канцерогенный риск установлен для населения Дзержинского района.

Ключевые слова: суммарный риск, канцерогенный риск, сочетанный канцерогенный риск, химические ксенобиотики, электромагнитное излучение.

В современных условиях урбанизированной среды актуальной остается проблема интегральной гигиенической оценки сочетанного действия разных по природе факторов на здоровье населения [5, 12]. Одним из значимых показателей гигиенического благополучия урбанизированных территорий является уровень и динамика приоритетных неинфекционных заболеваний, распространенность экологически обусловленных патологий, в том числе злокачественных новообразований [2]. По данным Международного агентства по изучению рака вклад факторов окружающей среды, в том числе химических, а также особенностей образа жизни составляет 85 %. В настоящее время установлено влияние электромагнитных полей на риск развития опухолей головного мозга, а также кроветворной и лимфатической системы [17].

Крупные промышленные города характеризуются высоким уровнем химической канцерогенной нагрузки, связанной с загрязнением атмосферного воздуха,

питьевой воды и почвы [14, 15]. Ранее проведенные исследования показали, что основной вклад в уровни канцерогенного риска для здоровья населения областного центра вносит загрязнение атмосферного воздуха [6, 16]. При этом недостаточно изучен вклад электромагнитного фактора, который приобретает нарастающий характер. На территории городов ежегодно растет количество передающих радиотехнических объектов, главным образом базовых станций (БС) сотовой связи, на долю которых приходится 90 % в общей структуре объектов, являющихся источниками электромагнитного поля [1, 3].

Многообразие антропогенных факторов современной городской среды определяет актуальность разработки новых методических подходов к гигиенической оценке сочетанного действия канцерогенных химических и физических факторов [4].

Целью исследования явилась сравнительная гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения при сочетанном воздействии химических ксенобиотиков и электромагнитного излучения радиочастотного диапазона на административных территориях города.

Задачи:

1. Провести сравнительную комплексную гигиеническую оценку химического загрязнения объектов среды обитания и уровня суммарного канцерогенного риска для населения, проживающего на административных территориях города.

2. Оценить канцерогенный риск при воздействии электромагнитных полей радиочастотного диапазона от передающих объектов (базовых станций) и мобильных радиотелефонов.

3. Провести сравнительную гигиеническую оценку сочетанного канцерогенного риска здоровью населения для административных территорий города.

Материалы и методы. В соответствии с целью и задачами исследования выполнен анализ содержания химических ксенобиотиков в объектах среды обитания по данным государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области», данным официальных статистических форм территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области и ФГУ «Оренбургский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» за 2005–2018 гг. [10]. Оценка канцерогенного риска для населения при воздействии химических канцерогенов произведена согласно «Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [11] на административных территориях города (Центральный, Ленинский, Дзержинский и Промышленный районы) по 14 веществам в атмосферном воздухе (формальдегид, бензол, стирол, бенз(а)пирен, хром, свинец, мышьяк, сажа, никель, кобальт, кадмий, хлороформ, этилбензол, тетрахлорметан), 19 – в питьевой воде (мышьяк, никель, хром, бенз(а)пирен, бензол, тетрахлорэтилен, свинец, трихлорэтилен, бериллий, тетрахлорметан, 2,4-Д, хлороформ, 1,2-дихлорэтан, тетрахлорэтилен, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромоформ, трихлорэтилен, ДДТ), 5 – в почве (никель, свинец, кадмий, кобальт, хром), 3 – в пищевых продуктах (кадмий, мышьяк, свинец). Суммарный канцерогенный риск при многосредовом поступлении химических канцерогенов рассчитывался по формуле

$$SUMTCR = SUMCRai + SUMCRw + SUMCRs + SUMCRf.$$

Выполнены инструментальные измерения плотности потока энергии (ППЭ, мкВт/см^2) от 115 базовых станций на прилегающей и придомовой территории, на разных этажах жилых и общественных зданий в соответствии с МУК 4.3.1677-03 «Определение уровней электромагнитного поля, создаваемого излучающими техническими средствами телевидения, ЧМ радиовещания и базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи» [8].

В соответствии с СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи» [15], МУК 4.3.2501-09 «Измерение электромагнитных полей персональных подвижных систем сотовой связи» [9] проведены измерения ППЭ от 416 мобильных радиотелефонов (МРТ) с определением индивидуальной электромагнитной нагрузки.

Оценка приведенного канцерогенного риска для населения при воздействии ЭМП была произведена согласно МР 2.1.10.0061-12 «Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 ГГЦ) в условиях населенных мест» [7]. Применяя концепцию «наихудшего сценария», величина ППЭ, измеренная на 6–9-м этажах зданий, была принята для расчета формируемого канцерогенного риска при воздействии ЭМП базовых станций. Суммарный канцерогенный риск при воздействии ЭМП от базовых станций ($CRemf_{bs}$, при условиях круглосуточной экспозиции) и мобильных радиотелефонов ($CRemf_{mrt}$, при условиях экспозиции – 1,7 ч в сут) рассчитывался по формуле

$$SUMCRemf = CRemf_{bs} + CRemf_{mrt.}$$

Сочетанный канцерогенный риск (Combined carcinogenic Risk – *CombCR*) определялся с учетом отношения абсолютных значений *SUMTCR* и *SUMCRemf* к пренебрежимо малому (низкому) риску (*CR negligible*) при воздействии химических веществ ($1 \cdot 10^{-6}$) и переменных электромагнитных полей (0,05) по формуле

$$CombCR = SUMTRC/CRnegl + SUMCRemf/CRnegl.$$

Статистическую обработку данных осуществляли при помощи программ Statistica R.10, StatSoftInc MS Office Excel-2016.

Результаты. Данные комплексной гигиенической оценки показали, что суммарный канцерогенный риск для всех путей поступления по городу составил 2,93E-03, что является неприемлемым уровнем для населения. Наиболее высокий уровень *TRC* установлен для территории Дзержинского (превышение по отношению к *TRC* по городу в 1,21 раза) и Промышленного районов (превышение в 1,14 раза) (табл. 1).

Таблица 1

Суммарные индивидуальные и популяционные канцерогенные риски на административных территориях города

Показатель	Центральный	Ленинский	Дзержинский	Промышленный	Город
CRa (воздух)	2,07E-03	2,17E-03	**3,36E-03**	3,07E-03	2,67E-03
CRw (питьевая вода)	**2,43E-04**	2,23E-04	1,19E-04	1,90E-04	1,94E-04
CRs (почва)	2,30E-08	2,840E-08	3,01E-08	2,45E-08	2,65E-08
CRf (пищевые продукты)	6,54E-05	6,54E-05	6,54E-05	6,54E-05	6,54E-05
TCR (суммарный риск)	2,38E-03	2,45E-03	**3,54E-03**	**3,33E-03**	2,93E-03
PCR	234	445	562	393	1628

Уровень ингаляционного канцерогенного риска во всех административных районах и по городу оценивается как неприемлемый для населения, при этом наибольшая величина *SUMCRa* установлена для Дзержинского района (3,36E-03), второе ранговое место занимает Промышленный район (3,07E-03)

Величина суммарного индивидуального риска при поступлении канцерогенов с питьевой водой неприемлема для населения на изучаемых территориях, при этом показатель *SUMCRw* наиболее высокий на территории Центрального (2,43E-04) и Ленинского (2,23E-04) районов.

Установлено, что на административных территориях величина суммарного индивидуального риска при поступлении канцерогенов с пищевыми продуктами соответствует верхней границе риска, приемлемого для населения (6,54E-05). Суммарный индивидуальный канцерогенный риск от воздействия ксенобиотиков почвы с учетом всех возможных путей поступления в организм был пренебрежимо малым – от 2,30E-08 (Центральный) до 3,01E-08 (Дзержинский).

В целом по городу популяционный риск, обусловленный воздействием химических канцерогенов, составил 1628 дополнительных случаев онкологических заболеваний в течение 70 лет.

В атмосферном воздухе с учетом вклада в показатели суммарного канцерогенного риска приоритетными загрязнителями являются мышьяк, шестивалентный хром, бензол, формальдегид, в питьевой воде – мышьяк, хром (VI), бериллий, дибромхлорметан, в почве – хром (VI), свинец, в продуктах питания – кадмий, мышьяк. Отмечено, что в атмосферном воздухе, питьевой воде и пищевых продуктах мышьяк относится к числу приоритетных канцерогенов, что требует дальнейшего углубленного изучения его содержания в объектах среды обитания и биосредах.

Анализ электромагнитной нагрузки на территориях, прилегающих к базовым станциям, не выявил превышения гигиенических нормативов (ПДУ 10 мкВт/см^2). Максимальные зарегистрированные уровни ППЭ составили не более 7 мкВт/см^2. В Ленинском районе установлены достоверно более высокие уровни ППЭ ($p < 0,05$) по сравнению с другими районами города (Дзержинский и Центральный).

На придомовой территории также не выявлено превышение установленного предельно допустимого уровня, при максимальных значениях не более 2,7 мкВт/см^2. Статистически достоверных различий в результатах измерений изучаемых показателей между районами не выявлено.

Анализ формирования электромагнитной нагрузки по этажам показал, что наибольшие уровни ЭМИ формируются на уровнях 3–5-го и 6–9-го этажей зданий (табл. 2).

Наибольшие уровни контролируемых параметров ЭМП наблюдаются на уровне расположения излучающих антенн, при этом в Ленинском районе города отмечаются достоверно более высокие уровни, чем в среднем по городу. Как правило, зоны ограничения застройки для передающих объектов сотовой связи не затрагивают жилые и административные здания. Но для Ленинского района характерна плотная высокоэтажная застройка, что создает условия для формирования территории риска по электромагнитной нагрузке, учитывая особенности антенн, поддерживающих новые стандарты связи.

В результате измерений ППЭ от аппаратов сотовой связи было определено, что усредненные значения плотности потоков энергии в рабочем режиме «вызов» составили 0,7 ± 0,37 и 1,4 ± 0,46 мкВт/см^2 (средние и максимальные ППЭ соответственно) при ПДУ – 3 мкВт/см^2. Статистически достоверные различия в нормируемых

параметрах были установлены только у моделей телефонов 2015 г. выпуска и более ранних, показавших наибольшие значения ППЭ. Статистически достоверные различия между значения ППЭ в режиме приема и вызова установлены не были.

Таблица 2

Сравнительная характеристика значений плотности потока энергии (ППЭ, мкВт/см^2) на административных территориях города ($M \pm m$)

ППЭ**		Центральный	Ленинский	Дзержинский	Промышленный	Город
1–2-й этажи	ср.	0,15 ± 0,04	0,42 ± 0,19	0,1 ± 0,03	0,43 ± 0,16	0,25 ± 0,06
	макс.	0,23 ± 0,06	0,80 ± 0,4*	0,21 ± 0,05	0,6 ± 0,21	0,43 ± 0,12
3–5-й этажи	ср.	0,13 ± 0,03*	0,65 ± 0,22	0,28 ± 0,06	0,15 ± 0,01	0,49 ± 0,14
	макс.	0,33 ± 0,18	1,15 ± 0,35*	0,51 ± 0,09	0,35 ± 0,02	0,88 ± 0,22
6–9-й этажи	ср.	0,59 ± 0,41	0,88 ± 0,31	0,91 ± 0,16	0,51 ± 0,14	0,83 ± 0,15
	макс.	0,86 ± 0,15	1,58 ± 0,44*	1,3 ± 0,24	1,28 ± 0,42	1,34 ± 0,21
10–15-й этажи	ср.	0,2 ± 0,05	0,46 ± 0,26	0,3 ± 0,01	0,1 ± 0,09	0,26 ± 0,12
	макс.	0,46 ± 0,06	0,88 ± 0,39	0,6 ± 0,02	0,3 ± 0,01	0,51 ± 0,19

Примечание:
* – $p < 0,05$ при сравнении данных со средними значениями по городу;
** – средние (ср.) и максимальные (макс.) значения.

Установлено, что в период 2001–2004 гг. отмечается рост индивидуальной электромагнитной нагрузки для пользователей мобильных радиотелефонов, которая связана с увеличением среднего времени ведения радиопереговоров, при этом последний показатель увеличился за данный период в 1,6 раза (рис. 1). С 2005 по 2016 г. наблюдается постепенное снижение индивидуальной нагрузки, связанное с уменьшением средней плотности потока от мобильных телефонов новых моделей.

Рис. 1. Динамика изменения показателя электромагнитной нагрузки для пользователей мобильных радиотелефонов, мкВт/см²·ч и среднего времени ведения радиопереговоров, ч

Установленный рост индивидуальной нагрузки у пользователей МРТ с 2016 г. отражает общую тенденцию увеличения в последние годы времени разговоров с использованием социальных сетей и мобильного интернета. Рост коллективной нагрузки связан с продолжающимся ростом числа пользователей мобильной сотовой связи.

В соответствии с утвержденными методическими рекомендациями по оценке риска при воздействии переменных электромагнитных полей в условиях населенных мест применен метод моделирования эволюции риска, который позволил оценить риск от воздействия фактора по мере увеличения продолжительности экспозиции (рис. 2). Расчет приведенного риска глиомы и менингиомы при воздействии электромагнитных излучений от базовых станций в течение 70 лет показал, что изучаемые показатели в целом по городу оцениваются как низкие.

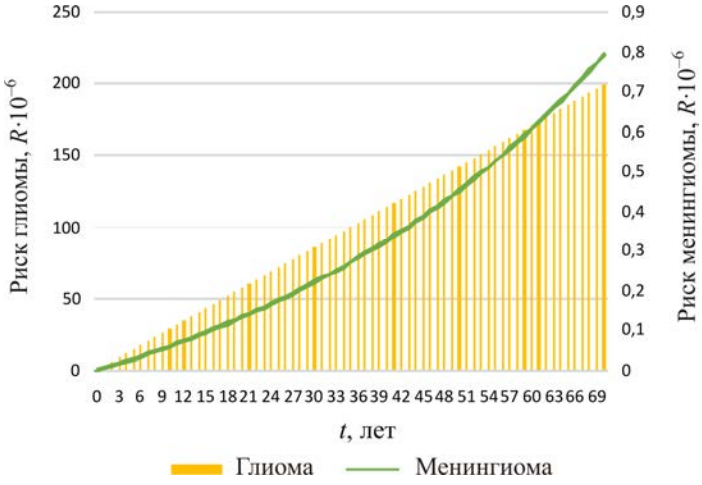


Рис. 2. Эволюция приведенного риска глиомы и менингиомы

Расчет суммарного канцерогенного риска при воздействии ЭМП (*SUMCRemf*) от приемопередающих средств и мобильных радиотелефонов показал, что *SUMCRemf* во всех районах города оценивается как низкий (табл. 3). Выявлены территории с наиболее высокими уровнями суммарного канцерогенного риска при воздействии ЭМИ, к которым относятся Ленинский и Дзержинский районы города (*SUMCRemf* = 0,023), превышение показателей по Центральному и Промышленному району в 1,5 и 1,9 раза соответственно. Оценка структуры суммарного риска при воздействии ЭМП показала, что основной вклад вносит электромагнитное излучение от базовых станций (от 95 до 97 % на изучаемых территориях).

Таблица 3

Формируемые уровни суммарного канцерогенного риска
при воздействии ЭМП в административных районах города

Территория	*SUMCRemf*	Ранг
Центральный	0,0015	2
Ленинский	0,0023	1
Дзержинский	0,0023	1
Промышленный	0,0012	3
Город	0,0021	–

Оценка сочетанного канцерогенного риска (*CombCR*) при многосредовом воздействии химических ксенобиотиков и переменных электромагнитных полей

радиочастотного диапазона показала, что данный показатель по городу составил 292,7 (рис. 3). Наибольшие уровни сочетанного канцерогенного риска для здоровья населения установлены на территории Дзержинского (354,3) и Промышленного (332,8) районов города (превышение аналогичного показателя по городу в 1,21 и 1,14 раза соответственно), третье ранговое место занимает Ленинский район (245,4), четвертое – Центральный (238,3).

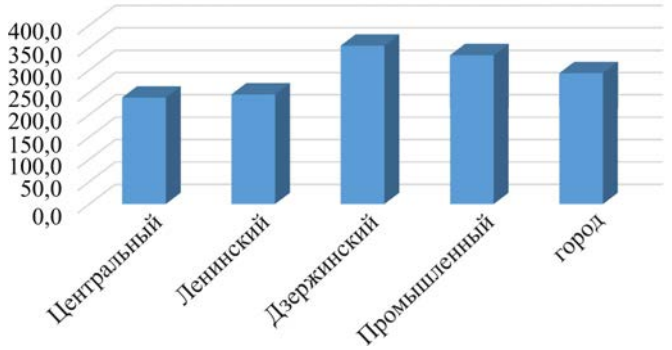


Рис. 3. Сравнительная характеристика уровней сочетанного канцерогенного риска в административных районах города

Анализ структуры сочетанного канцерогенного риска для здоровья населения на изучаемых территориях города установил, что наибольший вклад *SUMCRa* вносит в *CombCR* в Дзержинском районе (94,8 %), наименьший показатель вклада отмечен в Центральном районе города.

Канцерогенный риск от загрязнителей питьевой воды в общей структуре сочетанного риска во всех районах города занимает второе ранговое место, однако наибольший вклад *SUMCRw* установлен для территории Центрального района, при этом он превышает аналогичный показатель в Дзержинском районе в 3,0 раза, в Промышленном – в 1,8 раза.

SUMCRemf во всех районах города в структуре сочетанного риска занимает четвертое ранговое место. При этом наибольший вклад данного фактора отмечен в Ленинском районе (превышение по сравнению с аналогичным показателем в Промышленном районе в 2,7 раза, в Дзержинском и Центральном – в 1,5 раза).

Таким образом, проведенное исследование позволило выделить приоритетные факторы среды обитания и территории риска с учетом сочетанного действия факторов химической и физической природы для дальнейших углубленных исследований.

Выводы:

1. По результатам комплексной гигиенической оценки суммарных рисков при воздействии химических канцерогенов установлен неприемлемый уровень *TCR* по городу (2,93E-03). Территориями наибольшего риска являются Дзержинский и Промышленный районы.

2. Суммарный канцерогенный риск при воздействии электромагнитного поля (*SUMCRemf*) во всех районах города оценивается как низкий, при этом наибольший вклад в данный показатель вносит ЭМП от базовых станций (до 97 %).

3. Наибольшие уровни сочетанного канцерогенного риска установлены на территории Дзержинского (354,3) и Промышленного (332,8) районов города (превышение аналогичного показателя по городу в 1,21 и 1,14 раза соответственно).

Список литературы

1. Агеева А.А. Исследование электромагнитной обстановки от передающих объектов в г. Владивостоке с использованием геоинформационных систем // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2011. – № 9 (122). – С. 244–246.

2. Боев В.М., Куксанов В.Ф., Быстрых В.В. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные новообразования. – М.: Медицина, 2002. – 344 с.

3. Васильев А.В. Мониторинг и снижение негативного воздействия электромагнитных полей в условиях Самарской области // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 4–1. – С. 250–255.

4. Комплексная система оценки рисков здоровью человека с учетом сочетанного воздействия физических и химических факторов на урбанизированных территориях / А.В. Васильев, В.В. Заболотских, Ю.П. Терещенко [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 6 (2). – С. 342–349.

5. 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. 15–23. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.02

6. Мониторинг аэрогенной химической нагрузки на селитебных территориях промышленного города / В.М. Боев, И.Л. Карпенко, Л.А. Бархатова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 1. – С. 11–13.

7. МР 2.1.10.0061-12. Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 ГГЦ) в условиях населенных мест [Электронный ресурс] / утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 13 апреля 2012 г. // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200095226 (дата обращения: 05.03.2020).

8. МУК 4.3.1677-03. Определение уровней электромагнитного поля, создаваемого излучающими техническими средствами телевидения, ЧМ радиовещания и базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29 июня 2003 г. // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200035463 (дата обращения: 05.03.2020).

9. МУК 4.3.2501-09. Измерение электромагнитных полей персональных подвижных систем сотовой связи [Электронный ресурс] / утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 23 апреля 2009 г. // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200076309 (дата обращения: 05.03.2020).

10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области (за 2005–2018 гг.): Государственный доклад [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потре-

бителей и благополучия человека по Оренбургской области. – URL: http://56.rospotrebnadzor.ru/gosdoklady (дата обращения: 05.03.2020).

11. 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 5 марта 2004 г. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России, 2004. – 143 с.

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

13. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30 января 2003 г. // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901855562 (дата обращения: 05.03.2020).

14. Сравнительная оценка канцерогенных рисков здоровью населения при многосредовом воздействии канцерогенных веществ / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 2. – С. 88–92.

15. Унгуряну Т.Н. Многосредовый канцерогенный риск для здоровья населения промышленного города // Гигиена и санитария. – 2011. – № 6. – С. 77–80.

16. Химические и физические факторы урбанизированной среды обитания / под ред. Ю.А. Рахманина [и др.]. – Оренбург: Южный Урал, 2004. – 432 с.

17. Hardell L., Hansson Mild K., Carlberg M. Pooled analysis of two case-control studies on use of cellular and cordless telephones and the risk for malignant brain tumours diagnosed in 1997–2003 // Int. Arch. Occup. Environ. Health. – 2006. – № 79. – P. 630–639. DOI: 10.1007/s00420-006-0088-5

Подход к оценке индивидуального риска от воздействия ртути с учетом типа вегетативной регуляции

С.Л. Тымченко[1], А.М. Богданова[1], Е.В. Евстафьева[1], Н.В. Барановская[2]

[1]Медицинская академия им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия,
[2]Инженерная школа природных ресурсов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия

В настоящее время в мировой научной литературе представлено значительное количество публикаций, посвященных оценке влияния ртути на организм человека. Однако раздел исследований по изучению влияния ртути на показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) и состояние автономной нервной системы (АНС) по-прежнему представлен

слабо. С целью выявления ранних функциональных изменений проведены серии исследований по установлению взаимосвязи показателей ВСР и состояния АНС с содержанием ртути в волосах у практически здоровых молодых людей (49 юношей и 69 девушек; 18,5 ± 1,2 г.).

Оценку функционального состояния АНС проводили методом анализа ВСР, зарегистрированной в состоянии физиологического покоя в течение 5 мин.

Полученные результаты показали значимое влияние эндогенного содержания ртути на состояние систем регуляции сердечной деятельности у практически здоровых людей, которое проявляло себя по-разному в зависимости от исходного функционального состояния регуляторных систем. Данные изменения можно использовать в качестве индикаторов оценки влияния ртути с целью разработки и совершенствования подходов для решения задачи по выявлению ранних функциональных изменений приспособительного характера в ответ на влияние факторов внешней среды. Для выяснения механизмов раннего реагирования на воздействие поллютантов, в частности ртути, необходимы дальнейшие исследования с оценкой межсистемного взаимодействия у лиц разных возрастных категорий и с измененными адаптационными возможностями.

Ключевые слова: ртуть, вариабельность сердечного ритма, молодые люди, автономная нервная система, вегетативная регуляция.

Анализ и меры по снижению риска здоровью населения от воздействия ртути – глобального поллютанта 1-го класса опасности – признаны одним из основных направлений в области медико-экологических исследований [12, 17]. Этот металл и его соединения обладают рядом свойств (высокая подвижность, летучесть, растворимость), которые позволяют им легко мигрировать между различными средами, переноситься на большие расстояния [5, 16], депонироваться в биоте, оказывая на нее негативные токсические эффекты даже в малых дозах, не превышающих нормативные значения [1].

В течение многих лет наиболее неблагоприятные последствия влияния ртути связывали главным образом с нарушениями деятельности центральной нервной системы (ЦНС) [4, 7] и почек [9], позже было показано влияние ртути на состояние сердечно-сосудистой системы (ССС), главным образом на артериальное давление [11]. С одной стороны, об этом свидетельствуют данные медицинской статистики, а с другой стороны, ССС является важнейшей системой, обеспечивающей адекватный уровень кровоснабжения всех систем организма при адаптационных перестройках в ответ на воздействие внешних факторов. Именно недостаточность приспособительных механизмов лежит в основе декомпенсированных состояний как собственно сердечно-сосудистой системы, так и организма в целом.

Очевидно, эти изменения следует ожидать и со стороны регуляторных систем и, прежде всего, автономной нервной системы (АНС), непосредственно осуществляющей регуляцию деятельности ССС, которая обеспечивает неспецифическое реагирование на влияние поллютантов как стрессовый фактор. Показано, например, что ртуть может оказывать существенное влияние на состояние нервной системы, в том числе и автономной [6, 14], особенно в раннем детском возрасте [8]. Ряд исследований подтверждают, что глобальное загрязнение ртутью будет иметь значительные негативные последствия для здоровья [15] не только у наиболее уязвимых групп населения (беременные и дети), но и у взрослого населения с наличием сердечно-сосудистых заболеваний [13]. Однако этот раздел исследований по изучению влияния поллютантов, в частности ртути, как в зарубежной, так и в отечественной научной литературе, по-прежнему представлен слабо.

В связи с необходимостью разработки и совершенствования подходов по оценке индивидуального риска проведены серии исследований по установлению взаимосвязи показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) и состояния систем регуляции сердечной деятельности с содержанием ртути у практически здоровых молодых людей.

Материалы и методы. В сентябре-октябре 2016–2018 гг. на базе лаборатории медико-экологического мониторинга с оценкой риска кафедры физиологии нормальной Медицинской академии им. С.И. Георгиевского выполняли мониторинг состояния ССС и АНС у группы молодых людей, проживавших на одной и той же территории с момента рождения. В когорту вошли 118 практически здоровых студентов II курса Медицинской академии им. С.И. Георгиевского, г. Симферополь, в возрасте 16–24 лет (49 юношей и 69 девушек; средний возраст 18,5 ± 1,2 г.). Обследование было проведено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации (1975 г., позднейшие редакции 1996–2013 гг.): от всех субъектов было получено предварительное письменное информированное согласие (протокол биоэтического заключения № 5 от 19 февраля 2015 г.). Тестирование выполняли в первой половине дня (с 9.00 до 12.00).

С целью оценки функционального состояния ССС и АНС методом анализа ВСР выполнили регистрацию электрокардиограммы во II стандартном отведении на диагностическом комплексе CARDIO УС-01 (ООО «Мида», Украина) в состоянии физиологического покоя в положении лежа в течение 5 мин. Анализировались следующие показатели ВСР: вариационный размах (dX), амплитуда моды (AMo), средняя длительность нормальных RR-интервалов RRNN, стандартное отклонение величин NN-интервалов (SDNN), квадратный корень средних квадратов разницы между смежными RR-интервалами RMSSD, процент интервалов смежных NN, отличающихся более чем на 50 мс (pNN50 %), триангулярный индекс (TINN). Среди показателей спектрального анализа оценивали общую мощность спектра (TP), мощность высокочастотной (HF), низкочастотной (LF) и очень низкочастотной (VLF) составляющих спектра, а также HF и LF компоненты в нормализованных единицах и соотношение LF/HF. При интерпретации показателей ВСР учитывали имеющиеся рекомендации [10].

Для определения эндогенного содержания ртути у студентов собирали пробы волос путем состригания с прикорневой части (2–3 мм) с 3–5 мест на затылочной области головы, в количестве не менее 5 г. Определение содержания ртути в образцах волос выполняли атомно-абсорбционным методом с использованием анализатора ртути с зеемановской коррекцией неселективного поглощения «РА–915М», пиролитической приставки «ПИРО–915+» и пакета программ RA915P в Международном инновационном научно-образовательном центре «Урановая геология» Томского политехнического университета (аналитик – канд. хим. наук Н.А. Осипова). Ошибка определения ртути не превысила 10 % (не менее 2 повторностей измерения), при этом нижний предел обнаружения составил 0,005 мкг/г. В качестве аналога при проведении анализа используются ПНДФ16.1.2.23-2000.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программ Statistica 6.0 (StatSoft, 2001). Учитывая, что характер распределения большинства параметров ВСР и значения ртути согласно критерию Шапиро – Уилка отличался от нормального, сравнение величин в выборках проводили с использованием *U*-критерия Манна – Уитни, при этом статистически достоверным

принимали уровень различий при $p < 0,05$. При проведении корреляционного анализа между показателями использовали метод Спирмена. Для описания полученных данных использовали значения медианы (*Me*), стандартного отклонения (*SD*) и 25–75-го перцентилей (p25–p75).

Результаты. Содержание ртути в волосах (табл. 1) не превышало допустимой нормы (0,5–1,0 мкг/г) без достоверных различий у девушек и юношей ($p = 0,42$). При этом достоверно более высокие значения содержания ртути в волосах были выявлены у городских жителей по сравнению с сельскими ($p = 0,02$). Также выявили, что наибольшие концентрации ртути отмечены у жителей центрального региона, в том числе г. Симферополя (0,14 мкг/г), и южного региона (0,17 мкг/г). Различия в содержании ртути в волосах в зависимости от уровня физической активности и курения были статистически не значимыми ($p > 0,51$).

Таблица 1

Содержание ртути в волосах молодых людей Республики Крым, мкг/г

Параметр	Юноши, $n = 49$		Девушки, $n = 69$		p
	Me	p25–p75	*Me*	p25–p75	
Содержание ртути, мкг/г	0,11	0,07–0,17	0,13	0,07–0,22	0,42
Содержание ртути, мкг/г	Городские жители, $n = 85$		Сельские жители, $n = 33$		p
	Me	p25–p75	*Me*	p25–p75	
	0,14	0,08–0,22	0,07	0,04–0,14	0,02*

Примечание: * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Анализ основных показателей ВСР показал в целом их соответствие возрастным нормам [2, 10] в покое.

Интерпретацию полученных результатов ВСР проводили с учетом индивидуальных и типологических особенностей регуляторных систем организма в соответствии с классификацией, предложенной Н.И. Шлык [3]. В данной классификации на основании анализа величин показателей ИН и VLF используются критерии для экспресс-оценки типологических особенностей ВСР, что позволяет выделить преобладающий тип регуляции сердечного ритма и оценить взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов АНС, а также вклад автономного и центрального контуров в регуляцию сердечного ритма. Таким образом, испытуемые были разделены на 4 группы: 1 и 2 – с умеренным (УПЦР) и выраженным (ВПЦР) преобладанием центральной регуляции сердечного ритма, 3 и 4 – с умеренным (УПАР) и выраженным (ВПАР) преобладанием автономной регуляции (табл. 2).

Таблица 2

Показатели ВСР у молодых людей с разными типами регуляции сердечного ритма, $Me \pm SD$

Группа	n	ИН	ТР, мс^2	VLF, мс^2	p
1	27	121,00 ± 4,46	2460,00 ± 92,49	1035,00 ± 49,73	$p_{1-4} = 0,01$*
2	6	269,00 ± 47,92	1436,50 ± 123,05	701,50 ± 74,64	
3	65	54,00 ± 2,43	3577,00 ± 85,68	1479,00 ± 49,16	
4	20	21,50 ± 1,45	5378,50 ± 151,85	1904,00 ± 123,83	

Примечание: * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

В данных группах отмечаются статистически значимые различия содержания ртути у испытуемых в зависимости от индивидуальных особенностей регуляторных систем организма ($p = 0,02$).

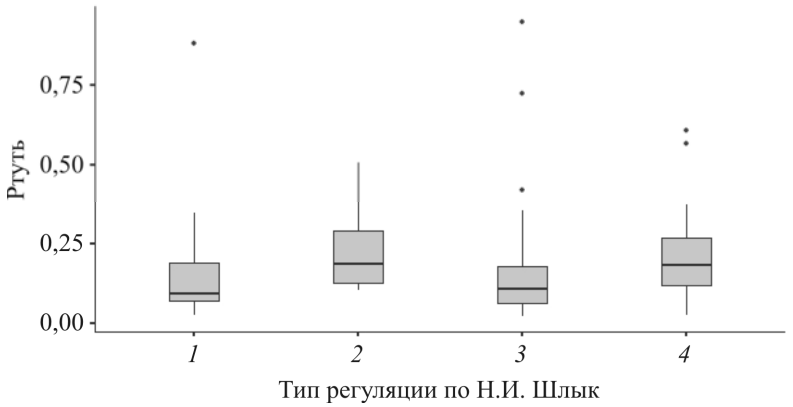


Рис. 1. Содержание ртути в волосах, мкг/г, у лиц с разными типами регуляции сердечного ритма: *1* – умеренное преобладание центральной регуляции сердечного ритма (УПЦР); *2* – выраженное преобладание центральной регуляции сердечного ритма (ВПЦР); *3* – умеренное преобладанием автономной регуляции (УПАР); *4* – выраженное преобладанием автономной регуляции (ВПАР)

Так, были установлены существенно большие содержания ртути у испытуемых с выраженным (ВПЦР) преобладанием центральной ($0,18 \pm 0,04$ мкг/г) и автономной (ВПАР) регуляции ($0,19 \pm 0,06$ мкг/г) сердечного ритма ($p = 0,02$). Данные типы регуляции сердечного ритма свидетельствуют о напряжении регуляторных систем и снижении резервных возможностей организма, на что также указывают значения показателей спектрального анализа.

Выводы. Результаты исследования показывают, что получивший широкое применение метод анализа вариабельности сердечного ритма при изучении особенностей регуляторных систем организма позволяет выявить эффекты влияния ртути даже при ее низком эндогенном содержании, свидетельствующие о большей уязвимости лиц с явлениями дезадаптации. Использование рассмотренной методики позволяет корректно оценивать полученные результаты и провести оценку индивидуального риска с учетом «внутренней неоднородности здоровой популяции», так как представление о норме как о среднестатистическом показателе не дает возможности судить об индивидуальных особенностях организма, связанных с различным уровнем активности регуляторных систем.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-24212\18.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. – М.: КМК, 2001. – 84 с.

2. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рекомендации. Часть 1 / Р.М. Баевский,

Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин [и др.] // Вестник аритмологии. – 2002. – Т. 24. – Р. 65–87.

3. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Удмуртск. Университет, 2009. – 259 с.

4. A Birth Cohort Study on the Genetic Modification of the Association of Prenatal Methylmercury with Child Cognitive Development / J. Julvez, S.G. Davey, S. Ring [et al.] // Am. J. Epidemiol. – 2019. – Vol. 188, № 10. – P. 1784–1793. DOI: 10.1093/aje/kwz156

5. A review of global environmental mercury processes in response to human and natural perturbations: Changes of emissions, climate, and land use / D. Obrist, J.L. Kirk, L. Zhang [et al.] // Ambio. – 2018. – Vol. 47, № 2. – P. 116–140. DOI: 10.1007/s13280-017-1004-9

6. Assessment of the Cardiac Autonomic Nervous System in Mercury-Exposed Individuals via Post-Exercise Heart Rate Recovery / O.H. Yilmaz, U.N. Karakulak, E. Tutkun [et al.] // Med. Princ. Pract. – 2016. – Vol. 25, № 4. – P. 343–349. DOI: 10.1159/000445322

7. Biomarkers of mercury toxicity: Past, present, and future trends / V. Branco, S. Caito, M. Farina [et al.] // J. Toxicol. Environ. Health. B. Crit. Rev. – 2017. – Vol. 20, № 3. – P. 119–154. DOI: 10.1080/10937404.2017.1289834

8. Evidence on the human health effects of low-level methylmercury exposure / M.R. Karagas, A.L. Choi, E. Oken [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2012. – Vol. 120, № 6. – P. 799–806.

9. Fish Intake, Circulating Mercury and Mortality in Renal Transplant Recipients / C.G. Sotomayor, A.W. Gomes-Neto, R.O.B. Gans [et al.] // Nutrients. – 2018. – Vol. 10, № 10. – P. 1419. DOI: 10.3390/nu10101419

10. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use / M. Malik, J.T. Bigger, A.J. Camm [et al.] // European heart journal. – 1996. – Vol. 17, № 3. – P. 354–381.

11. Hu X.F., Singh K., Chan H.M. Mercury Exposure, Blood Pressure, and Hypertension: A Systematic Review and Dose-response Meta-analysis // Environ. Health Perspect. – 2018. – Vol. 126, № 7. – P. 076002. DOI: 10.1289/EHP2863

12. Li W.C., Tse H.F. Health risk and significance of mercury in the environment // Environmental Science and Pollution Research. – 2015. – Vol. 22, № 1. – P. 192–201. DOI: 10.1007/s11356-014-3544-x

13. Mercury Exposure and Heart Diseases / G. Genchi, M.S. Sinicropi, A. Carocci [et al.] // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2017. – Vol. 14, № 1. – P. 74. DOI: 10.3390/ijerph14010074

14. Mercury Exposure and Heart Rate Variability: a Systematic Review / M.O. Gribble, A. Cheng, R.D. Berger [et al.] // Curr. Environ. Health. Rep. – 2015. – Vol. 2, № 3. – P. 304–314. DOI: 10.1007/s40572-015-0053-0

15. Neurotoxicity from prenatal and postnatal exposure to methylmercury / P. Grandjean, P. Weihe, F. Debes [et al.] // Neurotoxicol Teratol. – 2014. – Vol. 43. – P. 39–44. DOI: 10.1016/j.ntt.2014.03.004

16. Pirrone N., Keating T. Hemispheric Transport of Air Pollution 2010: Part B-Mercury. – New York, Geneva: United Nations Publication, 2010. – 213 p.

17. World Health Organization/United Nations Environment Programme (WHO/UNEP). Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. – World Health Organization, Geneva, Switzerland: Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals, 2008. – 167 p.

Оценка риска для здоровья потребителей электронных систем доставки никотина от воздействия химических веществ, идентифицированных в жидкостях для заправки испарителей и в бестабачных никотинсодержащих смесях для рассасывания

А.В. Иваненко, Е.В. Судакова, В.В. Дворянов, Е.Л. Скворцова, С.А. Скворцов, Е.М. Осипова

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

Представлены результаты проведенной оценки риска здоровью населения от воздействия химических веществ, идентифицированных в жидкостях для заправки испарителей и в смесях для рассасывания. Вероятность возникновения вредных эффектов у человека, употребляющего ежедневно 1 мл исследованных курительных жидкостей, превышает допустимый уровень. Отсутствие нормативов содержания никотина в смесях для рассасывания не позволяет оценить его влияние на организм при путях поступления через слизистые и ЖКТ.

Ключевые слова: электронная система доставки никотина, вейп, снюс, жидкость для заправки испарителя, бестабачная никотинсодержащая смесь для рассасывания, оценка риска.

Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» в качестве приоритетных целей и задач, поставленных перед правительством РФ, определено увеличение доли граждан, ведущих здоровый образ жизни, а также формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек [4].

К одной из таких привычек относится курение. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), употребление табака является одной из самых значительных угроз для здоровья человека, когда-либо возникавших в мире, ежегодно приводящее почти к 7 млн случаев смерти, из которых более 6 млн случаев происходит среди потребителей и бывших потребителей табака и более 890 тыс. случаев – среди некурящих людей, подвергающихся воздействию вторичного табачного дыма. Потребление табака представляет существенную угрозу для здоровья граждан Российской Федерации и влечет за собой негативные медицинские, демографические и другие социально-экономическими последствия. По данным Международного агентства по изучению рака за 2014 г., курение табака повышает риски многих видов рака, таких как рак губы, ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, поджелудочной железы, трахеи, бронхов, легкого, мочевого пузыря, почек и других органов мочеиспускания, острого миелоидного лейкоза [7]. Курение – это «заразная» болезнь, передающаяся через рекламу и спонсирование. Табачные компании ежегодно тратят сотни миллионов долларов на спонсорскую поддержку спортивных соревнований по всему миру. Реклама и продажа сигарет во время этих соревнований вовлекает в курение молодежь.

Еще одной проблемой стало активное распространение новых средств доставки никотина – электронных сигарет (вейпов), которые позиционируются как гораздо менее вредные в сравнении с традиционным процессом курения, а также бестабачных никотинсодержащих смесей для рассасывания. Этот процесс активизировался в Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона от 23.02.2013 № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» [5]. Бестабачные курительные изделия – электронные системы доставки никотина (электронные сигареты, вейпы, кальяны) – рекламируются их продавцами как возможность на законных основаниях курить там, где потребление табачных изделий запрещено, в том числе в заведениях общественного питания, в транспорте, на рабочих местах, в образовательных и спортивных учреждениях. А вдыхаемый при их использовании аэрозоль преподносится чуть ли не как чистый водяной пар, что не соответствует действительности.

По данным ВОЗ, при использовании бестабачных курительных изделий образуется аэрозоль, который, как правило, включает гликоли, глицеролы, альдегиды (в том числе формальдегид), летучие органические вещества, полициклические ароматические углеводороды, табакспецифичные нитрозамины, металлы, частицы силиката и другие элементы. Дикарбонилы (гликосаль, метилгликосаль, диацетил) и гидроксикарбонилы (ацетол) также считаются важными соединениями в составе аэрозоля. Многие из этих веществ являются токсичными и известны как имеющие последствия для здоровья и вызывающие значительные патологические изменения. Ароматические компоненты при нагревании также распадаются на вещества с высокой токсичностью для организма. В докладе ВОЗ «Электронные системы доставки никотина и электронные системы доставки продуктов, не являющихся никотином» [13] отмечается, что долговременное их использование повышает риск хронической обструктивной болезни легких, рака легких и, возможно, сердечно-сосудистых заболеваний и некоторых других заболеваний, также связанных с курением. Кроме того, для окружающих пользователя электронных сигарет (вейпов) выдыхаемый так называемый «вторичный аэрозоль» также опасен, поскольку содержит высокие концентрации токсичных веществ, а уровни содержания некоторых металлов, таких как никель и хром, во вторичном аэрозоле даже выше, чем при пассивном курении обычных сигарет. При этом в ходе исследований установлено, что в ряде случаев даже в изделиях, заявленных как безникотиновые, содержится никотин.

Использование бестабачных курительных изделий в общественных местах также можно расценивать как стимулирование потребления табака, вовлечение несовершеннолетних в процесс его потребления, что противоречит направлению деятельности государства по борьбе с табачной эпидемией. По данным ВОЗ [13], имеющиеся исследования показывают, что использование бестабачных курительных изделий несовершеннолетними, которые никогда не курили, почти в два раза увеличивает вероятность того, что они начнут курить. Ассортимент представленных на рынке аксессуаров для потребления табака либо безникотиновых смесей, кальянных камней, сиропов и прочего, несмотря на отсутствие в приведенном на упаковке составе никотина, тем не менее ориентирован на демонстрацию узнаваемой имитации собственно процесса курения и провоцирует в конечном итоге потребление табака и распространение табачной зависимости. При этом большой выбор ароматов, предлагаемых производителями бестабачных курительных изделий, делает их более привлекательными именно для подростков.

Как отмечено в распоряжении Правительства РФ № 2732-р от 18.11.2019 «Об утверждении Концепции осуществления государственной политики противодействия потреблению табака и иной никотинсодержащей продукции в Российской Федерации на период до 2035 года и дальнейшую перспективу» [7], распространенность потребления такого вида никотинсодержащей продукции среди лиц 18–24 лет составляет 19,1 %, что более чем в 10 раз выше, чем во всех остальных возрастных группах.

Стоит отметить, что в настоящее время состав курительных смесей, технические характеристики самих курительных изделий, а также продажа бестабачных курительных изделий никак не регулируется. Вейпы и электронные сигареты свободно продаются как в розничной сети, так и через торговые автоматы и сеть Интернет, где их свободно приобретают несовершеннолетние. В СМИ неоднократно появлялась информация о случаях гибели подростков и взрослых из-за отравления веществами, содержащимися в жидкостях для электронных сигарет, а также о случаях взрыва электронных сигарет, повлекших телесные повреждения пользователей.

Продажа и использование в общественных местах электронных сигарет полностью запрещена в Аргентине, Мексике, Омане, Сингапуре, Турции, Таиланде, ОАЭ, Иордании, Уругвае, Венесуэле, Малайзии, Катаре и некоторых других странах. В ряде стран на продажу, продвижение, использование электронных сигарет наложены ограничения по аналогии с табачной продукцией.

В Российской Федерации требования к жидкостям для заправки регламентируются ГОСТ Р 58109-2018. Кроме того, в 2018 г. был представлен отчет ФГБНУ ВНИИТТИ, в котором проведено исследование рынка новых видов никотиносодержащей продукции, имеющаяся международная практика правового регулирования обращения такой продукции, а также даны предложения по установлению в рамках Евразийского экономического союза обязательных требований к новым видам никотиносодержащей продукции и рекомендаций по механизмам их реализации [9, 10].

В 2019 г. в соответствии с поручениями Роспотребнадзора в г. Москве для оценки потенциальной опасности вредных веществ, поступающих в организм человека при использовании электронных курительных устройств (вейпов), проведена оценка риска для здоровья потребителей электронных систем доставки никотина от воздействия химических веществ, идентифицированных в образцах жидкостей для заправки вейпов. На базе ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» было исследовано 32 образца жидкостей для заправки испарителей. Исследование состава дыма (аэрозоля), полученного при моделировании процесса курения вейпа, выявило содержание в пробах от 3 до 14 различных химических веществ из 29 наименований идентифицированных (глицерин, пропиленгликоль, пропанол-2, этилбутират, изоамилацетат, гексилацетат, лимонен, ментол, оксиметил-0-пентафторфенола, бензальдегид, никотин, изобутилацетат, этилметилбутират, октаметилтетрасилоксан, транс-альфа-бергамотен, этилацетат, этилпиперидинол, кариофиллен, н-гексилбутират, альфа-пинен, этил-н-валерат, диметилсульфид, гексенолацетат, гексилацетат, метилбутилацетат, изоамилбутират, изоамилвалерит, бутилацетат и эвкалиптол), которые, за единичными исключениями, оказывают влияние на центральную нервную систему и органы дыхания в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [8] и Федеральным регистром потенциально опасных химических и биологических веществ [12]. Идентифицированные химические соединения также оказывают влияние на сер-

дечно-сосудистую, эндокринную и мочевыделительную системы, печень, почки, желудочно-кишечный тракт. Количественная оценка риска с установлением степени влияния выявленных химических веществ на организм человека невозможна из-за отсутствия методов их количественного определения в дыме (аэрозоле).

В 12 пробах жидкостей обнаружен формальдегид, который по классификации МАИР с 2012 г. относится к группе 1 – вещество, канцерогенность которого для человека доказана. Концентрации формальдегида в жидкостях для электронных испарителей составляли от 0,1 до 0,3 мг/дм^3. По расчетам за одну затяжку из исследованных образцов жидкости в организм курильщика поступает от 7,00E-07 до 2,30E-06 мг формальдегида. Таким образом, дополнительная вероятность развития рака у курильщика на всем протяжении жизни (70 лет) от воздействия формальдегида, содержащегося в исследованных образцах жидкостей, при условии, что человек весом 70 кг «выпаривает» 1 мл жидкости в день, составила от 5,98E-08 до 1,96E-07. Полученное значение относится к первому уровню риска: индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший $1 \cdot 10^{-6}$, что соответствует одному дополнительному случаю серьезного заболевания или смерти на 1 млн экспонированных лиц. Данный риск по классификации Р 2.1.10.1920-04 относится к минимальному уровню, что не требует дополнительных мероприятий по его снижению.

Жидкость для заправки испарителей содержит, помимо пищевых ароматизаторов, никотин, глицерин и пропиленгликоль, что указано на этикетке.

Исходя из рассчитанной дозы веществ, поступающих в организм человека при одной затяжке из парогенератора (от 0,02 до 0,09 мг никотина, от 7,00E-07 до 2,30E-06 мг формальдегида, от 2,2 до 4,5 мг пропиленгликоля), для оценки неканцерогенного риска были рассчитаны среднесуточные пожизненные дозы никотина, формальдегида и пропиленгликоля при условии, что человек весом 70 кг «выпаривает» 1 мл жидкости в день. Оценка неканцерогенного риска проводилась с учетом референтных уровней воздействия для хронической экспозиции (для формальдегида и пропиленгликоля), а также ПДК$_{сс}$ (для никотина), поскольку референтный уровень для никотина не определен.

Дозы глицерина, доля которого в жидкостях для заправки испарителей составляет до 70 %, не могли быть рассчитаны, поскольку для данного соединения отсутствует референтный уровень, а величина ОБУВ глицерина при оценке риска во внимание не принималась из-за ориентировочности данного гигиенического норматива.

Таким образом, среднесуточные пожизненные дозы для никотина, формальдегида и пропиленгликоля составили соответственно от 0,037 до 0,167 мг/кг · день, от 1,3E-06 до 4,27E-06 мг/кг · день и от 4,09 до 8,36 мг/кг · день.

Коэффициент опасности (*HQ*) для никотина составил от 9,29 до 41,79, для формальдегида – менее единицы, и для пропиленгликоля – от 1361,9 до 2228,57.

С учетом того, что коэффициенты опасности для никотина и пропиленгликоля превышают единицу, вероятность возникновения вредных эффектов у человека, употребляющего ежедневно 1 мл исследованных жидкостей для заправки электронных испарителей, превышает допустимый уровень, однако в соответствии с методикой Р 2.1.10.1920-04 точно указать величину этой вероятности в настоящее время невозможно.

Следует отметить, что проведенные расчеты носят ориентировочный характер из-за значительной неопределенности в связи с отсутствием детального описания процесса курения вейпа, количественного определения химических веществ

в паре (аэрозоле), отсутствия референтных концентраций острого воздействия для глицерина, пропиленгликоля и других соединений.

Оптовая и розничная торговля насваем и табаком сосательным на территории Российской Федерации запрещена законом № 15-ФЗ. Однако, используя пробел в законодательстве, проводилась реализация новой никотинсодержащей продукции орального применения, не попадающей под действие этого закона.

В 200 исследованных образцах никотинсодержащей продукции орального применения при физико-химическом исследовании определяется наличие никотина, а также веществ, относимых к пищевым добавкам и других химических соединений.

По информации Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ никотин поражает центральную нервную, сердечно-сосудистую и эндокринную системы, желудочно-кишечный тракт, печень, почки, оказывает раздражающее действие на кожу и глаза.

Гигиенический норматив содержания установлен только для пыли выбросов табачных фабрик (с содержанием никотина до 2,7 %) в пересчете на никотин в атмосферном воздухе (максимальная разовая предельно допустимая концентрация установлена на уровне $8 \cdot 10^{-4}$ мг/м^3, среднесуточная – на уровне $8 \cdot 10^{-4}$ мг/м^3). Лимитирующим показателем вредности является рефлекторно-резорбтивное действие.

Количественно оценить риск для здоровья населения от воздействия никотина при способах его употребления, отличных от курения, поступление в организм человека другими путями (через слизистые, желудочно-кишечный тракт), в настоящее время не представляется возможным из-за отсутствия нормативов содержания никотина в других средах помимо атмосферного воздуха, например, в пищевых продуктах. Также отсутствует референтная доза для никотина, отражающая суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных научных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп на население. В МР 2.1.10.0033-11 [3] также приведены методики оценки риска для здоровья населения только при активном и пассивном курении табака.

Необходимо разделять уже имеющиеся средства с дозированным содержанием никотина для лечения никотиновой зависимости и входящие в «Государственный реестр лекарственных средств» [14] (резинки жевательные и трансдермальные терапевтические системы) и вновь созданную бестабачную продукцию, реализуемую под видом пищевой, используя идентификационные признаки, присущие для пищевой продукции, а именно способ применения (жевание, рассасывание) и форму выпуска (карамель, леденцы, жевательная резинка и т.п.). Содержание никотина в ней в разы превышает терапевтическую дозу. С учетом этого Роспотребнадзором в письме «Об усилении контроля (надзора) за никотинсодержащей продукцией» [6] указано, что оборот подобной продукции регулируется техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 [11]. Следовательно, реализация некурительной никотинсодержащей продукции без документов, подтверждающих ее безопасность, не допускается.

ВОЗ в докладе о глобальной табачной эпидемии от 2019 г. [14] подчеркивает необходимость соблюдения осторожности там, где речь идет о новых и появляющихся табачных и никотиновых продуктах. Меры политики и меры в области здравоохранения должны основываться на надежных научных данных. В случаях отсутствия достаточных данных о потенциале риска страны должны обеспечивать законодательную защиту здоровья населения.

Список литературы

1. ГОСТ Р 58109-2018. Национальный стандарт Российской Федерации. Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200158953 (дата обращения: 04.03.2020).

2. Государственный реестр лекарственных средств (по состоянию на 22 марта 2020 года) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119873/ (дата обращения: 24.03.2020).

3. МР 2.1.10.0033-11. Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения [Электронный ресурс] / Утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 31 июля 2011 г. // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200111974 (дата обращения: 04.03.2020).

4. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ № 204 от 7 мая 2018 г. [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/ (дата обращения: 04.03.2020).

5. Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака: Федеральный закон № 15-ФЗ от 23.02.2013 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142515/ (дата обращения: 04.03.2020).

6. Об усилении контроля за оборотом никотинсодержащей продукции: Письмо Федеральной службы Роспотребнадзора № 02/17909-2019-27 от 20.12.2019 г. [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: https://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php? ELEMENT_ID=13343 (дата обращения: 04.03.2020).

7. Об утверждении Концепции осуществления государственной политики противодействия потреблению табака и иной никотинсодержащей продукции в Российской Федерации на период до 2035 года и дальнейшую перспективу: Распоряжение Правительства РФ № 2732-р от 18.11.2019 [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72943536/ (дата обращения: 04.03.2020).

8. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 5 марта 2004 г. // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: https://base.garant.ru/4181873/ (дата обращения: 04.03.2020).

9. Результаты 1 этапа научно-исследовательской работы по теме «Проведение исследований рынка новых видов никотиносодержащей продукции, международной практики правового регулирования обращения такой продукции и разработка предложений по установлению в рамках Евразийского экономического союза обязательных требований к новым видам никотиносодержащей продукции и рекомендаций по механизмам их реализации»: отчет ФГБНУ ВНИИТТИ. – Краснодар, 2018. – 217 с.

10. Результаты 2 этапа научно-исследовательской работы по теме «Проведение исследований рынка новых видов никотиносодержащей продукции, международной практики правового регулирования обращения такой продукции и разработка предложений по установлению в рамках Евразийского экономического союза обязательных требований к новым видам никотиносодержащей продукции и рекомендаций по механизмам их реализации»: отчет ФГБНУ ВНИИТТИ. – Краснодар, 2018. – 282 с.

11. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902320560 (дата обращения: 24.03.2020).

12. Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: http://www.rpohv.ru/online/ (дата обращения: 04.03.2020).

13. Электронные системы доставки никотина и электронные системы доставки продуктов, не являющихся никотином // Всемирная организация здравоохранения. – Дели, 2016. – 13 с.

14. WHO report on the global tobacco epidemic [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2019. – URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326043/9789241516204-eng.pdf?ua=1 (дата обращения: 04.03.2020).

Анализ риска здоровью при употреблении кальянов, электронных курительных изделий, систем для нагревания табака, курительных смесей и табачной/бестабачной (никотиносодержащей) продукции

Ш.М. Мустафаев

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, г. Москва, Россия

Согласно данным ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения), около одной трети взрослого мужского населения мира курят табак. Медицинские исследования указывают на явную связь табакокурения с такими заболеваниями, как рак и эмфизема легких, заболеваний сердечно-сосудистой системы, а также других проблем со здоровьем.

По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), почти четверть россиян (22,5 %) курят ежедневно. По данным Министерства здравоохранения и социального развития РФ, с курением табака связана потеря 15 лет жизни курильщика [1–10].

Никотиновая зависимость – одна из наиболее серьезных угроз для здоровья будущих поколений, ежегодно в мире от причин, связанных с табакокурением, умирает более 5 млн человек.

По результатам глобального опроса взрослого населения России о потреблении табака (результаты размещены на официальном сайте Минздравсоцразвития РФ), проведенного

в 2016 г. при координации Министерства здравоохранения Российской Федерации информационно-издательским центром «Статистика России» Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и Научно-исследовательским институтом пульмонологии, потребление табака в России распространено широко. В 2016 г. 30,5 % (36,4 млн) всех взрослых постоянно употребляли табак в любом виде, из них курительный табак – 30,3 % (36,3 млн). Доля ежедневно курящих взрослых составила 26,1 % (31,2 млн). Из общего числа курящих 29,9 % (35,8 млн) взрослых постоянно курили сигареты, а 25,7 % взрослых курили сигареты ежедневно. В среднем ежедневные курильщики выкуривали по 16,3 сигареты в день. Средний возраст начала ежедневного курения сигарет среди всех взрослых составил 17,0 г. Среди всех 2,8 % (3,3 млн) взрослых постоянно курили кальян со средней продолжительностью сеанса курения 43,8 мин. Кроме того, 71,2 % постоянных курильщиков кальяна отметили, что в процессе курения кальяна они делили его с другими курильщиками. Среди всех 0,4 % (0,5 млн) взрослых постоянно использовали бездымный табак.

В настоящее время употребление данной продукции стало очень модным увлечение школьников и подростков. Отравившись ударной дозой никотина, которая в ней содержится, подростки теряют сознание прямо в школе, попадают в больницы, оказываются в реанимации.

Ключевые слова: кальяны, электронные курительные изделия, системы для нагревания табака, курительные смеси и табачная / бестабачная (никотиносодержащая) продукция.

Цель настоящей работы – обосновать необходимости организаций органом законодательной власти Российской Федерации работы по изменению требований действующего законодательства, в том числе Федерального закона № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» в части регламентации требований к кальянным, электронным курительным изделиям, систем для нагревания табака, курительным смесям и табачной / бестабачной (никотиносодержащей) продукции с инициированием научных работ по влиянию используемых данных систем и продукции для здоровья населения, с последующей разработкой нормативов / внесения изменений в существующие нормативы и регламентации требований к производству, обороту, использованию, а также качеству и безопасности данной продукции.

Анализ кальянных. Последние 4 года в Управление Роспотребнадзора (далее – Управление) по г. Москве поступают обращения с жалобами на размещение в жилых домах кальянных. Жителей беспокоят запахи, шумы из-за неправильно смонтированной системы вентиляции (вывод вентиляции под окнами жителей), нарушения антитабачного законодательства, в том числе использование и реализация табачной продукции вблизи образовательных школ (ежегодно поступает около 80 подобных обращений). Специалистами службы проводятся проверки с оценкой систем вентиляции, отбором и исследованием курительных смесей (на предмет содержания никотина) и смывов с трубок кальянов на бактериальную обсемененность с последующими их исследованиями на базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве».

Основные нарушения в кальянных: нарушения к оборудованию вентсистемы; нарушения к организации общественного питания и антитабачного законодательства, в том числе использование курительных смесей с табаком неизвестного состава и происхождения; отсутствие меддокументации на сотрудников; нарушение дезрежима (в том числе бактериальная обсемененность трубок кальянных).

В случае подтверждения фактов ухудшения условий проживания жителей, а также грубых нарушений санитарных норм, представляющих угрозу для здоровья граждан, выносятся административные наказания, вплоть до приостановления деятельности по решению суда. Так, в 2019 г. было проведено 47 проверок, по итогам которых вынесено 50 штрафов, деятельность 5 кальянных была приостановлена по решению суда.

В большинстве обращений граждане жалуются на нарушения общественного порядка и безопасности, на возможную угрозу оборота наркотиков в подобных заведениях. Такие обращения переадресовываются в органы внутренних дел. По фактам, отнесенным к компетенции Управления (использование табачной продукции в предприятии общественного питания, реализация табачной продукции вблизи образовательных организаций, проникновение запахов из кальянной в квартиры, выведение вентиляции под окна жителей) нами проводятся проверки. В ходе проверок проводятся лабораторно-инструментальные исследования воздуха в помещениях на содержание загрязняющих веществ и оценка системы вентиляции на предмет ее изолированности от жилой части здания.

В настоящее время прямого запрета на курение кальянов в организациях общественного назначения (в том числе расположенных в жилых домах), в которых не используется табачная продукция, нет. В тех случаях, когда маркировка продукции не позволяет идентифицировать курительные смеси на предмет наличия / отсутствия в их составе табака, такая продукция снимается с реализации и арестовывается, на предпринимателя накладывается штраф. Вместе с тем для кардинального решения проблемы беспокойства жителей из-за размещения подобных объектов, для закрытия их по решению суда требуется доказать угрозу для жизни и здоровья граждан, а именно факт курения табачной никотинсодержащей продукции в предприятии общественного питания (к которым в большинстве своем относятся кальянные). Однако по информации аккредитованной экспертной организации ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве», в настоящее время отсутствуют методики и методы определения содержания табака и никотина в кальянных смесях, а также соответствующая область аккредитации у представленных на рынке лабораторных центров, в связи с чем однозначно идентифицировать используемые в подобных заведениях смеси как никотинсодержащие (большинство смесей в кальянных не имеют маркировки с информацией на русском языке), а происходящие в кальянных процессы – как табакокурение – не представляется возможным. Как видно из приведенной выше статистики, не усмотрев явной угрозы для жизни и здоровья граждан из-за не подтвержденной лабораторно доказательной базы, суды назначают как меру наказания – административный штраф вместо административного приостановления деятельности, что не позволяет снизить социальную напряженность среди москвичей.

В 2018–2019 гг. по результатам исследований 66 образцов курительных смесей, проведенных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве», в 100 % случаев было установлено токсическое действие как при ингаляционном, так и при пероральном пути введения (при этом нормативы для данной продукции отсутствуют).

В настоящее время отсутствуют санитарные правила к использованию, режиму обработки и дезинфекции кальянов в общественных заведениях, при этом механизм действия кальянов (в части прямого контакта с органами дыхания) схожий с рядом физиотерапевтических процедур и с механизмом искусственной вентиляции легких, для которых установлены жесткие требования по обработке и дезинфекции оборудования из-за значительного риска передачи воздушно-капельных инфекций. Указанные факты нашли свое подтверждение при проведении проверок кальянных в 2016–2018 гг., в ходе которых с элементов кальянов (внутренняя поверхность трубок) отбирались смывы на содержание патогенной микрофлоры, при этом в 66 % исследований обнаружены бактерии группы кишечной палочки, в 33 % случаев – патогенный стафилококк.

Таким образом, проблема использования кальянов, функционирования кальянных, нормирование содержания веществ в кальянных смесях требует дополнительной законодательной регламентации.

Курение кальяна может явиться причиной инфекционного заболевания передающегося воздушно-капельным путем (герпес, гепатит В, менингит, сифилис, ОРВИ, туберкулез).

Электронные системы для нагревания табака. В 2019 г. в адрес Управления Роспотребнадзора по г. Москве начали поступать обращения граждан о появившихся на территории города в торговых центрах и курительных комнатах при точках продаж «электронных систем для нагревания табака».

По данным фактам была проделана следующая работа:

– проанализирована информация из сети Интернет о данных устройствах и подобных им;

– совместно с ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве» прорабатывается перечень возможных ингредиентов для исследования воздуха в помещениях, где осуществляется нагревание (по сути – курение) с использованием данных устройств;

– проведен анализ сети Интернет и обследование 3 торговых центров на предмет нахождения подобных объектов;

– в марте 2019 г. была организована контрольная закупка в магазине для продажи систем для нагревания табака в павильоне торгового центра. Проверкой установлено, что владельцы устройства нагревания табака могут покурить (употребить продукцию) через систему нагревания табака;

– продавцы-консультанты консультируют посетителей магазина об устройстве нагревания табака и табачных стиках, а также предлагают в качестве теста покурить стики через тестовое устройство.

Тестовую систему нагревания табака можно получить на 7 дней в качестве тест-драйва, при условии покупки 3 пачек табачных стиков и залога магазину в размере стоимости устройства. В ходе контрольной закупки установлено стимулирование продажи табака, табачной продукции или табачных изделий и (или) потребления табака либо реклама табака, табачной продукции, табачных изделий или курительных принадлежностей, что является нарушением ст. 16 Федерального закона Российской Федерации от 23.02.2013 № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» и указывает на событие административного правонарушения, административная ответственность за которое предусмотрена ч. 1 статьи 14.3.1 Кодекса об административных правонарушениях (КоАП РФ).

В ряде торговых центров при точке продажи систем нагревания табак установлены столики для демонстрации использования данных устройств с возможностью его испробовать. Также любой клиент после приобретения данной продукции может воспользоваться приобретенным товаром на месте.

Продукция содержит табак, так как на упаковках содержатся предупреждающие надписи «Употребление табака вредит Вашему здоровью», а также информация «Масса нетто табака нагреваемоего: 6.1 г», производят данную продукцию компании, специализирующиеся на изготовлении сигарет и иной табачной продукции.

По результатам контрольно-надзорных мероприятий представители табачных компаний пытались оспорить действия Управления Роспотребнадзора по

г. Москве, доводы о безосновательности проведения проверки в связи с отсутствием требований к обороту данной продукции.

Опровержение доводов официальных представителей табачных компаний по результатам контрольной закупки:

– доводы о том, что действие Федерального закона № 15-ФЗ от 23.02.2013 «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» не распространяется на данные системы ввиду отсутствия в статье 2 данного закона такого способа потребления табака, как нагревание (в законе указано курение табака, сосание, жевание, нюханье табачных изделий), не состоятельно, так как закон принят в 2013 г., а распространение данные системы получили в последние 3–4 года, а их производители намеренно избегают от понятий «курение», «табачный дым» с целью ухода от ответственности, вместе с тем осуществляется процесс использования данных систем, вдыхания психотропных веществ (в том числе никотина) и продуктов их трансформации. «Органы-мишени», подвергающиеся воздействию веществ, выделяемых из сигарет и систем нагревания табака, – одинаковые;

– доводы о том, что Федеральный закон № 15 распространяется только на процессы, связанные с выделением табачного дыма, не состоятельны, так как закон регулирует также оборот табака нюхательного и сосательного. Кроме того, у Управления Роспотребнадзора по г. Москве имеется обширная практика привлечения к ответственности владельцев кальянных, где использование кальянов сопровождается также выделением табачного дыма / аэрозоля;

– доводы о том, что и технический регламент Таможенного союза ТР ТС 035/2014 «Технический регламент на табачную продукцию» также не распространяется на системы нагревания табака и применяемые в них табачные стики выводит реализуемую ими продукцию вне закона;

– доводы представителей представителя юридического лица о том, что выделение аэрозоля в процессе использования системы нагревания табака не является выделением табачного дыма и курением, не обоснованы, так как:

а) аэрозо́ль – дисперсная система, состоящая из взвешенных в газовой среде (дисперсионной среде), обычно в воздухе, мелких частиц (дисперсной фазы). Аэрозоли, дисперсная фаза которых состоит из капелек жидкости, называются туманами, а в случае твердых частиц, если они не выпадают в осадок, говорят о дымах (свободнодисперсных аэрозолях) или о пыли (грубодисперсном аэрозоле), то есть дым – является одной из форм аэрозоля;

б) дым – это совокупность мелких твердых частиц и газообразных продуктов, выделяющихся в воздух при сгорании чего-либо;

в) горе́ние (сгорание) – сложный физико-химический процесс превращения исходных веществ в продукты сгорания в ходе экзотермических реакций, сопровождающийся интенсивным выделением тепла.

Однозначно процесс использования системы нагревания табака является экзотермическим и сопровождается выделением тепла (около 350 °С), что не оспаривается даже продавцами этой продукции;

г) курение табака – использование табачных изделий в целях вдыхания дыма, возникающего от их тления;

д) тление – это особый вид медленного горения, которое поддерживается за счет тепла, выделяющегося в реакции кислорода и горячего конденсированного

вещества непосредственно на поверхности вещества и аккумулируемого в конденсированной фазе.

Таким образом, употребление табачных стиков через систему нагревания табака является процессом курения, сопровождающимся выделением табачного дыма и попаданием его в организм

Рекламные акции систем нагревания табака, заключающиеся в предоставлении бесплатной возможности протестировать данную продукцию (по факту – выкурить табачный стик с использованием системы нагревания табака), однозначно являются стимулированием продажи табака, табачной продукции или табачных изделий и (или) потребления табака либо реклама табака, табачной продукции, табачных изделий или курительных принадлежностей, что является нарушением ст. 16 Федерального закона Российской Федерации от 23.02.2013 № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» и указывает на событие административного правонарушения, административная ответственность за которое предусмотрена ч. 1 статьи 14.3.1 КоАП РФ.

Правоту действий Управления, в том числе по отнесению данной продукции к предмету регулирования антитабачного законодательства, поддержали решения Девятого арбитражного апелляционного суда от октября и ноября 2019 г.

Анализ электронных устройств (вейпов). Проведенные в 2019 г. на базе ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» исследования 27 образцов жидкости для заправки вейпов показали содержание в них значительного количества опасных для человека веществ, в том числе формальдегида, бензола и лимонена, а проведенная оценка риска для здоровья населения – канцерогенный и неканцерогенный риски. Реализация данных товаров сопровождалась также многочисленными нарушениями в области защиты прав потребителей: введение в заблуждение относительно состава продукции и ее потребительских свойств, незаконное использование на маркировке знака добровольной сертификации, недостоверные данные о производителях продукции, которые зачастую не осуществляют деятельность по адресам, указанным на маркировке.

Оценка риска для здоровья человека от воздействия химических веществ, поступающих в организм человека при использовании электронных курительных устройств (вейпов), идентифицированных в жидкостях для заправки вейпов:

1. Исследование состава дыма (аэрозоля) образцов, полученных при моделировании процесса курения вейпа, выявило содержание в пробах от 11 до 14 химических веществ, которые за единичными исключениями оказывают влияние на центральную нервную систему и органы дыхания в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и Федеральным регистром потенциально опасных химических и биологических веществ. Идентифицированные химические соединения также оказывают влияние на сердечно-сосудистую, эндокринную и мочевыделительную системы, печень, почки, желудочно-кишечный тракт. Количественная оценка риска с установлением степени влияния выявленных химических веществ на организм человека невозможна из-за отсутствия их количественного определения в дыме (аэрозоле).

2. Формальдегид, обнаруженный во всех пробах жидкостей, по классификации МАИР относится к группе 2А – вероятный канцероген для человека. Также формальдегид обладает доказанным токсическим действием на органы дыхания

и иммунную систему человека. Формальдегид был обнаружен во всех образцах жидкостей для электронных испарителей в концентрациях от 0,1 до 0,3 мг/дм^3. По расчетам за одну затяжку из образцов жидкости в организм курильщика поступает от $7 \cdot 10^{-7}$ до $2{,}3 \cdot 10^{-6}$ мг формальдегида.

В соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» проведен расчет индивидуального канцерогенного риска для каждого образца жидкости с использованием данных о величине экспозиции и значении фактора канцерогенного потенциала для формальдегида (0,046 (мг/кг·день)$^{-1}$).

Таким образом, дополнительная вероятность развития рака у курильщика на всем протяжении жизни (70 лет) от воздействия формальдегида, содержащегося во всех образцах жидкостей, при условии, что человек весом 70 кг «выпаривает» 1 мл жидкости в день, составила от 1,96E-07 до 5,98E-08. Полученные значения относятся к первому уровню риска: индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший $1 \cdot 10^{-6}$, что соответствует одному дополнительному случаю серьезного заболевания или смерти на 1 млн экспонированных лиц. Данный уровень риска по классификации Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» относится к минимальному уровню. Указанный риск нельзя считать достоверным в связи с отсутствием точных методик определения.

3. Исходя из рассчитанной дозы веществ, поступающих в организм человека при одной затяжке из парогенератора (0,02 мг никотина, от $7 \cdot 10^{-7}$ до $2{,}3 \cdot 10^{-6}$ мг формальдегида, до 6 мг глицерина, до 3 мг пропиленгликоля), для оценки неканцерогенного риска рассчитаны среднесуточные пожизненные дозы при условии, что человек весом 70 кг «выпаривает» 1 мл жидкости в день.

В соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» среднесуточные пожизненные дозы учитывают воздействующие концентрации, полученные расчетным путем, величину контакта, частоту и продолжительность воздействий, время осреднения экспозиции.

При расчете среднесуточных доз использованы стандартные значения факторов экспозиции. Оценка неканцерогенного риска проводилась с учетом референтных уровней воздействия для хронической экспозиции (для формальдегида и пропиленгликоля), а также ПДК$_{сс}$ (для никотина). Референтные уровни воздействия для глицерина и никотина отсутствуют. Величина ОБУВ глицерина при оценке риска во внимание не принималась из-за ориентировочности данного гигиенического норматива. Характеристика общетоксических эффектов проводилась на основе коэффициентов опасности (*HQ*) отдельных веществ.

Таким образом, среднесуточные пожизненные дозы для никотина, формальдегида и пропиленгликоля составили 0,037 мг/кг·день, от 2,79 до 4,27E-06 мг/кг·день и 5,57 мг/кг·день соответственно.

Коэффициент опасности (*HQ*) составил для никотина – 9,29, для формальдегида менее единицы и для пропиленгликоля – 1854,14.

С учетом того, что коэффициенты опасности для никотина и пропиленгликоля превышают единицу, вероятность возникновения вредных эффектов у человека, употребляющего ежедневно 1 мл (минимальное количество) исследованных курительных жидкостей превышает допустимый уровень, однако в соответствии с ме-

тодикой Р 2.1.10.1920-04 точно указать величину этой вероятности невозможно, необходима длительная научная работа и введение новых методик.

Также следует отметить, что проведенные расчеты носят ориентировочный характер из-за значительной неопределенности в связи с отсутствием детального описания процесса курения вейпа, количественного определения химических веществ в паре (аэрозоле), отсутствия референтных концентраций острого воздействия для глицерина, пропиленгликоля, никотина и др.

Анализ никотиносодержащей продукции (снюс). В 2019–2020 гг. на базе ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» исследовано 187 образцов продукции. По результатам исследований установлено, что вся отобранная продукция представляет угрозу для жизни и здоровья человека:

– в пробах водных экстрактов установлено присутствие никотина в концентрациях, превышающих предельно допустимое содержание от 4,8 до 43 раз;

– в составе обнаружен свинец, вещество, относящееся к чрезвычайно опасным соединениям;

– по результатам исследований на лабораторных животных, при введении в желудок и аппликациях на слизистую оболочку рта образцы вызывают симптомы, характерные для веществ, обладающих действием на ЦНС (тремор тела, судороги), вызывают гибель лабораторных животных;

– на вышеуказанную пищевую продукцию отсутствует декларация о соответствии требования ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

По данным исследований из-за приема снюса риск развития рака поджелудочной железы в США возрос на 40 %, а в Норвегии – до 67 %.

Прием сосательного табака особенно опасен именно в подростковом возрасте, так как организм еще не сформирован окончательно. Снюс наносит следующий вред:

1) замедление и остановка роста;

2) нарушение когнитивных процессов;

3) ухудшение концентрации внимания и памяти;

4) повышенная раздражительность и агрессивность;

5) ослабление иммунитета и повышенная восприимчивость к инфекционным заболеваниям;

6) более высокий риск развития онкологических заболеваний полости рта, желудка и поджелудочной железы.

Сосание снюса почти в 100 % случаев приводит к появлению неопухолевых поражений слизистой рта. Она постоянно подвергается раздражению, и клетки прекращают нормально функционировать и развиваться. Особенно опасен снюс для лиц в возрасте до 18 лет. Он вызывает быстрое ее ороговение даже после месяца приема сосательного табака. Это ее состояние является предраковым. Исследования показывают, что в снюсе выявляется до 28 канцерогенов, например, никель, нитрозамины, радиоактивный полониум-210. Они чрезвычайно опасны и повышают вероятность развития рака щек, десен и внутренней поверхности губ в 40 раз.

Снюс существенно вредит зубам. Постоянное воспаление десен, разрушительное воздействие на эмаль – все эти факторы увеличивают вероятность развития кариеса и пародонтоза. Прием сосательного табака сопровождается сильным слюноотделением, и слюна, смешиваясь с никотином и канцерогенами, поступает после проглатывания в пищеварительные органы. Из-за этого слизистые желудка и кишечника, как и при приеме жевательного табака, постоянно подвергаются раз-

дражению, воспаляются и на них могут формироваться эрозии и язвы. Поступление в органы пищеварения канцерогенов повышается вероятность развития рака желудка и кишечника. Исследования показывают, что заядлые поклонники снюса могут принимать до 3 банок сосательного табака. Если он содержит сахар, то такое его поступление в организм повышает риск развития сахарного диабета в разы.

Выводы. Табачные компании ищут пути обхода действующего законодательства с целью исключения возможности привлечения их к административной ответственности и разрабатывают все новые способы потребления табака (имитации курения, имитации курения за счет испарения веществ для вдыхания (vape)). Все это приводит к тому, что в настоящее время курение (имитация курения) осуществляется в обход законодательства в общественных местах, в том числе торговых центрах, местах общественного питания, в жилых домах.

Необходимо изменение требований действующего законодательства, в том числе Федерального закона № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» в части регламентации требований к кальянным, электронным курительным изделиям, системам для нагревания табака, курительных смесей и табачной / бестабачной (никотиносодержащей) продукции с инициированием научных работ по влиянию используемых данных систем и продукции для здоровья населения, с последующей разработкой нормативов / внесения изменений в существующие нормативы, и регламентация требований к производству, обороту, использованию, а также качеству и безопасности данной продукции.

Для решения проблемы контроля за оборотом кальянов, электронных курительных изделий, табачных смесей, систем для нагревания табака и бестабачной (никотиносодержащей) продукции необходимы:

1. Организация рабочей группы с целью первичной проработки вопроса изменения законодательной базы, регламентирующей деятельность кальянных, требования к кальянным и курительным смесям с привлечением органов законодательной власти субъектов Российской Федерации.

2. Инициирование через Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии внесения изменений и дополнений в технический регламент Таможенного союза, регламентирующий вопросы оборота табачной продукции, либо разработки нового технического регламента, а также принятия нормативно-правовых актов с целью:

– законодательного установления требований к размещению помещений кальянных с целью исключения возможности размещения кальянных в ущерб прав жителей многоквартирных домов;

– регламентации требований к самим кальянам, кальянным смесям, электронным сигаретам, которые позволят их классифицировать, определять некачественную продукцию, контролировать ее оборот, установят требования к их использованию (в том числе режиму обеззараживания).

3. Разработка и принятие нормативно-правового акта (на федеральном или региональном уровне) с целью установления запрета на заказ кальянов в кальянных несовершеннолетними.

4. Инициировать разработку методик и методов идентификации никотина и табака в кальянных смесях.

5. Инициирование через Роспотребнадзор и Министерство здравоохранения Российской Федерации работ по оценке влияния использования кальянов, курительных смесей и электронных сигарет на здоровье населения.

6. Инициирование через Роспотребнадзор обращения в комитет по охране здоровья Государственной Думы РФ с предложением провести парламентские слушания по вопросу регулирования продажи и потребления (использования) кальянов (кальянных смесей), систем нагревания табака и курительной жидкости.

7. Направление депутатами Мосгордумы для рассмотрения в Государственную Думу РФ подготовленного по инициативе Управления Роспотребнадзора по г. Москве законопроекта «О внесении изменений в Федеральный закон № 15-ФЗ “Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака”».

Список литературы

1. Из-за курения в мире ежегодно умирает более пяти миллионов человек [Электронный ресурс] // РИА новости. – URL: https://ria.ru/20101115/296743674.html (дата обращения: 10.04.2020).

2. Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака: Федеральный закон № 15-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142515/ (дата обращения: 10.04.2020).

3. Росреестр: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: www.rosreestr.ru (дата обращения: 10.04.2020).

4. Росстат: почти четверть россиян курят ежедневно [Электронный ресурс] // Новая газета. – URL: https://www.novayagazeta.ru/news/2019/03/23/150259-rosstat-pochti-chetvert-rossiyan-kuryat-ezhednevno (дата обращения: 10.04.2020).

5. Сайт Минздравсоцразвития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: www.rosminzdrav.ru (дата обращения: 10.04.2020).

6. СанПиН 2.1.2.2645-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902222351 (дата обращения: 10.04.2020).

7. ТР ТС 021/2011. Технический регламент на табачную продукцию: технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902320560 (дата обращения: 10.04.2020).

8. ТР ТС 035/2014. Технический регламент на табачную продукцию: Технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/420239195 (дата обращения: 10.04.2020).

9. Электронная сигарета [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронная_сигарета (дата обращения: 10.04.2020).

10. World Health Organization [Электронный ресурс]. – URL: www.who.int (дата обращения: 10.04.2020).

Обоснование промышленного развития территорий Ямало-Ненецкого округа с использованием методологии оценки риска здоровью населения (на примере Ямальского и Тазовского районов)

Д.Г. Ткачёв[1], М.В. Винокуров[2], М.В. Винокурова[2]

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЯНАО» Роспотребнадзора, г. Салехард, Россия,
[2]Научно-исследовательский институт экологической токсикологии ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, Россия

Все изученные территории являются крупнейшими источниками углеводородного сырья. В настоящее время активно развиваются предприятия по добыче и переработке углеводородного сырья. Выполнено санитарно-гигиеническое обоснование деятельности по нефтегазодобыче и нефтегазопереработке на территориях ХМАО и ЯНАО.

Ключевые слова: углеводородное сырье, промышленные предприятия, загрязнение атмосферы, оценка риска, математическое моделирование.

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

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

Численность населения Ямальского района составляет 16 565 человек. Плотность 0,11 чел./км^2.

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

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

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

Площадь территории – 174 343,92 км². Важное транспортное значение в районе имеют реки Таз, Пур, Обская губа, Гыданская губа, Тазовская губа. Навигация длится с июля по сентябрь.

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

В муниципальный район входят 5 муниципальных образований со статусом сельского поселения: 1) пос. Тазовский; с. Антипаюта; с. Газ-Сале; с. Гыда; с. Находка, а также одна межселенная территория без статуса поселений.

В Тазовский район входит 9 населенных пунктов. Это Антипаюта, Газ-Сале, Гыда, Матюй-Сале, Находка, Тадебя-Яха, Тазовский, Тибей-Сале, Юрибей.

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

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

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

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р утверждена Энергетическая стратегия России на период до 2030 г., которая по энергетическому освоению поставила полуостров Ямал в один ряд с регионами Восточной Сибири и Дальнего Востока, Северо-Западного региона России и континентального шельфа Российской Федерации [1].

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

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

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

Агропромышленный комплекс *Ямальского района* включает в себя оленеводство, промышленную переработку продукции оленеводства и рыбодобывающее

производство – виды деятельности, тесно связанные с традиционным хозяйством коренных малочисленных народов Севера.

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

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

Агропромышленный комплекс *Тазовского района*. 44 предприятия различных форм собственности производят сельхозпродукцию. В числе предприятий – 17 сельскохозяйственных, 8 рыбодобывающих, 2 рыбоперерабатывающих, 66 национальных общин, 35 крестьянско-фермерских и малых хозяйств, 3000 личных оленеводческих хозяйств.

В АПК ЯНАО занято более 13 тыс. человек, где 90 % составляют коренные малочисленные народы Севера.

Ежегодно производится до 2 тыс. т продукции из мяса оленя и свыше 7 тыс. т рыбы, включая такие ценные сиговые породы.

Производство валовой сельхозпродукции более 710 млн рублей, из них 57,9 % приходится на сельскохозяйственные организации, 41,7 % на личные подсобные хозяйства, доля крестьянских (фермерских) хозяйств незначительна – 0,4 %.

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

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

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

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

С целью оценки состояния воздушного бассейна и обоснования устойчивого развития труднодоступных территорий Ямальского района созданы базы данных выбросов промышленных источников для расчета приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе сельских поселений и вахтовых жилых поселков: пос. Сабетта, пос. Дровяной, с. Мордыяха, с. Моррасале, пос. Мыс-Каменный, пос. Новый Порт, пос. Панаевск, пос. Салемал, пос. Сеяха, д. Сунэйсале, пос. Тамбей, с. Таркосале, д. Усть-Юрибей, д. Яптик-Сале, с. Яр-Сале, д. Порц-Яха, вр. пос. Харасавэй.

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

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

Методология оценки риска здоровью населения на основе математического моделирования рассеивания атмосферных загрязнителей является единственно приемлемым способом оценки конкретной ситуации на труднодоступных территориях Ямальского и Тазовского районов. Расчетные методы позволяют построить полноценную модель загрязнения объекта окружающей среды с возможностью ее оценки в любой точке изучаемого пространства. Расчеты рассеивания выбросов загрязняющих веществ по Ямальскому и Тазовскому районам выполнены в соответствии с Методами расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, утв. приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273, рег. в Минюсте России 10 августа 2017 г. № 47734 [5]. Вместе с тем точность расчетов зависит от двух основных аспектов – качества исходной информации и точности выбранной модели. При выборе модели расчета загрязнения объектов окружающей среды для целей оценки риска следует иметь в виду прежде всего ее способность определять не только максимальные уровни загрязнения, но и осредненные на заданный период экспозиции, в максимальной степени учитывать все факторы, влияющие на распространение загрязнения [4].

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

По данным расчетов, приоритетными загрязняющими веществами являются: азота диоксид (0,35 $ПДК_{мр}$), азот (II) оксид (0,17 $ПДК_{мр}$), углерод (сажа) (0,1 $ПДК_{мр}$), углерода оксид (0,18 $ПДК_{мр}$), метан (0,24 $ПДК_{мр}$), бенз(а)пирен (0,24 $ПДК_{мр}$), метанол (0,17 $ПДК_{мр}$) [2].

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

В соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920-04 при идентификации опасности из полного перечня веществ рассмотрены канцерогены 1-й и 2-й группы по классификации МАИР (12 канцерогенов) [4]. К 1-й группе (с доказанной канцерогенностью для человека) относятся 7 веществ (кадмий оксид, хром (6+), сажа, бензол, бенз(а)пирен, формальдегид, диоксины), к группе 2А (вероятные человеческие канцерогены) – одно вещество (свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)), к группе 2В (возможные человеческие канцерогены) – 4 вещества (этилбензол, трихлорметан, тетрахлорметан, ацетальдегид).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Рекомендации:

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

2. В Ямальском районе стационарные посты мониторинга загрязнения атмосферного воздуха с учетом данных оценки риска здоровью населения следует

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

3. В Ямальском районе приоритетными загрязнителями для измерения содержания в атмосферном воздухе являются вещества: азота диоксид, азот (II) оксид, углерод (сажа), углерода оксид, метан, бенз(а)пирен, метанол. В Тазовском районе приоритетными загрязнителями для измерения содержания в атмосферном воздухе являются вещества: азота диоксид, азот (II) оксид, углерод (сажа), углерода оксид, метан, бенз(а)пирен, метанол.

4. Для оценки распространения атмосферных загрязнений в Ямальском районе размещения источников загрязнения воздушного бассейна провести измерение содержания токсичных веществ в снеговом покрове на территории пос. Сабетта, с. Яр-Сале, с. Новый Порт и с. Мордыяха; в Тазовском районе на территории пос. Тазовский, пос. Новозаполярный, с. Газ-Сале, с. Антипаюта, с. Гыда, с. Находка. Во всех районах в пробах снега измерить показатели: pH среды, сухого остатка, сульфатов, хлоридов, нитратов, нитритов, азота аммиака, содержания в твердой фазе и растворенной части железа, марганца, кадмия, меди, цинка, свинца, хрома, фенола, фторидов.

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

6. При обосновании промышленного производства Ямальского и Тазовского районов целесообразно наличие оценки воздействия и разработки санитарно-защитных зон отдельных предприятий, выполнение комплексной оценки состояния окружающей среды с учетом всех источников негативного воздействия с применением использования оценки риска.

Список литературы

1. Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: Приказ Минприроды России (Министерство природных ресурсов и экологии РФ) от 06 июня 2017 г. № 273. – 110 с.

2. Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_94054/ (дата обращения: 11.04.2020).

3. Оценка состояния окружающей среды Ямальского района: отчет. – Екатеринбург: НИИ «Экотоксикологии», 2018.

4. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 143 с.

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

М.В. Винокуров, М.В. Винокурова, О.Л. Костина

Научно-исследовательский институт экологической токсикологии
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
г. Екатеринбург, Россия

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

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

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

Анализ результатов расчетов загрязнения на территориях городов: Тюмени – 250 веществ, Тобольска – 78 веществ; Ишима – 50 веществ; Екатеринбурга – 304 вещества, Краснотурьинска – 115 веществ, Серова – 91 вещество, Каменск-Уральского – 134 вещества, Асбеста – 116 веществ, Ревды – 97 веществ, Первоуральска – 124 вещества, Нижний Тагила – 228 веществ, Усинска – 150 веществ, Кемерово – 210 веществ, Липецка – 150 веществ, Сургута – 80 веществ, свидетельствует о целесообразности усиления в практике планирования градостроительных решений, мероприятий по оценке вероятности причинения вреда в результате хозяйственной деятельности, как источника негативного воздействия [2].

С этой целью Научно-исследовательским институтом экотоксикологии УГЛТУ разработана система оценки качества атмосферного воздуха городов с использованием методов расчетного мониторинга с учетом методологии оценки риска с целью принятия градостроительных управленческих решений, оценки эффективности экологических программ, для оценки достаточности природоохранных мероприятий, связанных с обеспечением санитарно-эпидемиологического благополучия на территориях в связи с воздействием выбросов предприятий и транспорта [1, 3].

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

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

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

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

2. По оптимизации градостроительных решений, в том числе:

– размещению и реконструкции промышленных объектов;

– экологическому обоснованию размещения отдельных объектов в условиях сложившейся застройки;

– проектов детальной планировки;

– генеральных планов городов.

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

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

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

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

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

Все возможности моделей и программ были реализованы для разработки системы оптимизации градостроительных решений оценки качества атмосферного воздуха городов по максимальным разовым и среднегодовым концентрациям [2].

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

Реализация системы предполагает:

1. Оценку и установление:

– градостроительных ограничений;

– принципиальной возможности;

– принципиальной необходимости.

2. Качество атмосферного воздуха в городе:

– качество атмосферного воздуха в городе по концентрации;

– качество атмосферного воздуха по среднегодовым концентрациям и ПДК;

– по показателям риска здоровью населения [4].

3. Предложения по санитарно-гигиеническому мониторингу:

– на основе сопоставления данных наземного мониторинга с расчетными уровнями и оценки риска;

– заболеваемости по городу и данных по педиатрическим участкам.

4. Предложения по квотированию:

– выбросов в городе;

– по установлению экспертизы и оценке проектов ПДВ на основе сводных расчетов и квотирования с учетом оценки риска.

При разработке системы будут выполнены следующие этапы:

1. Предлагается осуществление сбора данных для определения перечня объектов капитального строительства, в отношении которых подлежат установлению санитарно-защитные зоны (за исключением магазинов, остановочных и остановочно-разворотных комплексов, стоянок и парковок автотранспортных средств на придомовых и приобъектных территориях, крышных и встроенно-пристроенных котельных, электроподстанций, КНС, в/ч), с указанием организаций, осуществляющих деятельность в указанных объектах.

2. Осуществляется составление перечня объектов капитального строительства, в отношении которых установлены санитарно-защитные зоны, информация о чем внесена в единый государственный реестр недвижимости в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 03.03.2018 № 222 «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон».

3. Выполняется составление перечня капитального строительства, в отношении которого подлежат установлению санитарно-защитные зоны, но информация о котором не занесена в единый государственный реестр недвижимости.

4. Осуществляется составление перечня капитального строительства, для которого установлены санитарно-защитные зоны (на проекты санитарно-защитных зон выданы в ранее действующем порядке санитарно-эпидемиологические заключения и постановления (решения) главного государственного санитарного врача Российской Федерации или его заместителя (субъекта РФ)) до вступления в силу Постановления Правительства Российской Федерации от 03.03.2018 № 222 «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон», информация о чем занесена в единый государственный реестр недвижимости.

5. Разрабатывается классификация объектов капитального строительства по сфере деятельности расположенных в них организаций (в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»), с указанием размеров санитарно-защитных зон и действующих в них градостроительных ограничений, графического описания местоположения такой зоны, перечня координат характерных точек этих границ в системе координат, класса опасности, наименования планировочного района, адресного описания, кадастрового номера земельного участка, перечня ограничений использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитной зоны.

6. Производится определение наличия в границах существующей, а также в границах подлежащей установлению санитарно-защитной зоны:

а) размещения жилой застройки, объектов образовательного и медицинского назначения, спортивных сооружений открытого типа, организаций отдыха детей и их оздоровления, зон рекреационного назначения и для ведения садоводства;

б) размещения объектов для производства и хранения лекарственных средств, объектов пищевых отраслей промышленности, оптовых складов продовольственного сырья и пищевой продукции, комплексов водопроводных сооружений для подготовки и хранения питьевой воды, использования земельных участков в целях производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, предназначенной для дальнейшего использования в качестве пищевой продукции, если химическое, физическое и (или) биологическое воздействие объекта, в отношении которого установлена санитарно-защитная зона, приведет к нарушению качества и безопасности таких средств, сырья, воды и продукции в соответствии с установленными к ним требованиями.

7. Проводится оценка возможности изменения санитарно-защитных зон в части уменьшения размеров и (или) прекращения действия отдельных ограничений использования земельных участков, расположенных в границах таких зон (при условии расположения в их санитарно-защитной зоне объектов, размещение которых не допускается), прекращения существования санитарно-защитной зоны, с предложением мероприятий по снижению негативного воздействия на атмосферный воздух и здоровье населения (расчетный метод).

7.1. Предлагается разработка модели расчета максимальных и среднегодовых концентраций от стационарных источников.

7.2. В расчете распределения учесть выбросы от основных источников выбросов в городе. При выполнении работ предусматривается:

7.2.1. Подготовка метеоинформации в районе размещения объектов (в перспективных для застройки и других) для получения максимальных разовых и среднегодовых концентраций.

7.2.2. Уточнение параметров источников выбросов предприятия (по данным инвентаризации) и уточнение фактического состава предприятий города, в том числе в районе размещения жилой застройки.

7.2.3. Расчет максимальных разовых и среднегодовых концентраций в районе размещения объектов жилой застройки от стационарных источников.

7.2.4. Оценка состояния атмосферного воздуха населенных мест и зеленых насаждений (парки, зоны отдыха) на территориях жилой застройки.

7.2.5. Оценка достаточности СЗЗ (санитарно-защитная зона) предприятий города.

7.2.6. Гигиеническая оценка территорий города по факторам загрязнения промпредприятиями, предложения по сокращению негативного воздействия предприятий.

8. Определяется необходимость выноса или перепрофилирования объектов, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, для которых не представляется возможным сокращение санитарно-защитной зоны, при условии расположения в их санитарно-защитной зоне объектов, размещение которых не допускается.

9. Рассчитываются градостроительные ограничения по санитарно-защитным зонам от действующих, реконструируемых объектов капитального строительства, являющихся источниками химического, физического, биологического воздействия на среду обитания человека.

10. Проводится оценка воздействия на здоровье путем сопоставления уровня загрязнения среды обитания человека с гигиеническими нормативами.

Выполняется оценка риска здоровью населения города в составе следующих этапов:

1. Идентификация опасности:

а) характеристика объекта исследования как источника загрязнения на качество атмосферного воздуха;

б) анализ информации о показателях опасности химических канцерогенов и не канцерогенов.

2. Ранжирование химических соединений и выбор приоритетных для исследования химических веществ:

а) анализ неопределенностей;

б) оценка зависимости «доза – ответ»;

в) оценка экспозиции на основе расчета величин максимальных разовых и среднегодовых приземных концентраций загрязняющих веществ.

3. Характеристика зоны воздействия:

а) характеристика населения, потенциально подверженного воздействию;

б) определение концентраций в точках воздействия.

4. Анализ неопределенностей.

5. Характеристика риска:

а) оценка риска канцерогенных эффектов;

б) оценка риска неканцерогенных эффектов;

в) обобщение неопределенностей оценки риска;

г) обобщение информации о риске.

11. Подготовка картографического материала с нанесением санитарно-защитных зон.

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

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

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 [и др.]; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

2. Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: Приказ Минприроды России (Министерство природных ресурсов и экологии РФ) от 06 июня 2017 г. № 273. – 110 с.

3. Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга / Б.А. Кацнельсон, Л.И. Привалова, С.В. Кузьмин [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2001. – 244 с.

4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 143 с

Авторский указатель

Абдрахманова Е.Р. 223
Авалиани С.Л. 15
Алексеев В.Б. 243
Аликина И.Н. 611, 614
Амплеева Г.П. 41
Андришунас А.М. 235
Антипьева М.В. 276
Архипова С.В. 506
Байдина А.С. 164
Байнд М.-А. 206
Балабышев А.В. 480
Балашова М.А. 363
Барановская Н.В. 655
Барг А.О. 115
Баслык А.Ю. 567
Бекетов А.Л. 525
Бенсман В.А. 50
Беркинбаев Г.Д. 50
Бернтсон Ш.Х. 188
Бестужева Е.В. 194
Билалова Р.Г. 363
Богданова А.М. 552, 655
Боев В.М. 579, 647
Борисова А.И. 223
Бострум И. 176
Бузинов Р.В. 170
Быкова Е.В. 363
Валеева Э.Р. 584
Валеуллина Н.Н. 525
Валина С.Л. 467, 595
Вандышева А.Ю. 603
Ванькова А.Н. 129
Васильев А.С. 392
Васильев В.В. 347
Васильев Е.В. 347
Вейхман Г.А. 142
Вековшинина С.А. 235, 491, 603
Винокуров М.В. 250, 677, 684
Винокурова М.В. 250, 677, 684
Власова Е.М. 164
Воецкий И.А. 284
Волгарева А.Д. 223
Вялых И.В. 443
Вяткина Л.Г. 443
Галиуллина А.С. 621
Галлямова С.А. 218
Ганичев П.А. 136
Ганькин А.Н. 58, 320, 370
Гильденскиольд О.А. 41
Гимранова Г.Г. 223
Гироу М. 155
Гончаров А.В. 432
Горчакова Т.Ю. 402
Гребенева О.В. 211
Гриценко Т.Д. 58, 370
Гусельников М.А. 611, 621
Дворянов В.В. 661
Дедова О.Ю. 211
Дерябкина Л.А. 509
Дешпит В.В. 432
Дианова Д.Г. 626, 631
Додина Н.С. 15
Долгина И.А. 516
Долгина Н.А. 320
Долгих О.В. 228, 611, 614, 617, 621, 626, 631
Драй И.В. 284
Дребенкова И.В. 531
Дроздова Е.В. 21, 58, 320
Дунаева М.А. 252
Евстафьева Е.В. 552, 655
Еремин Г.Б. 91
Ефремов В.М. 525
Жукова Т.В. 531
Жуковская К.К. 206
Заводова Е.И. 360
Загороднов С.Ю. 276
Зайкова З.А. 272
Зайцева Н.В. 9, 123, 235, 409, 491, 537
Заложков Д.А. 525
Заярный Д.С. 474
Зеленина Л.В. 647
Землянова М.А. 123
Зимарева С.А. 284
Зяблицкая А.Н. 243
Иваненко А.В. 661
Ивашова Ю.А. 164
Ильбулова Г.Р. 312
Исмагилова Г.А. 584
Итпаева-Людчик С.Л. 567
Казанбаева А.В. 438
Камалтдинов М.Р. 107
Каримова Л.К. 223
Карнажицкая Т.Д. 142
Касымбекова Б.К. 211
Кислицин В.А. 15
Клейн С.В. 235, 491, 537
Климов В.В. 573
Ковшов А.А. 386
Козырева О.Н. 308
Коломенская Т.В. 480
Колотова Т.С. 525
Коновалов А.П. 432
Коноплев В.И. 516
Коноплянко В.А. 567

Костарев В.Г. 164, 303, 537
Костина О.Л. 684
Косьянов М.А. 284
Кошкарбаева Б.С. 211
Кошурников Д.Н. 148
Кравец А.А. 30
Кравцов А.В. 567
Кривцов А.В. 626
Крига А.С. 252
Крылов А.А. 276
Кряжев Д.А. 579, 647
Кряжева Е.А. 579
Кудусова Л.Х. 647
Кужина Г.Ш. 450
Кузьмин С.В. 15
Кшнясев И.А. 443
Ландтблом А.-М. 176, 206
Ланин Д.В. 328, 614
Лапшин А.П. 129
Латышевская Н.И. 499
Легостина В.А. 438
Линдбергер О. 176
Лир Д.Н. 438
Лихачев К.Н. 328
Лужецкий К.П. 603
Май И.В. 9, 148
Макарова А.Ю. 590
Макарова В.Г. 182
Маклакова О.А. 409, 595
Малькова Н.Ю. 334
Мальцева О.А. 642
Маркова О.Л. 295
Марченко Б.И. 509
Мельник А.В. 480
Метелица Н.Д. 91
Мизгайлов А.В. 194
Мищенко В.А. 443
Мозжухина Н.А. 91
Молок О.А. 547
Морозько П.Н. 474
Московчук К.М. 552
Московчук О.Б. 552
Мустафаев Ш.М. 667
Мясников И.О. 136
Нагаева О.А. 525
Нарышкина Е.В. 590
Недошитова А.В. 142
Никитин С.В. 252
Никифорова Е.В. 525
Никифорова Н.В. 491
Никоношина Н.А. 228
Новиков Д.С. 499
Новикова Ю.А. 295, 386
Носков С.Н. 91
Носов А.Е. 164, 636
Нурисламова Т.В. 142, 243, 642
Образцова А.Д. 614
Овчинникова Е.Л. 252
Осипова Е.М. 194, 661
Панкратова О.Н. 363
Партинен М. 176
Перевозчиков А.Г. 516
Перекусихин М.В. 347
Пермякова Т.С. 642
Петрова М.Д. 334
Пивнева О.С. 308
Пивоварова Г.М. 392, 417, 474, 480
Плитман С.И. 41
Плотникова О.В. 252
Плуготаренко Н.К. 509
Позднякова М.А. 460, 562
Пономарев А.Л. 547
Просвирякова И.А. 58, 370
Путилова А.-С.А. 621
Пшегрода А.Е. 58, 370
Райс Ж. 155
Ракитский В.Н. 15
Распопова Ю.И. 250
Рафиков С.Ш. 450
Рафикова Ю.С. 312, 339, 450
Редько С.В. 95
Романова М.Д. 115
Ряшенцева Т.М. 41, 308
Савина К.А. 520
Садвакасов Е.К. 50
Саптарова Л.М. 339
Сахно А.И. 63
Седусова Э.В. 148, 537
Сексенова Л.Ш. 211
Семенова И.Н. 339, 450
Семисынов С.О. 460
Сербина Е.Е. 357
Сиволапов М.П. 30, 63, 70, 81
Синельникова Ю.А. 432
Синицына О.О. 41
Скворцов С.А. 661
Скворцова Е.Л. 661
Соколов С.М. 370
Соловьев Н.А 81
Спенсер П.С. 158
Степанова Н.В. 199, 262
Степанова Н.В. 284
Судакова Е.В. 194, 661
Сухих Е.А. 276
Сучков В.В. 506
Суюндуков Я.Т. 339
Суюндукова М.Б. 312
Терешкова А.Ю. 417
Тикашкина О.В 590
Тимофеева В.Н. 516

Титова А.А. ... 363
Титова Е.Я. ... 378
Тихонова И.В. ... 123
Тихонова Н.А. ... 386
Ткачев Д.Г. ... 677
Трофимова М.В. ... 363
Турко М.С. ... 320
Тымченко С.Л. ... 655
Уланова Т.С. ... 142, 276
Унгуряну Т.Н. ... 170
Устинова О.Ю. ... 164, 182, 467, 595, 603
Федоренко Е.В. ... 320
Федоров В.Н. ... 386
Филатов В.Н. ... 474
Фоменко А.Н. ... 303
Фомина С.Ф. ... 199, 262
Хаминов И.Е. ... 516
Хасанова А.А. ... 100
Хасанова Р.Ф. ... 312, 450
Хорошавин В.А. ... 303
Цинкер М.Ю. ... 409
Челакова Ю.А. ... 617, 621
Чепикова Е.Н. ... 426
Чигвинцев В.М. ... 537, 603
Чинько Т.В. ... 642
Чудновец Г.М. ... 223
Чуранова А.Н. ... 402
Шадетова А.Ж. ... 211
Шайдуллин Ф.Н. ... 284
Шайхлисламова Э.Р. ... 218, 223
Шашина Т.А. ... 15
Ширинкина А.С. ... 617
Штина И.Е. ... 467, 595
Щербаков А.А. ... 636
Щучинов Л.В. ... 243
Эйсфельд Д.А. ... 182, 409, 467, 595, 603, 617
Юхно А.И. ... 509
Ягафарова Г.А. ... 312
Яковлева Н.А. ... 50
Ямщикова Н.Л. ... 590

Содержание

Раздел I. Правовые, научно-методологические и критериальные аспекты оценки опасности и анализа риска здоровью: российский и международный опыт

Н.В. Зайцева, И.В. Май
Научное обоснование политики митигирования последствий загрязнения объектов среды обитания населения на базе сопряженной оценки рисков и доказанного вреда здоровью 9

В.Н. Ракитский, С.В. Кузьмин, С.Л. Авалиани, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин
Оценка и управление рисками здоровью: современные вызовы и пути решения 15

Е.В. Дроздова
Оценка бремени заболеваний и смертности, ассоциированных с качеством окружающей среды, как инструмент для обоснования управленческих решений по профилактике неинфекционных заболеваний 21

А.А. Кравец, М.П. Сиволапов
Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения в эпоху модернизации государственной системы: генезис, проблемы и перспективы 30

О.О. Синицына, С.И. Плитман, Г.П. Амплеева, О.А. Гильденскиольд, Т.М. Ряшенцева
Особенности нормирования в питьевой воде эссенциальных элементов 41

Н.А. Яковлева, Г.Д. Беркинбаев, В.А. Бенсман, Е.К. Садвакасов
Использование риска здоровью населения при установлении целевых показателей качества окружающей среды в Республике Казахстан 50

И.А. Просвирякова, Е.В. Дроздова, А.Н. Ганькин, А.Е. Пшегрода, Т.Д. Гриценко
Критерии выбора территорий, нуждающихся в защите от химического загрязнения атмосферного воздуха 58

А.И. Сахно, М.П. Сиволапов
Актуальные проблемы развития и систематизации законодательства о здравоохранении и санитарно-эпидемиологическом благополучии в Российской Федерации 63

М.П. Сиволапов
Совершенствование системы нормативных источников обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в современной России 70

Н.А. Соловьев, М.П. Сиволапов
Новые подходы к кодификации санитарного законодательства в РФ 81

Н.Д. Метелица, Г.Б. Еремин, С.Н. Носков, Н.А. Мозжухина
Санитарно-эпидемиологические требования к размещению объектов общественного назначения в жилых зданиях 91

С.В. Редько
К вопросу о принципах пересмотра санитарно-эпидемиологических требований в условиях реализации механизма «регуляторной гильотины» 95

А.А. Хасанова
Анализ отечественных и зарубежных методических подходов к учету неопределенностей при установлении гигиенических нормативов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе 100

М.Р. Камалтдинов
Применение факторного анализа для прогнозирования предотвращенной смертности в тройственной системе «Деятельность системы здравоохранения – заболеваемость – смертность» 107

А.О. Барг, М.Д. Романова
Риски, связанные с загрязнением окружающей среды, в контексте формирования социальной приемлемости риска 115

М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, И.В. Тихонова
Оценка информативности показателей потенциального риска и фактически причиненного вреда здоровью в условиях негативных воздействий химического фактора 123

А.П. Лапшин, А.Н. Ванькова
Интегральная оценка качества питьевой воды 129

П.А. Ганичев, И.О. Мясников
К вопросу экспертизы проектов зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения 136

Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Т.Д. Карнажицкая, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова
Методические и критериальные аспекты исследований по определению токсичных элементов и химических соединений в биосредах 142

И.В. Май, Д.Н. Кошурников, Э.В. Седусова
Проблемы проведения экспертизы проекта решения об установлении приаэродромной территории 148

Раздел II. Международная встреча по окружающей среде и здоровью RISE-2020

М. Гироу, Ж. Райс
Инсульт и загрязнение воздуха как общемировая проблема здравоохранения 155

П.С. Спенсер
Потребление нестабилизированных продуктов питания (строчки обыкновенные) и риск развития нейродегенеративных заболеваний (боковой амиотрофический склероз – БАС) 158

А.Е. Носов, Ю.А. Ивашова, А.С. Байдина, Е.М. Власова, О.Ю. Устинова, В.Г. Костарев
Особенности эндотелиальной функции у работников шахты по добыче хромовых руд 164

Т.Н. Унгуряну, Р.В. Бузинов
Риск болезней органов кровообращения при воздействии факторов окружающей среды и образа жизни среди городского населения Архангельской области 170

И. Бострум, О. Линдбергер, М. Партинен, А.-М. Ландтблом
Вакцинация против свиного гриппа вызвала нарколепсию в нескольких европейских странах 176

В.Г. Макарова, О.Ю. Устинова, Д.А. Эйсфельд
Анализ вакцинального анамнеза и состояния коллективного иммунитета к кори у учащихся средних общеобразовательных организаций 182

Шала Хадери Бернтсон
Первичные опухоли центральной нервной системы у взрослых пациентов и факторы внешней среды: обзор последних публикаций 188

А.В. Мизгайлов, Е.В. Судакова, Е.М. Осипова, Е.В. Бестужева
Заболеваемость новообразованиями среди населения г. Москвы и оценка канцерогенного риска 194

С.Ф. Фомина, Н.В. Степанова
Оценка риска канцерогенных эффектов для детского населения г. Казани при многосредовом воздействии химических веществ окружающей среды 199

К.К. Жуковская, М.-А. Байнд, А.-М. Ландтблом
Загрязнение воздуха как фактор случаев заболевания и рецидивов рассеянного склероза 206

О.В. Гребенева, Л.Ш. Сексенова, А.Ж. Шадетова, О.Ю. Дедова, Б.С. Кошкарбаева, Б.К. Касымбекова
Риск развития неинфекционных заболеваний у жителей Приаралья 211

С.А. Галлямова, Э.Р. Шайхлисламова
Функциональные изменения при патологии периферической нервной системы у работников, занятых добычей полезных ископаемых 218

А.Д. Волгарева, Э.Р. Шайхлисламова, Е.Р. Абдрахманова, Г.Г. Гимранова, Л.К. Каримова, А.И. Борисова, Г.М. Чудновец
Аллергическая патология органов дыхания от воздействия промышленных аэрозолей и мероприятия по их минимизации 223

Н.А. Никоношина, О.В. Долгих
Особенности иммунного статуса работников нефтедобычи с нарушениями вегетативной нервной системы (на примере Пермского края) 228

Раздел III. Санитарно-гигиеническая ситуация: состояние, опасные факторы, общие проблемы, региональные особенности

Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, А.М. Андришунас
Гигиеническая оценка динамики уровня загрязнения атмосферного воздуха в Российской Федерации 235

А.Н. Зяблицкая, Л.В. Щучинов, В.Б. Алексеев, Т.В. Нурисламова
Экологическое сопровождение на территории Республики Алтай пусков ракет-носителей «Протон» с космодрома Байконур 243

Ю.И. Распопова, М.В. Винокуров, М.В. Винокурова
Комплексная оценка состояния воздушного бассейна г. Тобольска Тюменской области 250

А.С. Крига, Е.Л. Овчинникова, С.В. Никитин, О.В. Плотникова, М.А. Дунаева
Предварительная оценка результативности комплексного плана по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории г. Омска 252

Н.В. Степанова, С.Ф. Фомина
Оценка длительного загрязнения взвешенными частицами $PM_{2.5}$ и PM_{10} атмосферного воздуха г. Казани 262

З.А. Зайкова
Определение приоритетных загрязняющих веществ атмосферного воздуха г. Иркутска 272

Т.С. Уланова, А.А. Крылов, М.В. Антипьева, Е.А. Сухих, С.Ю. Загороднов
Скрининговые исследования дисперсности выбросов предприятия горнорудной промышленности 276

И.В. Драй, Ф.Н. Шайдуллин, И.А. Воецкий, С.А. Зимарева, М.А. Косьянов, Н.В. Степанова
Создание и внедрение информационной системы «Интерактивная карта контроля качества питьевой воды в Российской Федерации» 284

Ю.А. Новикова, О.Л. Маркова
К проблеме гигиенической оценки загрязнения источников питьевого водоснабжения фармполлютантами 295

В.Г. Костарев, В.А. Хорошавин, А.Н. Фоменко
К состоянию качества водных объектов и питьевой воды систем централизованного водоснабжения Пермского края 303

О.С. Пивнева, О.Н. Козырева, Т.М. Ряшенцева
Влияние клоквинтосет кислоты на органолептические свойства
и процессы самоочищения водных объектов.....308

Р.Ф. Хасанова, Ю.С. Рафикова, М.Б. Суюндукова, Г.Р. Ильбулова, Г.А. Ягафарова
Экологическое качество почв и здоровье населения
(на примере горнорудного региона Республики Башкортостан) 312

Н.А. Долгина, А.Н. Ганькин, Е.В. Федоренко, Е.В. Дроздова, М.С. Турко
Комплексная гигиеническая оценка содержания полиароматических углеводородов
в пищевых продуктах, атмосферном воздухе и водопроводной воде 320

Д.В. Ланин, К.Н. Лихачев
Гигиеническая оценка комплекса физических факторов неионизирующей
природы, воздействующих на обучающихся.....328

М.Д. Петрова, Н.Ю. Малькова
Сравнительная гигиеническая оценка лазерного излучения проекторов
в натурных условиях 334

И.Н. Семенова, Ю.С. Рафикова, Я.Т. Суюндуков, Л.М. Саптарова
Особенности микроэлементного статуса населения горнорудной
геохимической провинции.....339

В.В. Васильев, М.В. Перекусихин, Е.В. Васильев
Факторы, влияющие на формирование здоровья и анализ тенденций
приоритетных неинфекционных заболеваний детей и подростков.....347

Е.Е. Сербина
Результаты токсикологического мониторинга острых отравлений
спиртосодержащей продукцией в Приморском крае за 2015–2019 гг.....357

Е.И. Заводова
Заболеваемость населения болезнями щитовидной железы, связанная
с йодной недостаточностью, на примере Республики Мордовии.....360

М.В. Трофимова, А.А. Титова, О.Н. Панкратова,
Р.Г. Билалова, М.А. Балашова, Е.В. Быкова
Оценка влияния потребления алкогольных напитков и уровня алкоголизации
на продолжительность жизни населения Республики Татарстан 363

Т.Д. Гриценко, И.А. Просвирякова, А.Н. Ганькин, А.Е. Пшегрода, С.М. Соколов
Гигиеническая оценка дополнительных случаев заболеваемости от воздействия
мелкодисперсных твердых частиц 370

Е.Я. Титова
Динамика заболеваемости и смертности от туберкулеза в Пермском крае.....378

Н.А. Тихонова, Ю.А. Новикова, А.А. Ковшов, В.Н. Федоров
Анализ медико-демографических показателей и состояния здоровья населения в труднодоступных районах Арктической зоны Российской Федерации на примере Ненецкого автономного округа 386

Г.М. Пивоварова, А.С. Васильев
Сравнительный анализ смертности от злокачественных новообразований болезней органов пищеварения среди населения Российской Федерации и Дальневосточного федерального округа для риск-ориентированного подхода..... 392

А.Н. Чуранова, Т.Ю. Горчакова
Особенности смертности населения трудоспособного возраста двух промышленных регионов Сибири 402

О.А. Маклакова, Н.В. Зайцева, М.Ю. Цинкер, Д.А. Эйсфельд
Особенности заболеваемости кардиореспираторной патологией на территориях Российской Федерации с различным уровнем санитарно-гигиенического состояния окружающей среды..... 409

А.Ю. Терешкова, Г.М. Пивоварова
Динамика общей заболеваемости населения Российской Федерации гриппом и пневмонией за 2010–2018 гг. с учетом федеральных округов 417

Е.Н. Чепикова
Сравнительная гигиеническая оценка учебного процесса школ с различной направленностью образовательных программ 426

А.В. Гончаров, В.В. Дешпит, А.П. Коновалов, Ю.А. Синельникова
Заболеваемость населения Ростовской области, связанная с дефицитом йода 432

Д.Н. Лир, А.В. Казанбаева, В.А. Легостина
Динамика заболеваемости обучающихся в общеобразовательных организациях за период обучения в начальной школе 438

В.А. Мищенко, И.А. Кшнясев, Л.Г. Вяткина, И.В. Вялых
Многолетняя динамика количества пострадавших от укусов иксодовых клещей и рисков заболевания клещевым вирусным энцефалитом на территориях Уральского федерального округа 443

Ю.С. Рафикова, И.Н. Семенова, С.Ш. Рафиков, Р.Ф. Хасанова, Г.Ш. Кужина
Влияние факторов среды обитания на заболеваемость населения геохимической провинции Республики Башкортостан 450

М.А. Позднякова, С.О. Семисынов
Эпидемиологический мониторинг факторов риска хронических неинфекционных заболеваний на территории Нижегородской области: итоги и перспективы 460

И.Е. Штина, С.Л. Валина, Д.А. Эйсфельд, О.Ю. Устинова
Тенденции в показателях физического развития школьников по результатам биоимпедансного анализа состава тела 467

В.Н. Филатов, Д.С. Заярный, Г.М. Пивоварова, П.Н. Морозько
Анализ первичной заболеваемости психозами и состояниями слабоумия среди населения Российской Федерации за 2008–2018 гг. 474

А.В. Балабышев, Г.М. Пивоварова, А.В. Мельник, Т.В. Коломенская
Особенности ВИЧ-инфекции среди населения Российской Федерации за 2008–2018 гг. 480

Раздел IV. Анализ риска возникновения, диагностика и профилактика неинфекционных заболеваний под воздействием факторов среды обитания и образа жизни

Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, Н.В. Никифорова
Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения 491

Н.И. Латышевская, Д.С. Новиков
Сравнительная характеристика органолептических и неканцерогенных рисков здоровью, ассоциированных с употреблением воды из нецентрализованных подземных источников в различных районах Волгоградской области....499

С.В. Архипова, В.В. Сучков
Содержание общего железа в питьевой воде – приоритетный фактор, формирующий неканцерогенный риск здоровью населения Самарской области 506

Л.А. Дерябкина, Б.И. Марченко, Н.К. Плуготаренко, А.И. Юхно
Оценка эффективности применения преаммонизации в целях снижения канцерогенного риска от тригалогенметанов в питьевой воде....509

В.И. Коноплев, И.А. Долгина, А.Г. Перевозчиков, И.Е. Хаминов, В.Н. Тимофеева
Оценка безопасности воды, используемой жителями г. Великий Устюг для питьевого водоснабжения из индивидуальных подземных источников 516

К.А. Савина
Расчет неканцерогенного риска здоровью населения, употребляющего воду из родников Саратовской области....520

Н.Н. Валеуллина, В.М. Ефремов, О.А. Нагаева, А.Л. Бекетов, Е.В. Никифорова, Т.С. Колотова, Д.А. Заложков
Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, определяемых в атмосферном воздухе г. Магнитогорска за 2016–2018 гг....525

И.В. Дребенкова, Т.В. Жукова
Использование современных методов анализа для исследования содержания химических элементов в биосубстратах детей 531

Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, Э.В. Седусова, В.Г. Костарев, В.М. Чигвинцев
Гигиенический анализ структурного распределения потенциальных рисков причинения вреда здоровью населения и работающих при осуществлении деятельности промышленных предприятий на территории Пермского края 537

О.А. Молок, А.Л. Пономарев
Определение фактора риска по шумовой нагрузке у работников нефтегазодобывающей промышленности 547

Е.В. Евстафьева, О.Б. Московчук, К.М. Московчук, А.М. Богданова
Подходы к анализу популяционного и индивидуального риска здоровью в Крымском регионе 552

М.А. Позднякова
К теме изучения критериальной значимости социально-гигиенических факторов риска возникновения и развития хронических неинфекционных заболеваний среди взрослого населения Нижегородской области 562

А.Ю. Баслык, С.Л. Итпаева-Людчик, В.А. Коноплянко, А.В. Кравцов
Естественное освещение помещений в зимний сезон как маркерный критерий оценки потенциального риска воздействия световой среды 567

В.В. Климов
Гигиенические факторы риска и актуальные проблемы здоровья курсантов 573

Е.А. Кряжева, В.М. Боев, Д.А. Кряжев
Оценка суммарного канцерогенного риска при многосредовой многомаршрутной экспозиции на территориях сельских поселений с высоким уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями 579

Г.А. Исмагилова, Э.Р. Валеева
Комплексная оценка неканцерогенного риска при многосредовом поступлении химических веществ для здоровья подростков 584

О.В. Тикашкина, А.Ю. Макарова, Н.Л. Ямщикова, Е.В. Нарышкина
Особенности поведения обучающихся в ресурсном центре «Сеченовский медицинский Предуниверсарий» в отношении собственного здоровья 590

С.Л. Валина, И.Е. Штина, О.А. Маклакова, Д.А. Эйсфельд, О.Ю. Устинова
Критерии прогнозирования развития заболеваний аллергической природы у детей дошкольного возраста в условиях химического загрязнения среды обитания 595

К.П. Лужецкий, В.М. Чигвинцев, С.А. Вековшинина, А.Ю. Вандышева, О.Ю. Устинова, Д.А. Эйсфельд
Технология индикаторной оценки риска формирования нарушений жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием хлорорганических соединений 603

И.Н. Аликина, О.В. Долгих, М.А. Гусельников
Особенности иммунологических индикаторных показателей, контролирующих апоптоз у детского населения, в условиях аэрогенной экспозиции алюминием 611

И.Н. Аликина, О.В. Долгих, Д.В. Ланин, А.Д. Образцова
Оценка индикаторных показателей клеточного иммунитета и показателей апоптоза у детей в условиях избыточной аэрогенной гаптенной нагрузки (на примере Южной Сибири).....614

Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, А.С. Ширинкина, Д.А. Эйсфельд
Специфическая сенсибилизация у детей младшего школьного возраста в условиях воздействия химических факторов риска.....617

Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, М.А. Гусельников, А.-С.А. Путилова, А.С. Галиуллина
Индикаторные показатели иммунного и генетического статуса населения, ассоциированные с экспозицией алюминием.....621

О.В. Долгих, Д.Г. Дианова, А.В. Кривцов
Показатели клеточной гибели в условиях аэрогенной экспозиции алюминием.....626

Д.Г. Дианова, О.В. Долгих
Формирование гуморального звена иммунного ответа в условиях экспозиции ароматическими углеводородами.....631

А.А. Щербаков, А.Е. Носов
Особенности функционального статуса респираторной системы у школьников в условиях хронического воздействия химических выбросов промышленного предприятия.....636

О.А. Мальцева, Т.В. Нурисламова, Т.В. Чинько, Т.С. Пермякова
Оценка уровня содержания метанола и формальдегида в крови детского населения, проживающего в зоне экспозиции химического производства.....642

В.М. Боев, Л.Х. Кудусова, Д.А. Кряжев, Л.В. Зеленина
Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения при сочетанном воздействии внешнесредовых физических и химических факторов промышленного города 647

С.Л. Тымченко, А.М. Богданова, Е.В. Евстафьева, Н.В. Барановская
Подход к оценке индивидуального риска от воздействия ртути с учетом типа вегетативной регуляции.....655

А.В. Иваненко, Е.В. Судакова, В.В. Дворянов, Е.Л. Скворцова, С.А. Скворцов, Е.М. Осипова
Оценка риска для здоровья потребителей электронных систем доставки никотина от воздействия химических веществ, идентифицированных в жидкостях для заправки испарителей и в бестабачных никотинсодержащих смесях для рассасывания.....661

Ш.М. Мустафаев
Анализ риска здоровью при употреблении кальянов, электронных курительных изделий, систем для нагревания табака, курительных смесей и табачной / бестабачной (никотиносодержащей) продукции 667

Д.Г. Ткачёв, М.В. Винокуров, М.В. Винокурова
Обоснование промышленного развития территорий Ямало-Ненецкого округа с использованием методологии оценки риска здоровью населения (на примере Ямальского и Тазовского районов) 677

М.В. Винокуров, М.В. Винокурова, О.Л. Костина
Оптимизация градостроительных решений с использованием сводных расчетов загрязнения атмосферы и методология оценки риска на территории муниципальных образований 684

Авторский указатель 690

Научное издание

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2020
СОВМЕСТНО С МЕЖДУНАРОДНОЙ ВСТРЕЧЕЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ЗДОРОВЬЮ RISE-2020 И КРУГЛЫМ СТОЛОМ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПИТАНИЯ

Материалы
X Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(Пермь, 13–15 мая 2020 г.)

Том 1

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

Корректор *М.Н. Афанасьева*

Подписано в печать 11.05.2020. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 44,0. Тираж 120. Заказ № 9с/2020.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.