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
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 – 2021
ВНЕШНЕСРЕДОВЫЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ, МЕДИЦИНСКИЕ И ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
СОВМЕСТНО С МЕЖДУНАРОДНОЙ ВСТРЕЧЕЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ЗДОРОВЬЮ RISE-2021

Году науки и технологий в Российской Федерации посвящается

Материалы
XI Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(Пермь, 18–20 мая 2021 г.)

Том 1

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

Пермь 2021

УДК 614
А64

А64 **Анализ** риска здоровью – 2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021 : материалы XI 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, 2021.

ISBN 978-5-398-02544-6 (общ.)
Т. 1. – 456 с.
ISBN 978-5-398-02545-3 (Т. 1)

Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2021 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021» обобщают научный и практический опыт, накопленный участниками конференции в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Конференция посвящена Году науки и технологий в Российской Федерации и уделяет значительное внимание реализации национальных проектов и задачам, поставленным в Послании Президента Федеральному Собранию.

Материалы конференции освещают правовые и актуальные методические аспекты анализа риска здоровью, знакомят с российским и международным опытом, оценивают санитарно-эпидемиологические и медико-демографические проблемы регионов на современном этапе, в том числе в период пандемии COVID-19. Содержат результаты развития риск-ориентированной модели организации контрольно-надзорных мероприятий (приоритетно – безопасность потребительской продукции), в том числе в условиях цифровой трансформации. В работах отечественных и зарубежных ученых обобщен опыт оценки рисков в гигиенических и эпидемиологических исследованиях, в гигиене труда, в процессе получения образования. В ряде статей приведены итоги этапов реализации национальных проектов «Экология» и «Демография». Описаны методические подходы к математическому моделированию систем и процессов, профилактике нарушений здоровья, ассоциированных с разнородными факторами риска.

Значительная часть статей отражает вопросы, связанные с оценкой воздействия физических факторов (шума, электромагнитного излучения) в условиях интенсивного развития крупных городов и агломераций. Отдельный раздел посвящен химико-аналитической и информационно-программной поддержке оценки риска здоровью, медико-биологическим аспектам воздействия факторов риска на здоровье человека. 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 978-5-398-02544-6 (общ.)
ISBN 978-5-398-02545-3 (Т. 1)

© ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2021

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель

Попова Анна Юрьевна	Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Заместители преседателя

Алексеев Вадим Борисович	Директор ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Зайцева Нина Владимировна	Научный руководитель ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Члены организационного комитета

Мишина Анна Леонидовна	Заместитель начальника Управления научного обеспечения и международной деятельности Роспотребнадзора
Бузинов Роман Вячеславович	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Архангельской области (по согласованию)
Горяев Дмитрий Владимирович	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю (по согласованию)
Застенская Ирина Алексеевна	Эксперт по химической безопасности Европейского регионального бюро ВОЗ (по согласованию)
Костарев Виталий Геннадьевич	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю (по согласованию)
Кошурников Дмитрий Николаевич	Председатель Совета молодых ученых и специалистов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Ли Ти Хонг Хао	Директор Национального института контроля пищевой продукции, (г.Ханой, СРВ)
Лужецкий Константин Петрович	Заместитель директора по организационно-методической работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Май Ирина Владиславовна	Заместитель директора по научной работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
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)
Фельдблюм Ирина Викторовна	Заведующая кафедрой эпидемиологии с курсом гигиены и эпидемиологии ФДПО ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России (по согласованию)
Чащин Валерий Петрович	Главный научный сотрудник института экологии НИУ ВШЭ
Федоренко Екатерина Валерьевна	Заместитель директора по научной работе РУП «Научно-практический центр гигиены» (г. Минск, Республика Беларусь) (по согласованию)

Технический секретариат конференции

Сергеева Елена Васильевна	Заведующий отделением внешних связей и международных отношений ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Котлякова Ксения Петровна	Заведующий отделением научной и патентной информации ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Нижегородова Александра Андреевна	Редактор ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Организаторам и участникам XI Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием
«АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2021.
Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты»

Уважаемые коллеги!

От имени Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека приветствую организаторов и участников XI Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием «АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2021»!

В этом году конференция проходит в Год науки и технологий и одновременно в условиях сложной санитарно-эпидемиологической ситуации и пандемии COVID-19. В связи с этим проблемы развития фундаментальных основ и лучших практик оценки и управления внешнесредовыми, производственными, социальными и иными рисками для здоровья населения выходят на передний план. Стратегическими направлениями деятельности Федеральной службы остаются: развитие наукоемких методов социально-гигиенического мониторинга, профилактика последствий негативного воздействия химических, физических, биологических, в том числе инфекционных факторов, на здоровье, сдерживание и предотвращение угроз санитарно-эпидемиологического характера.

Одним из наиболее актуальных направлений деятельности Службы и её научных организаций является дальнейшее совершенствование методологических риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, формирование концепции «надзора будущего», разработка и внедрение современных, в том числе дистанционных, технологий контроля и мониторинга в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей.

Активная работа Роспотребнадзора по реализации национальных и федеральных проектов имеет целью обеспечение задач улучшения качества жизни населения России, повышение здорового долголетия и уровня жизни граждан, увеличение численности, снижение смертности, обеспечение химической и биологической безопасности населения страны. 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. Успешно организована система мониторинга состояния фактического питания различных групп населения, в первую очередь школьников, связывающая состояние здоровья со структурой питания и качеством пищевой продукции, работают научно-методические центры по вопросам здорового питания. Разрабатываются региональные и муниципальные программы по укреплению здоровья населения, продолжается модернизация приборной базы испытательных лабораторных центров.

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

В активной фазе находится разработка единой информационной аналитической системы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей

и благополучия человека. Ставится и решается задача цифровизации всех направлений деятельности Роспотребнадзора, создания интегрированной системы учета данных и оперативного анализа ситуаций с применением современных информационных технологий на разных уровнях вертикали управления.

В 2021 г. Роспотребнадзор продолжает развивать и укреплять сотрудничество с международными научными организациями и ведомствами иностранных государств, ответственных за обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения своих стран. Обмен опытом, знакомство с новыми научными разработками и лучшими практиками, несомненно, обеспечат более эффективную работу на местах и тесное взаимодействие специалистов разного профиля и видов деятельности.

Важнейшая задача – привлечь талантливую молодежь в сферу науки и технологий, повысить участие профессионального сообщества в реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Проводимый в рамках конференции Конкурс работ молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора – один из элементов решения этой задачи. 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. Анализ проблем и путей выхода из ситуации, выявление факторов, повышающих эпидемические риски, оценка и совершенствование эффективности профилактических мер, в том числе массовой вакцинации, – всё это направления актуальных научных исследований и обсуждений.

Уверена, что в ходе работы конференции состоится заинтересованное и глубокое рассмотрение всех заявленных тем и конструктивный обмен мнениями ученых и практиков.

Желаю конференции успеха, а ее организаторам и участникам 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 и актуальные методические аспекты анализа риска здоровью при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия

Риск-ориентированный санитарно-эпидемиологический надзор: перспективы в условиях цифровой трансформации

Н.В. Зайцева, И.В. Май

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

Показано, что перспектива совершенствования риск-ориентированного санитарно-эпидемиологического надзора заключается в переносе акцентов с выездных проверок на дистанционный контроль и в существенном расширении наукоемкого непрерывного многовариантного анализа комплекса информации, собираемой и накапливаемой в цифровых форматах. Такой анализ предполагается в рамках проектируемой Роспотребнадзором интеллектуальной информационной системы дистанционного надзора, которая в качестве исходных данных использует: материалы документов о подконтрольных объектах (в машиночитаемых форматах); данные с устройств удаленного наблюдения и фиксации параметров контролируемой деятельности; данные иных информационных систем. Обработка информации предусматривает применение современных методов математического анализа, математического моделирования и искусственного интеллекта, включающие искусственные нейронные сети. Интеллектуальная система, используя результаты контрольно-надзорных мероприятий и данные о сопряженных процессах и явлениях, в том числе имеющих причинно-следственную связь с фактами нарушений, обеспечивает адекватные решения по итогам собственно контрольных мероприятий, а также информационно-аналитическую поддержку широкого спектра решений в области защиты здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Ключевые слова: риск-ориентированный надзор, дистанционный контроль, цифровизация, интеллектуальная информационная система.

Реформа контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации развивается в части расширения и укрепления риск-ориентированного подхода. Последний предполагает максимальное снижение административной нагрузки на хозяйствующие субъекты, связанные с организацией и проведением контрольно-надзорных мероприятий. При этом должен быть обеспечен максимально полный контроль за объектами и факторами риска нанесения вреда охраняемым ценностям, к которым относятся жизнь, здоровье и санитарно-эпидемиологическое благополучие граждан [5]. Один из путей оптимизации – расширение практики дистанционного контроля с использованием информационных систем (программно-аппаратных комплексов), обязательной составляющей которых являются интеллектуальные экспертно-аналитические блоки, обеспечивающие всесторонний анализ данных, поступающих в систему [8, 9, 11].

В соответствии с федеральным законом № 248 [4] и во исполнение «Общенационального плана действий, обеспечивающих восстановление занятости и доходов населения, рост экономики и долгосрочные структурные изменения в экономике» Роспотребнадзором разрабатывается «Концепция внедрения форм дистанционного контроля/мониторинга соблюдения требований (дистанционный/бесконтактный надзор) санитарного законодательства» (далее – Концепция).

Концепция предусматривает создание интеллектуальной информационной системы, направленной на кумуляцию сведений, необходимых для контроля (надзора) соблюдения санитарно-эпидемиологических требований и нормативов конкретным хозяйствующим субъектом и наукоемкую обработку получаемых данных (далее – Система). При этом документ предполагает максимальную ориентацию взаимодействия санитарной службы с поднадзорными хозяйствующими субъектами на бесконтактные формы информационного обмена.

Целью проектируемой Системы является автоматизация информационных и аналитических процедур контроля (а в ряде случаев – мониторинга) соблюдения хозяйствующими субъектами обязательных требований санитарного законодательства, а также выявления на возможно более ранних стадиях негативных тенденций в деятельности организаций и принятие упреждающих мер государственного реагирования.

Контроль реализуется через анализ данных, характеризующих деятельность хозяйствующего субъекта, состояние используемых им зданий и сооружений, безопасность и качество производимой продукции, условия труда и пр., в части, к которой предъявляются обязательные санитарно-эпидемиологические требования. При этом в полном соответствии с методологией риск-ориентированного надзора требования структурируются, приоритезируются на основе анализа историй проверок каждого конкретного поднадзорного объекта, отрасли или вида деятельности и тяжести последствий нарушения того или иного требования.

Следуя концептуальным положениям общегосударственного перехода к информационному обществу и информационной трансформации, сведения, предоставляемые хозяйствующим субъектом, должны дополняться и одновременно верифицироваться данными, накапливаемыми в информационных системах иных федеральных и региональных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, органов государственной статистики и других источников. Наличие доступа системы к информационным ресурсам других ведомств, организаций обеспечивает контроль полноты и непротиворечивости данных, предоставляемых хозяйствующим субъектом. Эффективное межведомственное взаимодействие является нередко ключевым аспектом профилактики нарушения санитарно-эпидемиологических требований с тяжелыми последствиями для здоровья населения [6].

Принципиально новым элементом санитарно-эпидемиологического надзора должно стать внедрение автоматических средств дистанционного (удаленного) слежения за санитарно-эпидемиологической ситуацией (там, где это возможно и целесообразно). Правомерность и эффективность использования датчиков слежения и средств фото-, видео-, аудиофиксации нарушений законодательных требований доказана в России и за рубежом при организации разных видов государственного контроля: транспортного, экологического, контроля промышленной безопасности и т.п. [1–3, 7, 10]. Данные дистанционного контроля (мониторинга) существенно дополняют традиционные формы контрольно-надзорных мероприятий: документарную проверку, визуальный осмотр объектов надзора, опрос сотрудников хозяйствующего субъекта и пр. При этом цифровизация контроля предполагает строгую формализацию перевода в электронный вид используемых при проверке документов, как со стороны контролирующего органа (к примеру – собственно обязательные требования, чек-листы, санитарно-эпидемиологические заключения и т.п.), так и со стороны поднадзорного объекта (протоколы испытаний, проектная и техническая документация и т.п.).

Таким образом, совершенствование риск-ориентированного санитарно-эпидемиологического надзора, перспектива его развития заключаются в переносе акцентов с выездных проверок на дистанционный контроль, в существенном расширении наукоемкого непрерывного многовариантного анализа комплекса информации. При этом информация имеет самые разные виды и форматы: материалы документов о подконтрольных объектах; данные с устройств, обеспечивающих удаленное наблюдение и/или измерение и фиксацию параметров контролируемой деятельности; сведения из иных информационных систем. Эффективность анализа обеспечивается использованием современных методов математического анализа, математического моделирования и искусственного интеллекта, включающие искусственные нейронные сети. Полученные результаты используются для экспертной и/или автоматической интерпретации результатов, обоснования итогов проверки и последующих решений, предусмотренных документами о виде контроля.

Концепция предусматривает, что разрабатываемая интеллектуальная Система будет являться составной частью Единой информационно-аналитической системы Роспотребнадзора (ЕИАС), дополнять и расширять существующий функционал последней, базироваться на сформированных в ЕИАС реестрах поднадзорных хозяйствующих субъектов, использовать единые справочные и информационные ресурсы.

При этом цифровизация санитарно-эпидемиологического надзора, развитие его дистанционных форм требуют:

– совершенствования нормативно-правовой базы контрольно-надзорной деятельности, прежде всего в части внедрения средств автоматического измерения объектов среды обитания, фото-, видео-, аудионаблюдения и фиксации нарушений требований;

– создания ресурса, обеспечивающего: функционирование личного кабинета хозяйствующего субъекта, возможность хранения большого количества документов и данных в разных форматах, защиту всей совокупности данных хозяйствующего субъекта и пр.;

– формализации контролируемых требований и определения перечня и форм дистанционного подтверждения соблюдения контролируемых объектов каждого из этих требований;

– разработки алгоритмов, систем решающих правил, методов и критериев обработки всей совокупности информации для обоснованного решения по итогам контрольно-надзорных мероприятий.

Следует отметить, что аналитические возможности информационной системы, накапливающей данные о деятельности хозяйствующих субъектов и результатах контрольных мероприятий, при наличии межведомственного обмена не могут и не должны ограничиваться только решениями по итогам каждой проверки.

Обработка совокупности результатов контрольно-надзорных мероприятий позволяет выделять типовые проблемы соблюдения (несоблюдения) требований безопасности в разрезе видов деятельности, территорий, типов хозяйствующих субъектов, их мощности и специфики технологических процессов, видов и объемов производимой продукции, времени эксплуатации производственных или иных объектов. Понимание этих проблем существенно повышает адресность и направленность профилактических мероприятий, реализуемых санитарной службой. Кроме того, система риск-ориентированного надзора становится более динамичной, корректной и чувствительной к специфике каждого хозяйствующего субъекта. На каж-

дом следующем шаге обеспечивается максимальная концентрация контроля на «критических точках» поднадзорного объекта. При усилении внимания надзорного органа именно к «проблемным» участкам деятельности, адекватные меры хозяйствующего субъекта очевидны и неизбежны.

Сопряженная оценка уровня соблюдения обязательных требований в сфере обеспечения санитарного благополучия населения и состояния здоровья населения (данные иных ведомств – Минздрава, Росстата и т.п.) предполагает возможность прогноза санитарно-эпидемиологической и медико-демографической ситуации, в том числе при разных задаваемых сценариях. Выявление приоритетных проблем и источников риска для охраняемых ценностей, а также масштабов и тяжести последствий для здоровья населения обеспечивает понимание корректности и потенциальной эффективности тех или иных мероприятий на всех уровнях принятия решений – от локального до странового.

Пространственный анализ результатов аналитической обработки данных надзора (с использованием, к примеру, данных Роскартографии и органов местного самоуправления) дает информационную основу для ряда градостроительных, планировочных решений, для формирования адресных программ медико-профилактических мероприятий на муниципальном уровне и т.п.

В целом перспективы риск-ориентированного санитарно-эпидемиологического надзора в условиях цифровой трансформации лежат в сфере автоматизации сбора и интеграции данных (как самих хозяйствующих субъектов, так и внешних по отношению в ним контролирующих и иных структур), наукоемкой обработке и анализе этих данных и переносе акцентов с периодического контроля соблюдения обязательных требований на обоснованную и адресную профилактику нарушений.

Список литературы

1. Васильева М.А., Степанюгин К.В., Богданов А.В. Использование систем дистанционного мониторинга в расследовании экологических преступлений // Российский следователь. – 2015. – № 22. – С. 14–17.

2. Доронин С.А., Кузин А.Ю., Родин Р.А. Дистанционный федеральный государственный метрологический надзор у операторов электросвязи // Главный метролог. – 2020. – № 6 (117). – С. 10–18.

3. Калинина Е.С. Применение дистанционного мониторинга использования лесов при осуществлении прокурорского надзора // Законность. – 2020. – № 1 (1023). – С. 5–8.

4. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации: Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http: //www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750 (дата обращения: 15.04.2021).

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

6. Пути совершенствования эпидемиологического надзора и контроля за сибирской язвой в Российской Федерации / А.Ю. Попова, Е.Б. Ежлова, Ю.В. Демина, А.Н. Куличенко [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2017. – № 1. – С. 84–88.

7. Романская В.А. Цифровизация государственного пожарного надзора // Информационные технологии как основа прогрессивных научных исследований:

сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2020. – С. 198–200.

8. Соколов В.С. Инспектирование банков в аспекте дистанционного надзора (Республики Беларусь) // Вопросы науки и образования. – 2017. – № 3. – С. 56–58.

9. Фунг Зуй Х.Н. Развитие механизма банковского надзора // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. – № 11. – С. 96–98.

10. A wireless sensor network for intelligent building energy management based on multi communication standards – A case study / H. Grindvoll, V. Ovidiu, T. Crosbie, R. Bahr [et al.] // Journal of Information technology in construction. – 2012. – Vol. 17. – P. 43–61.

11. Barrero G.F., Vargas E., Becerra J. Environmental wireless sensor network for road traffic application // IET Intelligent Transportation Systems. – 2012. – Vol. 6, № 2. – P. 177–186. DOI: 10.1049/iet-its.2010.0205

Актуальные вопросы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования в Республике Беларусь

Е.В. Федоренко, Е.В. Дроздова, А.В. Ковчур, С.И. Сычик

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

Право на охрану здоровья закреплено в ряде нормативных правовых актов, составляющих национальное законодательство. Правовое регулирование отношений в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения носит комплексный характер.

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование является одним из инструментов обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. С учетом принятия Декрета Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 г. № 7 «О развитии предпринимательства», а также развитием права Евразийского экономического союза, в Республике Беларусь за последние годы принят ряд новых актов законодательства, регулирующих правовые отношения в обсуждаемой области.

Согласно Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 г. в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения уполномоченными органами в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения осуществляется государственный санитарно-эпидемиологический надзор (контроль) в соответствии с законодательством государств-членов и актами Комиссии.

Совершенствование законодательства должно основываться на международных обязательствах, не создавать дополнительные барьеры для субъектов хозяйствования и обеспечивать национальные интересы.

Система государственного санитарно-эпидемиологического нормирования включает правовое регулирование и институциональную структуру, необходимую для разработки законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Ключевые слова: государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование, научная обоснованность, анализ риска, законодательство Евразийского экономического союза.

В Республике Беларусь создана и функционирует вертикально-ориентированная система нормативных правовых актов, в том числе в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Акты законодательства приведены в единую систему путем их согласования и определения иерархии.

Законом Республики Беларусь от 7 января 2012 г. № 340-З «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [8] определено, что законодательство в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения основывается на Конституции Республики Беларусь [4]. Непосредственно статьей 45 Основного закона закреплено право граждан Республики Беларусь на охрану здоровья, которое получает свое развитие в ряде нормативных правовых актов. Однако в настоящее время в законодательстве Республики Беларусь отсутствует единый кодифицированный акт, регулирующий отношения в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения. В связи с этим правовое регулирование в обсуждаемой сфере носит комплексный характер. Соответствующие правовые нормы входят в различные отрасли и подотрасли права: гражданское, административное, трудовое, уголовное, гражданско-процессуальное, экологическое, таможенное и т.д.

Реализация государственной политики в области здравоохранения в общем и санитарно-эпидемиологического благополучия населения в частности возложена на Министерство здравоохранения Республики Беларусь путем проведения мероприятий, закрепленных в статье 11 закона Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [8]. Особое место занимает государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование, порядок которого закреплен законодательно [3]. Обсуждаемый вид нормотворческой деятельности является одной из национальных мер по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, основная задача которого заключается в установлении санитарно-эпидемиологических требований, обеспечивающих безопасность для здоровья человека среды его обитания и продукции.

Определено, что государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование проводится Министерством здравоохранения Республики Беларусь на основании следующих принципов:

– соответствие национальным законодательным актам;

– приоритет международных договоров Республики Беларусь;

– научность;

– системность и комплексность регулирования санитарно-эпидемиологических требований.

При разработке санитарно-эпидемиологических требований учитываются результаты актуальных научных исследований, новые научные данные и практика применения законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, уровень развития отдельных отраслей промышленности и видов деятельности, документы международных организаций и межгосударственных образований, участницей которых является Республика Беларусь, международно-правовые акты, составляющие нормативную правовую базу Таможенного союза и Единого экономического пространства, и (или) акты, составляющие право ЕАЭС, а также предложения заинтересованных сторон. Указанное обеспечивает взаимосвязь нормотворческой деятельности, экономических и социальных инноваций, а также правоприменительной практики и позволяет эффективно функционировать обсуждаемой системе.

Наряду с Министерством здравоохранения Республики Беларусь, подготовку актов законодательства, содержащих санитарно-эпидемиологические требования, осуще-

ствляют органы и учреждения, осуществляющие государственный санитарный надзор республиканского и областного территориальных уровней, а также медицинские научные организации. Вышеотмеченное, наряду с законодательным закреплением, формирует институциональную структуру, обеспечивающую устойчивое функционирование системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования.

Национальная система государственного санитарно-эпидемиологического нормирования является гибкой, реагирующей на современные экологические и экономические вызовы регионального и глобального масштабов. С 2016 г. национальным законодательством закреплено применение анализа рисков здоровью при реализации мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения [8], регламентирован порядок его проведения, определены уполномоченные организации [2].

Декретом Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 г. № 7 «О развитии предпринимательства» (далее – Декрет № 7) [7] были внесены изменения в систему законодательного регулирования вопросов санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Данным документом установлены общие санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования, а также определено, что специфические санитарно-эпидемиологические требования к ряду объектов и видам деятельности, представляющих потенциальную опасность для жизни и здоровья населения, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду, условиям труда работающих, а также гигиенические нормативы утверждаются на уровне правительства, т.е. Советом министров Республики Беларусь.

Таким образом, указанные документы, наряду с санитарными нормами и правилами, а также международно-правовыми актами, составляющими нормативную правовую базу Таможенного союза и Единого экономического пространства, и (или) международно-правовыми актами, составляющими право Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС), включая технические регламенты Таможенного союза, ЕАЭС, содержащие санитарно-эпидемиологические, гигиенические требования и процедуры, формируют национальное законодательство в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения [8].

Постановлением Совета министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37 [6] утверждены гигиенические нормативы (далее – ГН). Предметом правового регулирования данного документа являются санитарно-эпидемиологические требования безопасности и безвредности факторов среды обитания и продукции для человека. Документ разработан на основе совокупности действующих документов, регламентирующих санитарно-эпидемиологические требования, которые являются научно обоснованными, что полностью соответствует международным требованиям, в том числе в рамках Всемирной торговой организации [9], подтверждены многолетними эпидемиологическими данными, имеют длительную правоприменительную практику.

Фактор среды обитания – любой химический, физический, социальный или биологический фактор природного либо антропогенного происхождения, способный воздействовать на организм человека [8], при этом безопасность среды обитания и продукции для жизни и здоровья обеспечивается рядом мероприятий, не связанных с техническим регулированием в рамках ЕАЭС и реализуемых исключительно на национальном уровне, а также посредством процедур, принятых в рамках единого экономического пространства.

В иных государствах-членах ЕАЭС используются аналогичные подходы в области санитарно-эпидемиологического нормирования. Так, в Российской Федерации принято постановление главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 “Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания”» [5].

Сохранение национального законодательства в рассматриваемой области не противоречит Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 г. (далее − Договор) [1], согласно положениям которого:

– в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения уполномоченными органами в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения осуществляется государственный санитарно-эпидемиологический надзор (контроль) в соответствии с законодательством государств-членов и актами Комиссии;

– положения раздела X «Техническое регулирование» в целом, включая абзац первый статьи 53 Договора, не распространяются на установление и применение санитарных, ветеринарно-санитарных и карантинных фитосанитарных мер.

Национальные ГН являются санитарной мерой. Частью 2 статьи 56 Договора определено, что в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Союза проводится согласованная политика в указанной сфере, что в области законодательного регулирования и реализовано в настоящее время.

Договором не определена отмена национального законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в том числе устанавливающего требования к продукции. Следует особо отметить, что и законодательством ЕАЭС, и национальными нормами [7] предусмотрены выпуск в обращение продукции, соответствующей требованиям принятых (утвержденных) и вступивших в силу технических регламентов Таможенного союза и ЕАЭС, при этом процедуры оценки соответствия продукции национальным гигиеническим требованиям отсутствуют.

ГН применяются исключительно для целей защиты жизни и здоровья населения, не являются излишним препятствием в международной торговле, что соответствует статьям 3.3 и 5.6 Соглашения Всемирной торговой организации по применению санитарных и фитосанитарных мер [9].

Национальные санитарные меры, устанавливающие требования к продукции, направлены на:

– выполнение международных обязательств Республики Беларусь (в рамках Международных медико-санитарных правил, принятых Всемирной организацией здравоохранения, Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях от 22 мая 2001 г.);

– формирование нормативной основы для принятия временных санитарных мер;

– обеспечение требований торговых партнеров Республики Беларусь при экспорте продукции в страны, не входящие в ЕАЭС, в рамках выполнения по заявлениям субъектов хозяйствования государственной санитарно-гигиенической экспертизы;

– алиментарную профилактику приоритетных неинфекционных заболеваний с учетом региональных особенностей, в частности, йоддефицитных заболеваний (в части обязательного использования при производстве промышленно переработанной пищевой продукции йодированной соли) и сахарного диабета (в части установления допустимого уровня сахара в пищевой продукции, предназначенной для людей с сахарным диабетом);

– национализацию Целей устойчивого развития (Цель 2. Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства. Цель 3. Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте. Цель 6. Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех. Цель 12. Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства).

ГН дополнены новыми научно обоснованными санитарно-эпидемиологическими требованиями к факторам среды обитания.

Таким образом, современная национальная система государственного санитарно-эпидемиологического нормирования закреплена законодательно и обеспечена соответствующей институциональной структурой, что обусловливает ее устойчивое функционирование. Правовое регулирование в области охраны здоровья населения в связи с состоянием среды обитания и безопасностью продукции направлено на обеспечение достигнутого и ориентировано на дальнейшее повышение уровня санитарно-эпидемиологического благополучия населения, сохранение благоприятных условий для жизни и здоровья населения, поддержку социально-экономического развития общества и отдельных отраслей промышленности и видов деятельности, достижение целей устойчивого развития.

Список литературы

1. Договор о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 г. [Электронный ресурс] // Право. − URL: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=F01400176 (дата обращения: 15.04.2021).

2. Инструкция о порядке проведения анализа рисков, утвержденная постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 января 2017 г. № 8. – Минск, 2017. – 3 с.

3. Инструкция о порядке проведения государственного санитарно-эпидемиологического нормирования [Электронный ресурс] / утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 18 ноября 2016 г. № 116 // Сайт Министерства здравоохранения Республики Беларусь. − URL: http://minzdrav.gov.by/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/baza-npa.php?ELEMENT_ID=23881 (дата обращения: 15.04.2021).

4. Конституция Республики Беларусь от 15 марта 1994 г. с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г. − Минск: Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 2020. − 62 с.

5. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 г. № 2 [Электронный ресурс] // Право. − URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102030022 (дата обращения: 15.04.2021).

6. Об утверждении гигиенических нормативов: постановление Совета министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37 [Электронный ресурс] // Право. − URL: https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22100037 (дата обращения: 15.04.2021).

7. О развитии предпринимательства: Декрет Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 г. № 7 [Электронный ресурс] // Право. − URL: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Pd1700007&p1=1 (дата обращения: 15.04.2021).

8. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Закон Республики Беларусь от 7 января 2012 г. № 340-З [Электронный ресурс] // Kodeksy.by. − URL: https://kodeksy-by.com/zakon_rb_o_sanitarno-epidemiologicheskom_blagopoluchii_naseleniya.htm (дата обращения: 15.04.2021).

9. Соглашение Всемирной торговой организации по применению санитарных и фитосанитарных мер. – 15 с.

Динамика изменений структуры нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых до и после внедрения риск-ориентированного подхода в деятельность Роспотребнадзора на примере субъекта Российской Федерации

Э.В. Седусова[1], Н.В. Зайцева[1], С.В. Клейн[1], В.Г. Костарев[2], В.М. Чигвинцев[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю,
г. Пермь, Россия

Проанализированы акты проверок предприятий по добыче полезных ископаемых на территории Пермского края за 2013–2019 гг.

Определена структура нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых на территории Пермского края до и после внедрения риск-ориентированного подхода в деятельность Роспотребнадзора.

Использованные методы и подходы: структура нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых исследовалась в разрезе статей Федерального закона № 52-ФЗ и производственных факторов. Вклад в общую структуру нарушений определялся с использованием стандартных методов анализа, в том числе *t*-критерия Стьюдента.

Установлено, что количество нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых с года перехода санитарно-эпидемиологического надзора на риск-ориентированный подход (2017 г.) достоверно ($p < 0,05$) снизилось в 2 раза: с 62 нарушений в 2013–2016 гг. до 31 в 2017–2019 гг. Количество нарушений снизилось, главным образом, за счет снижения числа нарушений требований к со-

держанию производственно-бытовых помещений (на 4,04 нарушения), освещенности (на 3,10 нарушения), вентиляции (на 2,22 нарушения), химическому фактору (на 1,19 нарушения). Соответственно в период 2017–2019 гг. снизился вклад нарушений требований к содержанию производственно-бытовых помещений (в 4,44 раза), вентиляции (в 3,74 раза), освещенности (2,74 раза), химическому фактору (в 1,79 раз), при этом возрос вклад нарушений требований к спецодежде и СИЗ (в 4,38 раза), шуму (в 1,66 раза). Снижение количества нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых и уровня профессиональной заболеваемости подтверждают целесообразность внедрения методологии оценки риска для здоровья населения, в том числе работающих, в деятельность Роспотребнадзора.

Ключевые слова: санитарные требования, условия труда, работники, добыча полезных ископаемых, санитарно-эпидемиологический надзор.

Переход санитарно-эпидемиологического надзора на риск-ориентированную модель был обусловлен необходимостью снижения административной нагрузки на хозяйствующие субъекты и повышение эффективности контрольно-надзорной деятельности. Ключевым элементом риск-ориентированного подхода является усиление надзора за наиболее рисковыми (опасными) объектами и снижение проверок в отношении объектов низкого риска.

Деятельность промышленных предприятий характеризуется наибольшими рисками для здоровья населения по сравнению с другими видами деятельности [2, 7]. Наиболее неблагоприятному воздействию промышленных предприятий подвержены работники, занятые на них. Условия труда формируют существенные риски для развития профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости работников.

В Российской Федерации на конец 2019 г. 42,0 % работников промышленных предприятий заняты на работах с вредными и (или) опасными условиями труда [8]. Уровень профессиональной заболеваемости в Российской Федерации в 2019 г. составил 1,03 на 10 тыс. работников (что ниже, чем в предыдущие годы: 2018 г. – 1,17, 2017 г. – 1,31, 2016 г. – 1,47, 2015 г. – 1,65, 2014 г. – 1,74, 2013 г. – 1,79, 2012 г. – 1,71) [5].

Наибольшее число лиц, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (55,4 %), и наибольшее число установленных в 2019 г. случаев профзаболеваний (21,2 случая на 10 тыс. работников) среди промышленных предприятий зафиксировано в отношении объектов по добыче полезных ископаемых [5].

Объекты по добыче полезных ископаемых в группе промышленных предприятий формируют высокий риск причинения вреда здоровью населения, в том числе работникам: средний потенциальный риск причинения вреда здоровью на одном производственном объекте по добыче полезных ископаемых в Российской Федерации составляет $R^1_{ср} = 8{,}56 \cdot 10^{-5}$, в Пермском крае – $1{,}41 \cdot 10^{-5}$. Значительная часть объектов добычи полезных ископаемых в России относится к чрезвычайно высокой и высокой категориям риска: в Российской Федерации – 30,0 %; на территории Пермского края – 31,5 %. Для объектов по добыче полезных ископаемых в группе промышленных предприятий в Российской Федерации вероятность нарушения санитарных требований составляет 8,26, на территории Пермского края – 7,01 (для сравнения вероятность нарушения санитарного законодательства объектами вспомогательной и дополнительной транспортной деятельности в России – 3,68) [7].

В связи с этим анализ динамики изменений количества и структуры нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных

ископаемых до и после внедрения риск-ориентированного надзора в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения приобретает особую актуальность.

Цель исследования – выполнить анализ динамики изменений структуры нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых до и после внедрения риск-ориентированного подхода в деятельность Роспотребнадзора на примере субъекта Российской Федерации.

Материалы и методы. Анализ нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых выполнялся по данным актов проверок Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю за период до и после внедрения риск-ориентированной модели в контрольно-надзорную деятельность Роспотребнадзора (2013–2016 и 2016–2019 гг. соответственно) (в 2013 г. – 7; 2014 г. – 4; 2015 г. – 6; 2016 г. – 4; 2017 г. – 8; 2018 г. – 5; 2019 г. – 14).

Структура нарушений санитарно-эпидемиологических требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых исследовалась в разрезе статей Федерального закона № 52-ФЗ и производственных факторов. Вклад в общую структуру нарушений определялся с использованием стандартных методов анализа, в том числе *t*-критерия Стьюдента [4].

Для анализа численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, и профессиональной заболеваемости использовались материалы Росстата, Пермьстата, ведомственная статистическая отчетность Роспотребнадзора, Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю [5, 6, 8, 9].

Анализ потенциальных рисков причинения вреда здоровью и частоты нарушений на промышленных предприятиях, в том числе объектах по добыче полезных ископаемых, проводился по данным федерального реестра хозяйствующих субъектов, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору по состоянию на 2020 г.

Результаты. Анализ актов проверок предприятий по добыче полезных ископаемых на территории Пермского края показал, что в Пермском крае с момента внедрения риск-ориентированного подхода к проведению контрольно-надзорной деятельности органов Роспотребнадзора наблюдается достоверное снижение количества нарушений санитарных требований федерального закона № 52-ФЗ к условиям труда на один субъект ($p < 0,05$) в 2,55 раза (с 30,1 в 2013–2016 гг. до 11,8 нарушения в 2017–2019 гг.) (рис. 1).

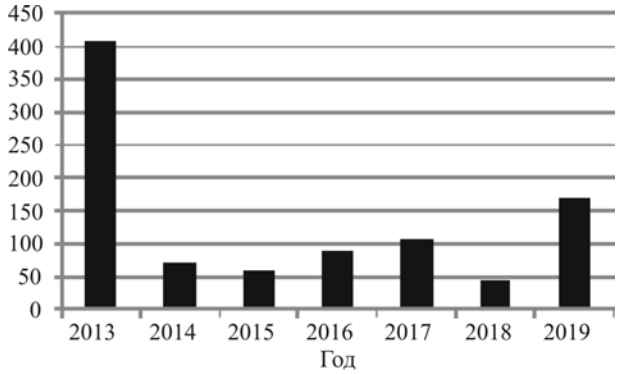


Рис. 1. Динамика изменений количества нарушений санитарных требований Федерального закона от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ [10] к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых на территории Пермского края в 2013–2019 гг., количество нарушений

Количество нарушений требований ст. 11, 24, 25 данного закона (регламентирующих обязанности индивидуальных предпринимателей и юридических лиц; требования к эксплуатации производственных, общественных помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта; требования к условиям труда) на один субъект в период 2017–2019 гг. достоверно снизилось в 4,36 (с 11,5 до 2,63); 1,67 (с 4,38 до 2,63) и 2,8 (с 11,1 до 3,96) раза относительно 2013–2016 гг. ($p < 0,05$). Количество нарушений требований статьи 32 закона снизилось в 1,31 раза ($p = 0,197$) (табл. 1).

Таблица 1

Структура нарушений санитарных требований Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых на территории Пермского края за 2013–2019 гг. в разрезе статей закона, %

Номер статьи № 52-ФЗ	Количество нарушений									Различия средних значений за периоды по *t*-критерию Стьюдента (*p*)
	абсолютные значения							относительные значения		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее за 2013–2016 гг.	среднее за 2017–2019 гг.	
Ст. 11	192	23	17	9	18	10	43	11,5	2,63	0,000
Ст. 24	45	12	7	28	25	2	44	4,38	2,63	0,003
Ст. 25	143	23	19	48	45	17	45	11,1	3,96	0,000
Ст. 32	15	14	14	5	13	5	29	2,29	1,74	0,197
Иное	14	2	3	0	5	11	7	0,85	0,85	0,847

Структурный анализ актов проверок, проведенных на территории Пермского края в 2013–2019 гг., показал, что в Пермском крае в 2013–2016 и в 2017–2019 гг. основной вклад в структуру нарушений к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых формировался нарушениями следующих статей закона № 52-ФЗ:

– статья 11. Обязанности индивидуальных предпринимателей и юридических лиц (10–46,9 %; 17,0–25,6 % соответственно);

– статья 24. Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации производственных, общественных помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта (11,0–31,1 %; 4,4–26,2 %);

– статья 25. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда (31,1–53,3 %; 26,8–37,8 %);

– статья 32. Производственный контроль (3,67–23,3 %; 11,1–17,3 %).

В период 2017–2019 гг. по сравнению с дореформенным периодом (2013–2016 гг.) доля нарушений требований статьи 11 снизилась в среднем на 15,8 %, статьи 25 – на 3,27 %, увеличилось количество нарушений требований статьи 24 на 7,72 %, статьи 32 – на 7,15 % (рис. 2).

По данным актов проверок предприятий по добыче полезных ископаемых на территории Пермского края в 2017–2019 гг. среднегодовое количество нарушений санитарных требований к содержанию производственно-бытовых помещений, освещенности, вентиляции, химическому фактору на один субъект достоверно снизилось на 8,03; 3,10; 2,22; 1,19 нарушения относительно 2013–2016 гг. ($p < 0,05$),

к спецодежде и средствам индивидуальной защиты (СИЗ) и условиям труда (УТ) инвалидов – возросло на 0,82 и 0,52 нарушения ($p < 0,05$). Количество нарушений требований к организации производственного контроля, условиям труда пользователей персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) снизилось незначительно ($p = 0,20–0,15$) (табл. 2).

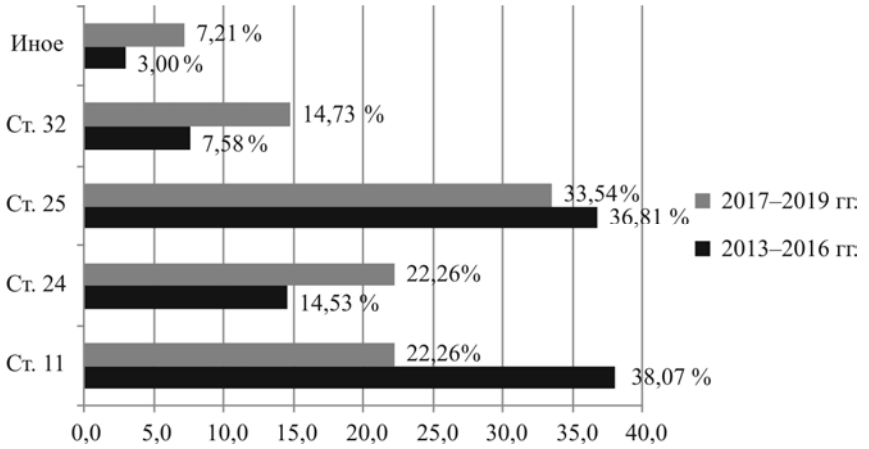


Рис. 2. Структура нарушений санитарных требований Федерального закона от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых в 2013–2016 и 2017–2019 гг. на территории Пермского края в разрезе статей закона, среднемноголетнее значение, %

Таблица 2

Структура нарушений санитарных требований Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых на территории Пермского края в 2013–2019 гг. в разрезе производственных факторов, количество нарушений

Санитарные требования к производственным факторам	Количество нарушений									Различия средних значений за периоды по *t*-критерию Стьюдента (*p*)
	абсолютные значения							относительные значения		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее за 2013–2016 гг.	среднее за 2017–2019 гг.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Аэроионный состав воздуха	17	5	0	0	7	2	0	1,05	0,33	0,006
Вентиляция	22	15	0	15	1	1	5	2,48	0,26	0,000
Канцерогенный фактор	13	4	6	3	4	2	9	1,24	0,56	0,020
Общая вибрация	23	0	0	0	6	1	5	1,10	0,44	0,017
Освещенность	52	13	9	2	4	1	9	3,62	0,52	0,000

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Производственный контроль	30	8	21	4	12	3	49	3,00	2,37	0,196
Содержание производственно-бытовых помещений	120	8	14	43	18	1	2	8,81	0,78	0,000
Спецодежда, СИЗ	17	0	2	5	16	23	14	1,14	1,96	0,026
УТ инвалидов	0	0	0	0	1	1	12	0,00	0,52	0,001
УТ ПЭВМ	14	10	3	7	11	3	16	1,62	1,11	0,146
Химический фактор	29	0	0	3	1	1	7	1,52	0,33	0,000
Шум	44	2	2	7	12	1	33	2,62	1,70	0,040
Иное	28	9	3	1	13	5	7	1,95	0,93	0,006
Общий итог	409	74	60	90	106	45	168	30,14	11,81	0,000

Вклад нарушений санитарных требований к условиям труда предприятиями по добыче полезных ископаемых на территории Пермского края в 2013–2016 и 2017–2019 гг. составил:

– аэроионному составу воздуха (0–7,69 %; 0–7,53 % соответственно);

– вентиляции (0–23,1 %; 1,08–3,11 %);

– канцерогенному фактору (3,37–10,5 %; 4,30–5,59 %);

– общей вибрации (0–6,04 %; 2,50–6,45 %);

– освещенности (2,25–20,0 %; 2,50–5,59 %);

– организации производственного контроля (4,49–36,8 %; 7,50–30,4 %);

– содержанию производственных и бытовых помещений (12,3–48,3 %; 1,24–19,4 %);

– спецодежде, средствам индивидуальной защиты (СИЗ) (0–5,62 %; 8,70–57,5 %),

– условиями труда с инвалидами (0; 1,08–7,45 %);

– условиям труда пользователей персональными электронно-вычислительными машинами (УТ ПЭВМ) (3,67–15,38 %; 7,50–11,8 %),

– химическому фактору (0–7,61 %; 1,08–4,35 %),

– шуму (3,08–11,6 %; 2,50–20,5 %).

В период 2017–2019 гг. вклад нарушений требований к содержанию производственно-бытовых помещений в общую структуру нарушений уменьшился относительно 2013–2016 гг. в среднем в 4,44 раза (с 29,2 до 6,58 %), к вентиляции – в 3,74 раза (с 8,21 до 2,19 %), освещенности – в 2,74 раза (с 12,0 до 4,39 %), химическому фактору – в 1,79 раза (с 5,06 до 2,82 %), аэроионному составу воздуха – в 1,23 раза (с 3,48 до 2,82 %), вклад нарушений требований спецодежде, СИЗ увеличился в 4,38 раза (с 3,79 до 16,6 %), организации производственного контроля – в 2,02 раза (с 9,95 до 20,1 %), условиям труда пользователей ПЭВМ – в 1,75 раза (с 5,37 до 9,40 %), шуму – в 1,66 раза (с 8,69 до 14,4 %) (рис. 3).

Выводы. Анализ актов проверок на территории Пермского края показал, что количество нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых с года перехода санитарно-эпидемиологического надзора на риск-ориентированный подход (2017 г.) достоверно ($p < 0,05$) снизилось

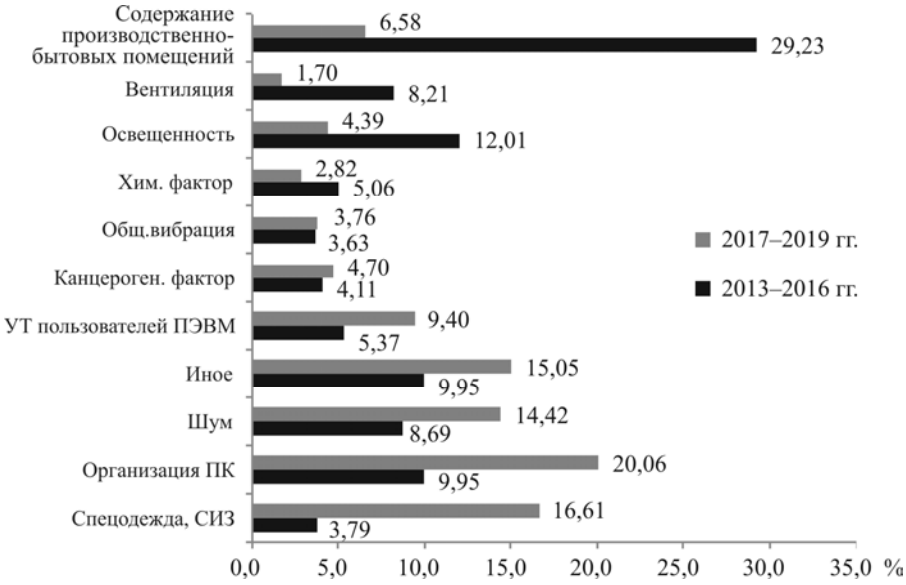


Рис. 3. Структура нарушений санитарных требований федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ к условиям труда предприятиями по добыче полезных ископаемых на территории Пермского края в 2013–2016 гг. и 2017–2019 гг. в разрезе производственных факторов, среднемноголетнее значение, %

в 2 раза: с 62 нарушений в 2013–2016 гг. до 31 в 2017–2019 гг. Сокращение числа нарушений требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых обусловливает снижение профессиональной заболеваемости на территории Пермского края в соответствующем виде деятельности (2013 г. – 9,7; 2014 г. – 2,97; 2015 г. – 9; 2016 г. – 5,35; 2017 г. – 3,94; 2018 г. – 1,12; 2019 г. – 2,17). Количество нарушений снизилось главным образом за счет снижения числа нарушений требований к содержанию производственно-бытовых помещений (на 4,04 нарушения), освещенности (на 3,10 нарушения), вентиляции (на 2,22 нарушения), химическому фактору (на 1,19 нарушения). Соответственно в период 2017–2019 гг. снизился вклад нарушений требований к содержанию производственно-бытовых помещений (в 4,44 раза), вентиляции (в 3,74 раза), освещенности (2,74 раза), химическому фактору (в 1,79 раза) в структуру нарушений, при этом возрос вклад нарушений требований к спецодежде и СИЗ (в 4,38 раза), шуму (в 1,66 раза). Снижение количества нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых и уровня профессиональной заболеваемости подтверждают целесообразность внедрения методологии оценки риска для здоровья населения, в том числе работающих, в деятельность Роспотребнадзора, его органов и организаций [1, 3].

Список литературы

1. 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.

2. Гигиенический анализ структурного распределения потенциальных рисков причинения вреда здоровью населения и работающих при осуществлении деятельности промышленных предприятий / В.Г. Костарев, Н.В. Зайцева, С.В. Клейн [и др.] // Гигиена и санитария. – 2011. – № 11. – С. 1301–1307.

3. Костарев В.Г., Шляпников Д.М. О состоянии условий труда и надзоре за промышленными предприятиями в Пермском крае // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – С. 493–498.

4. Марченко Б.И. Здоровье на популяционном уровне: статистические методы исследования: руководство для врачей. – Таганрог: Сфинкс, 1997. – 432 с.

5. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: (с изменениями и дополнениями): Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: http://base.garant.ru/12115118/ (дата обращения: 02.03.2021).

6. 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, 2020. – 299 с.

7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2019 году: Государственный доклад. – Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2020. – 271 с.

8. Состояние условий труда работников организаций по отдельным видам экономической деятельности по Российской Федерации в 2019 году: сборник: в 4 т. – М.: Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ). Главный межрегиональный центр (ГМЦ), 2020. – Т. 1. – 46 с.

9. Сравнительный анализ распределения потенциальных рисков причинения вреда здоровью населения и работников при осуществлении деятельности «добыча полезных ископаемых» на территории Российской Федерации и Пермского края / Э.В. Седусова, Н.В. Зайцева, С.В. Клейн [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сборник научных трудов / под ред. С.И. Сычика. – Минск: Издательский центр БГУ, 2020. – С. 164–169.

10. Статистический ежегодник Пермского края. 2019: статистический сборник. – Пермь: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю (Пермьстат), 2019. – 357 с.

Влияние «Регуляторной гильотины» на оценку электромагнитного излучения радиочастот от базовых станций сотовой связи

А.Л. Пономарев, О.А. Молок, А.А. Одегов

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

«Регуляторная гильотина», проведенная в 2021 г., наряду с пользой для экономики страны, привнесла ряд затруднений в работу лабораторий. Рассматриваются нормативные документы, применяемые при контроле электромагнитного излучения радиочастотного диапазона, на которые было оказано ее влияние.

Указан состав оборудования базовых станций сотовой связи, описаны особенности современного оборудования связи, влияющие на необходимость проведения измерений на рабочих местах. Указаны нормируемые показатели, характеризующие электромагнитное поле радиочастотного диапазона на рабочих местах и на окружающей территории.

Представлены отмененные и вновь введенные документы, а также возможные пути проведения контроля электромагнитного излучения радиочастотного диапазона. Показано, что возможность контроля не утрачена.

Ключевые слова: электромагнитное излучение радиочастот, расчет энергетической экспозиции, базовая станция, рабочие места, воздействие на население.

«Регуляторная гильотина» – инструмент пересмотра нормативных правовых актов, влияющих на деловой климат. Реформа была запущена по поручению президента, согласно которому ведомствам необходимо отменить все акты, которые проверяются в ходе контрольно-надзорных мероприятий, и ввести в действие актуализированные нормы, разработанные с учетом риск-ориентированного подхода и современного уровня технологического развития [1, 2, 7, 14, 15].

В рамках «Регуляторной гильотины» с 1 марта 2021 г. был отменен ряд документов, используемых при проведении измерений как методики [6, 8]. Коснулись данные изменения в том числе и методик, применяющихся при контроле электромагнитного излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ) [3, 4, 11–13].

На данный момент основным источником ЭМИ РЧ являются базовые станции сотовой связи. Их вклад в воздействие электромагнитного излучения на население увеличивается из года в год.

Типичный объект сотовой связи состоит из оборудования базовой станции (генерирующего сигнал для конечных пользователей сотовых сетей), оборудования радиорелейных станций, оптических мультиплексоров (необходимы для подключения базовых станций в сеть оператора сотовой связи) и антенн.

Антенны являются элементом базовой станции (БС), а конкретно – устройством для приема и передачи радиосигнала от одного абонента к другому, и далее, через усилитель, к контроллеру базовой станции и другим устройствам. Являясь наиболее заметной частью БС, они устанавливаются на антенных мачтах, башнях связи, столбах, опорах двойного назначения, крышах жилых и производственных зданий и даже дымовых трубах [5].

Оборудование базовой станции располагается в выгороженных аппаратных, располагающихся в нежилых помещениях здания, в контейнерах-аппаратных, либо устанавливается в специализированные боксы, закрепленные на стенах, на крышах, на площадках обслуживания мачт, на столбах. Особенностью современного оборудования является то, что электромагнитное излучение генерируется в блоках RRU, обычно устанавливаемых рядом с антенным блоком. Это позволяет уменьшить потери и рассеивание передаваемой в антенну мощности.

В современных конструкциях БС оптоволокно становится неотъемлемой средой передачи информации даже между узлами и блоками самой БС. Оптоволоконный кабель используется для передачи данных от RRU (выносных управляемых модулей, генерирующих радиосигнал базовой станции) до блока управления базовой станции. Оптические мультиплексоры не генерируют электромагнитные поля.

Таким образом, особенностью современного оборудования сотовой и радиорелейной связи является отсутствие источников электромагнитного излучения радиочастот на рабочем месте.

Управление оборудованием БС осуществляется дистанционно. Персонал появляется на базовых станциях в основном для устранения аварий. Средняя частота посещения БС – 10–12 раз за год.

Влияние электромагнитного излучения на персонал, обслуживающий базовые станции, практически сведено к нулю.

Основным источником электромагнитного излучения являются антенны базовых станций сотовой связи и антенны радиорелейных станций. Их воздействие, в основном, направлено на население.

Контроль ЭМИ РЧ традиционно проводится как на рабочих местах персонала, так и на окружающей радиоэлектронное средство (РЭС) территории.

Основным параметром, характеризующим электромагнитное поле на рабочем месте, является энергетическая экспозиция. Расчет данного параметра проводился согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 [13]. С 1 марта 2021 г. данный документ утратил свою силу. Вместе с тем энергетическая экспозиция также могла быть рассчитана согласно СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 и СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03, но с 1 января 2021 г. эти документы в части пунктов, касающихся расчета энергетической экспозиции, утратили силу [11, 12].

С введением в действие СанПиН 1.2.3685-21 расчет энергетической экспозиции стал возможен на основании п. 50 данного документа [9].

Федеральной службой по аккредитации разъяснением № 16 от 09.03.2021 г. было принято решение об эквивалентности СанПиН 1.2.3685-21 и СанПиН 2.2.4.3359-16. Данное решение распространяется только на органы инспекции. Возможность использования нового документа в работе лабораторий, до момента прохождения процедуры расширения области аккредитации, отсутствует.

Дополнительно на рабочем месте нормируется плотность потока энергии. Препятствий к проведению измерений данного показателя нет.

Таким образом:

1. Проведение измерений электромагнитного излучения радиочастот на рабочих местах базовых станций сотовой связи утрачивает актуальность в связи с отсутствием источников ЭМИ РЧ.

2. При необходимости проведения измерений на рабочих местах лаборатории могут это сделать, не нарушая регламента.

3. Расчет энергетической экспозиции осуществляет орган инспекции.

Гораздо больше вопросов возникает при контроле электромагнитного излучения радиочастоты в жилых и общественных зданиях и на окружающей территории.

Проблемы могут возникнуть при проведении измерений электромагнитного излучения радиочастот от передающего радиотехнического оборудования, одновременно работающего в диапазонах частот ниже и выше 300 МГц. Примерами таких радиоэлектронных средств могут быть:

– РЭС с телевизионными передатчиками, вещающими на 1–12 телевизионных каналах, и передатчиками сотовой связи;

– РЭС с передатчиками FM-радио и передатчиками сотовой связи;

– РЭС с радиостанциями VHF-диапазона (144–146 МГц) и передатчиками сотовой связи.

Доля таких РЭС невелика, но это самые опасные по воздействию на население источники электромагнитного излучения.

Опасность воздействия на население связана с высокой мощностью передатчиков теле- и радиовещания.

Одним из показателей, характеризующих воздействие электромагнитного излучения на население, является суммарная интенсивность воздействия. Расчет суммарной интенсивности воздействия (коэффициента безопасности – КБ) осуществлялся согласно п. 3.4 СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 и п. 3.4 СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 [11, 12]. С 1 января 2021 г. эти документы в части пунктов, касающихся расчета суммарной интенсивности воздействия, утратили силу. Заменяют указанные документы п. 291 СанПиН 2.1.3684-21 и п. 124 СанПиН 1.2.3685-21. Применение данных документов в практической деятельности лаборатории возможно только после прохождения процедуры расширения области аккредитации. Срок процедуры составляет 90–120 рабочих дней (от 4 до 6 месяцев).

Федеральной службой по аккредитации разъяснением № 17 от 30.03.2021 г. было принято решение об эквивалентности СанПиН 2.1.3684-21, СанПиН 1.2.3685-21 и СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03, СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03. Данное решение распространяется только на органы инспекции. Таким образом, возможность контроля показателя суммарной интенсивности воздействия лабораториями утрачивается. Выходами из данной ситуации могут быть:

1. Возложить расчет суммарной интенсивности воздействия на орган инспекции (основание статьи 42 п. 1 закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения № 52 – ФЗ), ограничив работу лаборатории только проведением измерений.

2. Проводить расчет суммарной интенсивности воздействия вне протокола. После фразы «конец протокола». Это не нарушит требования Росаккредитации к оформлению протокола.

Сложностей с проведением измерений электромагнитного излучения радиочастот быть не должно. Действующие методические документы, такие как МУК 4.3.1677-03, МУК 4.3.1167-02, руководства по эксплуатации приборов, не запрещены к использованию [3].

Выводы. «Регуляторная гильотина» внесла ряд трудностей в оценку электромагнитного излучения от базовых станций сотовой связи. На время переходного периода возросла роль органа инспекции в контроле электромагнитной обстановки. При этом сама возможность контроля электромагнитного излучения радиочастот от базовых станций сотовой связи не была утрачена.

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. Минэкономразвития предлагает упростить подготовку нормативных актов в рамках «регуляторной гильотины» [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_predlagaet_uprostit_podgotovku_normativnyh_aktov_v_ramkah_regulyatornoy_gilotiny.html (дата обращения: 22.03.2020).

3. МУК 4.3.1677-03. Определение уровней электромагнитного поля, создаваемого излучающими техническими средствами телевидения, ЧМ радиовещания и базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200035463 (дата обращения: 22.03.2020).

4. МУК 4.3.2491-09. Гигиеническая оценка электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200076308 (дата обращения: 22.03.2020).

5. Оценка и обоснование необходимости пересмотра методических документов по измерению электромагнитного излучения от базовых станций сотовой связи / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, А.Л. Пономарев [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – № 5 (326) . – С. 29–35.

6. Перечень актов, содержащих обязательные требования [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: (дата обращения: 22.03.2020). https://rospotrebnadzor.ru/region/perecen_ob.php (дата обращения: 22.03.2020).

7. Редько С.В. К вопросу о принципах пересмотра санитарно-эпидемиологических требований в условиях реализации механизма «регуляторной гильотины» // 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. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2020. – С. 95–99.

8. 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: 22.03.2020).

9. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 22.03.2020).

10. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий

[Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/573536177 (дата обращения: 22.03.2020).

11. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901855562 (дата обращения: 22.03.2020).

12. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901865556 (дата обращения: 22.03.2020).

13. 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: 22.03.2020).

14. Федеральный закон от 31.07.2020 № 247-ФЗ. Об обязательных требованиях в Российской Федерации. Статья 15. Обеспечение реализации положений настоящего Федерального закона («регуляторная гильотина») [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358670/095fef444b1da28e664ab10ba8974ade32e754de/#dst100107 (дата обращения: 22.03.2020).

15. Федеральный закон ФЗ № 52. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения (с изменениями на 13 июля 2020 года [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901729631 (дата обращения: 22.03.2020).

Обоснование нормативов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом поступлении с использованием гармонизированных методических подходов

А.А. Хасанова

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

По результатам проведенного исследования выделены ключевые элементы методических подходов, используемых при обосновании нормативов и стандартов качества атмосферного воздуха с учетом хронического поступления в Российской Федерации и зарубежных странах, и проведена оценка степени их гармонизации. Установлено, что в ряде элементов методики являются негармонизированными или гармонизированными лишь частично. В соответствии с полученными результатами разработаны гармонизированные методические подходы, которые могут быть использованы при обосновании среднегодовых гигиени-

ческих нормативов содержания химических веществ в атмосферном воздухе, что позволит применять их в качестве критериев для оценки риска здоровью при хроническом ингаляционном воздействии.

Ключевые слова: среднегодовая ПДК, гигиенические нормативы, критерии риска, гармонизация, атмосферный воздух.

Необходимость гармонизации российской нормативной базы с безопасными уровнями и стандартами, рекомендуемыми ведущими международными организациями, закреплена на федеральном уровне [4, 5]. В связи с этим вопросы гармонизации санитарно-гигиенических нормативов качества окружающей среды с международными стандартами являются одними из приоритетных в деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Одним из основных направлений является гармонизация нормативов с учетом периода их осреднения, что связано с отличиями во времени осреднения нормативов при хроническом ингаляционном поступлении. В Российской Федерации для предупреждения развития хронических эффектов для здоровья человека при поступлении вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, используются гигиенические нормативы среднесуточного периода осреднения ($ПДК_{сс}$). Данные нормативы позиционируются как концентрации вредного вещества в воздухе населенных мест, которые не должны оказывать на человека прямое или косвенное воздействие при неограниченно долгом вдыхании (годы) [3]. При этом в мировой практике среднесуточные величины используются для предупреждения последствий воздействия химических веществ в течение 24 ч и проявляющихся за период не более двух недель. С этой точки зрения они обосновываются и воспринимаются всеми специалистами и лицами, принимающими решения по регулированию риска здоровью, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха [6, 10]. Для оценки хронического действия вредных веществ используются концентрации среднегодового периода осреднения. Однако данные концентрации отличаются от понятия ПДК. Так, в Европейском союзе нормирование качества атмосферного воздуха осуществляется путем установления стандартов качества, основанных на предельных величинах или целевых показателях. Необходимо отметить, что стандарты, используемые в зарубежной практике для нормирования качества атмосферного воздуха, представляют собой уровни, установленные с целью предотвращения или уменьшения вредного воздействия на здоровье человека или окружающую среду в целом, который должен быть достигнут там, где это возможно, в течение определенного периода [9]. При этом страны-участницы ЕС могут ввести более строгие предельные или целевые показатели. То есть их соблюдение не является обязательным, в отличие от отечественных гигиенических нормативов. Однако их значения используются для оценки риска неблагоприятных последствий для здоровья при хроническом поступлении химических веществ, в том числе в течение всей жизни. Для этого широко используются референтные уровни воздействия, дифференцированные в зависимости от продолжительности воздействия и степени тяжести возможных изменений состояния здоровья чувствительных групп населения. К ним относятся в том числе референтные концентрации (*RfCs*) и минимальные уровни риска (*MRL*) [13, 20]. В качестве периода хронического воздействия для которых рассматриваются величины, соответствующие среднегодовому периоду осреднения.

Вышеуказанное свидетельствует о том, что необходимо дополнение перечня гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха среднегодовыми ПДК, обоснованными по критериям допустимого (приемлемого) риска для здоровья населения, что позволит применять их в качестве критериев для оценки риска при хроническом ингаляционном воздействии. В связи с необходимостью обоснования среднегодовых гигиенических нормативов по критериям риска целесообразным является разработка гармонизированных методических подходов на базе существующих отечественных подходов с таковыми, применяемыми для установления параметров для оценки риска [1, 2], что и определило цель настоящего исследования.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1) выделить ключевые элементы отечественных и зарубежных методических подходов, используемых при установлении нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом поступлении;

2) оценить степень их гармонизации;

3) разработать методические подходы, позволяющие обеспечить полную гармонизацию выделенных элементов, которые будут использованы при обосновании среднегодовых нормативов содержания химических веществ в атмосферном воздухе.

Материалы и методы. Исследование было выполнено по результатам анализа, синтеза, сравнения и обобщения существующих в отечественной и международной нормативно-методической базе подходов к установлению и обоснованию нормативов и стандартов качества атмосферного воздуха.

Отечественные подходы к установлению ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе были идентифицированы на основании Временных методических указаний по обоснованию предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест № 4681-88 от 15.07.1988 г. [3] и принципов парадигмы гигиенического нормирования.

Для анализа зарубежных методических подходов к установлению стандартов качества атмосферного воздуха были использованы руководящие документы Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Европейского союза (ЕС), Агентства по охране окружающей среды США (EPA) и Агентства по регистрации токсичных веществ и заболеваний США (ATSDR). Также, в связи с тем что одним из направлений исследования являлось установление подходов, позволяющих устанавливать гигиенические нормативы с применением критериев допустимого риска, принимались во внимание методики обоснования референтных концентраций (*RfC*) при ингаляционном поступлении.

Результаты. По результатам проведенного исследования в качестве ключевых элементов отечественных и зарубежных методических подходов, используемых при установлении нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом поступлении, с целью дальнейшей оценки степени их гармонизации были выделены:

1) время осреднения нормативов при хроническом ингаляционном поступлении;

2) использование опубликованных результатов ранее проведенных исследований для установления исходных параметров при разработке нормативов и стандартов;

3) выбор уровней экспозиции, используемых в качестве исходных для установления гигиенических нормативов и стандартов;

4) способ учета неопределенностей;

5) использование критериев допустимого риска при обосновании нормативов/стандартов.

В Российской Федерации для предупреждения развития хронических эффектов для здоровья человека при поступлении вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, используются гигиенические нормативы среднесуточного периода осреднения ($ПДК_{сс}$), а в мировой практике – концентрации среднегодового периода осреднения, практически не представленные в системе отечественного гигиенического нормирования. При этом среднегодовые нормативы обладают рядом преимуществ, в том числе в связи с тем, что использование среднегодового периода осреднения с большей вероятностью позволяет предупреждать хроническое негативное воздействие на здоровье в течение всей жизни человека, а также позволяет применять их в качестве критериев для оценки риска здоровью при хроническом ингаляционном воздействии [10]. По результатам проведенной оценки степени гармонизации было получено, что используемое осреднение нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом воздействии является негармонизированным в связи с тем, что в Российской Федерации практически не утверждены нормативы среднегодового периода осреднения.

Использование опубликованных результатов ранее проведенных исследований для установления исходных параметров при разработке нормативов и стандартов содержания химических веществ находит широкое применение в международной практике в связи с тем, что позволяет избежать лишних финансовых затрат и дублирования результатов [10]. На данном этапе анализируется вся доступная информация о проведенных ранее и опубликованных результатах исследований негативного воздействия химического вещества с целью оценки достаточности для установления исходных параметров для разработки норматива или стандарта. Если данных достаточно, то проводится установление норматива или стандарта по результатам анализа ранее опубликованных результатов исследований, а если данных недостаточно, то проводятся экспериментальные токсикологические и/или эпидемиологические исследования или проведение повторного анализа опубликованных данных после появления новых исследований. В отечественной практике гигиенического нормирования анализ опубликованных ранее результатов исследований используется для характеристики физико-химических и токсикологических свойств нормируемого химического вещества. При этом установление исходных параметров, на основе которых проводится разработка норматива, осуществляется исключительно по результатам проведения экспериментальных исследований. По результатам оценки степени гармонизации данного элемента установлено, что он является частично гармонизированным, так как результаты ранее проведенных исследований используются в обоих случаях, однако в зарубежной практике они применяются наиболее широко.

По результатам анализа уровней экспозиции, используемых в качестве исходных для установления гигиенических нормативов и стандартов, было установлено, что в зарубежной практике используются величины NOAEL (недействующий уровень), LOAEL (пороговый уровень), BMC (реперная концентрация) и BMCL (нижний доверительный предел реперной концентрации), а также параметры моделей, характеризующие зависимость «экспозиция – эффект (ответ)».

В эксперименте NOAEL определяется как самый высокий экспериментально установленный уровень воздействия, при котором отсутствует статистически или биологически значимое увеличение частоты или тяжести побочных эффектов [17]. Если невозможно оценить NOAEL, в оценке используется LOAEL с применением экстраполяции на NOAEL путем использования модифицирующего фактора. LOAEL в эксперименте является самой низкой дозой, связанной с неблагоприятным эффектом. Использование NOAEL имеет ряд ограничений. Так, NOAEL по определению является одной из экспериментальных доз и поэтому зависит от доз, определяемых дизайном эксперимента. Кроме того, на величину NOAEL влияет величина выборки. Так, малый ее объем приводит к более высоким значениям NOAEL [16]. Эти и другие ограничения данного подхода побудили к поиску альтернатив, одной из которых стал метод реперной концентрации (BMC), которая представляет собой статистически нижнюю доверительную границу экспозиции, вызывающую установленный негативный эффект [14]. BMCL – это нижний доверительный предел реперной концентрации, определяемый как точка кривой зависимости «доза – реакция», полученная из экспериментальных данных, обычно соответствующая низкому уровню воздействия (от 1 до 10 %). На международном уровне BMC используется US EPA для получения референтных уровней [21]. В рамках ОЭСР и при пересмотре технических руководящих принципов для новых и существующих химических веществ в Европейском союзе подход с применением реперной дозы также упоминается как альтернатива традиционному к подходу NOAEL в оценке риска для здоровья [19].

При установлении нормативов и стандартов качества атмосферного воздуха выбор конкретных отправных точек при наличии данных о нескольких таких точках делается в пользу показателей, которые требуют применения меньшего количества факторов неопределенности. При этом оптимальным считается использование BMC, BMCL, так как данные показатели разработаны на основе математического моделирования зависимости «доза – ответ», с использованием доступной релевантной информации о других экспериментах.

В практике гигиенического нормирования в качестве исходных параметров для установления ПДК применяются величины пороговой и максимальной неэффективной концентраций, которые в общих чертах соответствуют зарубежным значениям NOAEL (недействующий уровень) и LOAEL (пороговый уровень), используемых за рубежом. При этом в отечественной практике для установления нормативов ранее не использовались реперные показатели, такие как BMC/BMCL, широко применяемые международными организациями. Исходя из вышеизложенного, выбор уровней экспозиции, используемых в качестве исходных, для установления гигиенических нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом воздействии является частично гармонизированными.

По результатам проведенного анализа способов учета неопределенностей используемых при разработке нормативов и стандартов содержания химических веществ в отечественной и международной практике была установлена частичная степень гармонизации. Так, установление нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом поступлении осуществляется на основе отправных точек с корректировкой при помощи коэффициентов запаса при гигиеническом нормировании и факторов неопределенности

при разработке зарубежных стандартов качества атмосферного воздуха. Коэффициент запаса определяется в зависимости от общего представления об опасности вещества как по параметрам токсикометрии, так и по качественным показателям его действия; вариабельности видовой чувствительности; условий и факторов, влияющих на точность обоснованных в эксперименте пороговых величин. Международные организации и страны ЕС при разработке стандартов качества атмосферного воздуха при учете неопределенностей используют факторы неопределенности (UF) [11, 18]. Выделяют факторы, которые учитывают внутривидовую неопределенность (наиболее чувствительные группы), межвидовую неопределенность (при переносе результатов лабораторных экспериментов на человека), экстраполяцию данных, полученных в острых, субхронических, хронических исследованиях, на период всей жизни, использование порогового уровня вместо недействующего, использование неполных массивов данных [11, 12, 15]. Таким образом, подход с использованием UF позволяет учесть большее количество неопределенностей, чем подход, реализуемый посредством применения коэффициентов запаса.

В качестве следующего этапа оценки степени гармонизации подходов, используемых при установлении нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом воздействии, было проанализировано использование в отечественной и международной практике критериев допустимого риска. В соответствии с методикой оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, выделяют критерии канцерогенного и неканцерогенного риска. Канцерогенный риск представляет собой вероятность развития злокачественных новообразований на протяжении всей жизни человека, обусловленную воздействием потенциального канцерогена, а неканцерогенный риск – вероятность развития эффектов для здоровья, не связанных с канцерогенным действием. В качестве критерия допустимого неканцерогенного риска принята величина $HQ \geq 1$, а канцерогенного риска – более $1 \cdot 10^{-6}$, но менее $1 \cdot 10^{-4}$. Именно на этом уровне установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями гигиенических нормативов для населения в целом (например, для атмосферного воздуха ВОЗ в качестве допустимого риска использует величину $1 \cdot 10^{-4}$) [7, 14]. При оценке степени гармонизации данного элемента установлено, что использование критериев допустимого риска при обосновании нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе является негармонизированным, так как большинство зарубежных нормативов и стандартов устанавливаются на основе неканцерогенного действия веществ, а при установлении отечественных гигиенических нормативов критерии допустимого риска не используются вообще.

Таким образом, по результатам проведенного анализа степени гармонизации отечественных и зарубежных методических подходов к установлению нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом воздействии было определено, что в точках осреднения нормативов и использования критериев допустимого риска они являются негармонизированными, а в точках определения и использования исходных параметров для установления нормативов, а также способа учета неопределенностей – гармонизированными лишь частично.

В соответствии с полученными результатами были разработаны гармонизированные методические подходы к обоснованию нормативов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом поступлении, позволяющие обеспечить полную степень гармонизации анализируемых элементов:

1. Дополнение перечня отечественных нормативов среднегодовыми ПДК химических веществ в атмосферном воздухе.

Применение данного подхода позволит гармонизировать нормативную базу Российской Федерации с зарубежными аналогами и применять среднегодовые ПДК в качестве критериев для оценки риска здоровью при хроническом ингаляционном воздействии, что с большей вероятностью обеспечит безопасность хронического воздействия на здоровье человека в течение всей жизни.

2. Применение опубликованных результатов ранее проведенных исследований при обосновании нормативов.

Для полной гармонизации необходимо разработать методические подходы по использованию опубликованных результатов ранее проведенных исследований при обосновании нормативов. Гармонизированный подход позволит использовать для нормирования обширные массивы результатов и отечественных и зарубежных исследований, объединяя отечественный и международный опыт, избегая дублирования результатов и излишних затрат.

3. Использование NOAEL, LOAEL, BMC, BMCL для установления гигиенических нормативов.

Для обеспечения полной гармонизации необходимо разработать порядок использования NOAEL, LOAEL, BMC, BMCL в качестве отправных точек для установления гигиенических нормативов. Возможность дополнительного использования реперных показателей, таких как BMC/BMCL, позволит избежать ряда ограничений, формирующихся при использования NOAEL и LOAEL.

4. Применение факторов неопределенности при установлении нормативов.

Факторы неопределенности включают в себя и те области, которые учитывают коэффициенты запаса, и те, которые ранее не учитывались в отечественной практике нормирования. В связи с этим применение гармонизированного подхода позволяет учесть более 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.

5. Использование критериев допустимого риска при обосновании гигиенических нормативов.

Для обеспечения полной гармонизации необходимо предусмотреть использование критериев допустимого риска при обосновании гигиенических нормативов, что позволит применять их в качестве критериев для оценки риска здоровью при хроническом ингаляционном воздействии.

Выводы. По результатам исследования проведена оценка степени гармонизации выделенных ключевых элементов отечественных и зарубежных методических подходов, используемых при установлении нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом поступлении, показавшая, что в ряде элементов методики являются негармонизированными или гармонизированными лишь частично. В соответствии с полученными результата-

ми разработаны гармонизированные методические подходы к обоснованию нормативов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом поступлении, включающие в себя дополнение перечня отечественных нормативов среднегодовыми ПДК, применение опубликованных результатов ранее проведенных исследований, использование NOAEL, LOAEL, BMC, BMCL, применение факторов неопределенности и использование критериев допустимого риска.

Разработанные методические подходы были использованы при обосновании среднегодовых ПДК изложенных в рамках СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [8].

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

3. Временные методические указания по обоснованию предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест / утв. Минздравом СССР 15.06.1988 г. № 4681-88. – М.: Минздрав СССР; Главное санитарно-эпидемиологическое управление, 1989. – 110 с.

4. Об обеспечении гармонизации российских санитарно-эпидемиологических требований, ветеринарно-санитарных и фитосанитарных мер с международными стандартами: Постановление Правительства РФ от 28.09.2009 г. № 761 (с изменениями на 04.09.2012 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91969/ (дата обращения: 01.04.2021).

5. Об утверждении порядка проведения экспертизы правовых актов, устанавливающих санитарно-эпидемиологические требования, на предмет их соответствия международным стандартам): Приказ Минздравосоцразвития Российской Федерации от 30.07.2010 г. № 581. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104442/ (дата обращения: 25.03.2021).

6. Проблемы гармонизации нормативов атмосферных загрязнений и пути их решения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 75–78.

7. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

8. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 25.03.2021).

9. Синицына О.О., Жолдакова З.И., Харчевникова Н.В. Научные основы единого эколого-гигиенического нормирования химических веществ в окружаю-

щей среде // Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиены окружающей среды / под ред. Ю.А. Рахманина. – М.: Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина, 2001. – С. 106–123.

10. Совершенствование методических подходов к обоснованию среднегодовых предельно допустимых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест по критериям допустимого риска здоровью человека / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, К.В. Четверкина [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 39–48.

11. Хасанова А.А. Анализ отечественных и зарубежных методических подходов к учету неопределенностей при установлении гигиенических нормативов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе // 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. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – С. 100–107.

12. Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition // World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen. – 2000. – 288 p.

13. A Review of the Reference Dose and Reference Concentration Processes. Reference Dose/Reference Concentration (RfD/RfC) Technical Panel // Risk Assessment Forum, U.S. Environmental Protection Agency. – Washington, DC, 2002 (Final report. EPA/630/P-02/002F). – 192 p.

14. Benchmark Dose Technical Guidance / Risk Assessment Forum, U.S. Environmental Protection Agency. – Washington, DC, 2012 (EPA/100/R-12/001).

15. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report) // U.S. Environmental Protection Agency. – Washington, DC: 2011 (EPA/600/R-09/052F).

16. Faustman E., Bartell S. Review of Noncancer Risk Assessment: Application of the Benchmark Dose Methods // Human and Ecological Risk Assessment. – 1997. – Vol. 3, № 5. – P. 893–920. DOI: 10.1080/10807039709383733

17. Guidelines for Exposure Assessment // U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC. – 1992. – 139 p.

18. Guidelines for Human Exposure Assessment // Risk Assessment Forum, U.S. Environmental Protection Agency. – Washington, DC: 2019 (EPA/100/B-19/001).

19. Krewski D., Zhu Y., Fung, K. Benchmark doses for developmental toxicants // Inhal. Toxicol. – 1999. – Vol. 11. – P. 579–591. DOI: 10.1080/089583799196998

20. Minimal Risk Levels (MRLs) [Электронный ресурс] // ATSDR. – URL: https://www.atsdr.cdc.gov/minimalrisklevels/ (дата обращения: 15.03.2021).

21. Technical Guidance Document on Risk Assessment // European Communities, 2003. – 311 p.

К вопросу о совершенствовании надзорных мероприятий Управления Роспотребнадзора по Челябинской области в части реализации федерального проекта «Чистый воздух»

С.Б. Легошина[1], И.Г. Зорина[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Челябинской области,
[2]ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет», г. Челябинск, Россия

В представленной статье рассматривается вопрос совершенствования оценки Управлением Роспотребнадзора по Челябинской области определенных работ, направленных на достижение целевого показателя по снижению совокупного объема загрязняющих веществ в атмосферный воздух населенных мест в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология».

Цель исследования заключается в анализе и оценке содержания химических веществ в атмосферном воздухе и совершенствовании комплексного плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Выявлены несоответствия нормативных требований. В рамках проекта плановое снижение совокупного объема выбросов на период 2024 г. в г. Челябинске составляет 3,92 % от уровня 2017 г. (12,69 тыс. т), в г. Магнитогорске составляет 8,27 % от уровня 2017 г. (287,993 тыс. т), что не позволяет обеспечить снижение целевого показателя федерального проекта до 22 %; при расчете снижения объема выбросов не учтено выполнение мероприятий по рекультивации городских свалок, а также не учтены объемы выбросов от транспорта; предлагаемые мероприятия не учитывают приоритетного снижения наиболее опасных и токсичных веществ, характерных для загрязнения атмосферного воздуха.

Одной из причин недостаточной оценки эффективности запланированных мероприятий, указанных в комплексных планах, является отсутствие выполненных расчетов по оценке риска на здоровье человека, отсутствует детальный расчет по каждому загрязняющему веществу, выбрасываемому в атмосферный воздух от конкретного источника.

Выявлено превышение гигиенических нормативов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по показателям: этилбензол, толуол, бензол, которые наблюдаются на маршрутных постах, расположенных на пересечении крупных автомагистралей. Превышение специфических веществ – фенола, бенз(а)пирена и нафталина – показывает о наличии выбросов промышленных предприятий.

При реализации предприятиями мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и осуществлении постоянного мониторинга качества атмосферного воздуха населенных мест, а также выполнения работ по оценке риска на здоровье населения планируется осуществить оценку экономической эффективности каждого выполненного мероприятия.

Ключевые слова: проект «Чистый воздух», атмосферный воздух, комплексный план, социально-гигиенический мониторинг, оценка риска.

В целях исполнения Указа Президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» на территории Челябинской области реализуется федеральный проект «Чистый воздух» национального проекта «Экология» [1, 3, 5].

Целью исследования явились анализ и оценка содержания химических веществ в атмосферном воздухе, а также совершенствование комплексного плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

В 2018 г. г. Челябинск и Магнитогорск включены в перечень 12 крупных промышленных городов, на территории которых реализуется данный федеральный проект, рассчитанный до 2024 г.

С целью решения поставленных задач и достижения результатов по снижению совокупного объема выбросов загрязняющих веществ к 2024 г. не менее чем на 22 % на территории области для г. Челябинска и Магнитогорска разработаны и утверждены заместителем председателя правительства Российской Федерации комплексные планы мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Магнитогорске № 11012-п-П6 от 28.12.2018 г., комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Челябинске № 11023-п-П6 от 28.12.2018 г.).

Следуя проведенному анализу комплексного плана, для г. Магнитогорска к 2024 г. будут уменьшены выбросы на 81,62 тыс. т, при этом мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух данного комплексного плана разработаны для четырех промышленных объектов, расположенных в г. Магнитогорске: ПАО «ММК»; ООО «Шлаксервис»; ОАО «ММК-Метиз»; ООО «Огнеупор».

Согласно комплексного плана для г. Челябинска к 2024 г. будут уменьшены выбросы на 75,89 тыс. т. В комплексном плане по г. Челябинску разработаны мероприятия для девяти промышленных объектов: ПАО «ЧМК»; ООО «Мечел-Кокс»; АО «ЧЭМК»; ПАО «ЧЦЗ»; ПАО «ЧТПЗ»; филиал ООО «Завод «Техно»; ЗАО «Завод «Минплита»; ПАО «ЧКПЗ»; Челябинская ТЭЦ-2 ПАО «Фортум».

С целью проведения экспертизы по достаточности разработанных мероприятий в вышеуказанных комплексных планах Управлением Роспотребнадзора по Челябинской области в июне 2019 г. в адрес ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» и ФБУН «ЕМПЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора» (г. Екатеринбург) направлялись данные комплексные планы.

По результатам экспертиз выявлены основные несоответствия нормативных требований, предъявляемых к ним:

– плановое снижение совокупного объема выбросов на период 2024 г. в г. Челябинске составляет 3,92 % от уровня 2017 г. (12,69 тыс. т), в г. Магнитогорске составляет 8,27 % от уровня 2017 г. (287,993 тыс. т), что не позволяет обеспечить снижение целевого показателя федерального проекта до 22 %;

– при расчете снижения объема выбросов не было учтено выполнение мероприятий по рекультивации городских свалок и выбросов от транспортных средств;

– предлагаемые мероприятия, указанные в комплексных планах, не учитывают приоритетного снижения наиболее опасных и токсичных веществ, характерных для загрязнения атмосферного воздуха г. Челябинска и Магнитогорска.

Также одной из причин недостаточной оценки эффективности запланированных мероприятий, указанных в комплексных планах, является отсутствие выполненных расчетов по оценке риска здоровью человека, то есть отсутствует детальный расчет по каждому загрязняющему веществу, выбрасываемого в атмосферный воздух от конкретного источника.

Из этого можно сделать вывод, что степень снижения негативного влияния на атмосферный воздух выполняемых предприятиями мероприятий невозможно оценить достоверно.

Для принятия управленческих решений информация о результатах рассмотрения комплексных планов с рекомендациями по их корректировке Управлением Роспотребнадзора по Челябинской области направлена в адрес Управления Росприроднадзора по Челябинской области; Министерства экологии Челябинской области, Администраций городов Челябинска и Магнитогорска и 13 промышленных предприятий, включенных в комплексные планы.

Для решения задачи по осуществлению мониторинга качества атмосферного воздуха в городах – участниках федерального проекта «Чистый воздух» на основании сводных расчетов ПДВ определены приоритетные загрязняющие вещества (31 вещество) для г. Челябинска: дижелеза триоксид, кадмий оксид, марганец и его соединения, никеля оксид, свинец и его неорганические соединения, хром, азота диоксид, аммиак, азота оксид, серная кислота, мышьяк, углерод (сажа), серы диоксид, дигидросульфид, углерода оксид, фтористые газообразные соединения, бензол этенилбензол, метилбензол, этилбензол, бенз(а)пирен, нафталин, гидроксибензол, формальдегид, керосин, взвешенные вещества (не дифференцированная по составу пыль (аэрозоль), содержащаяся в воздухе населенных пунктов), пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния более 70 %, пыль неорганическая, содержащая 70–20 % двуокиси кремния, пыль неорганическая, содержащая менее 20 % двуокиси кремния, взвешенные частицы PM_{10} и взвешенные частицы $PM_{2.5}$. Для г. Магнитогорска – 27 веществ: диалюминий триоксид, дижелеза триоксид, марганец и его соединения, никеля оксид, свинец и его неорганические соединения, хром, азота диоксид, аммиак, азот (II) оксид, углерод (сажа), серы диоксид, дигидросульфид, углерода оксид, бензол, этенилбензол, этилбензол, бенз(а)пирен, нафталин, гидроксибензол, формальдегид, керосин, взвешенные вещества (не дифференцированная по составу пыль (аэрозоль), содержащаяся в воздухе населенных пунктов), пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния более 70 %, пыль неорганическая, содержащая 70–20 % двуокиси кремния, пыль неорганическая, содержащая менее 20 % двуокиси кремния, взвешенные частицы PM_{10} и взвешенные частицы $PM_{2.5}$.

В целях идентификации источников загрязнения атмосферного воздуха, определения концентрации приоритетных загрязняющих веществ в рамках социально-гигиенического мониторинга на 2021 г. запланировано проведение лабораторных исследований атмосферного воздуха на территории жилой застройки с включением приоритетных веществ и увеличением объема лабораторных исследований.

Для выполнения лабораторных исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области», обеспечивающим лабораторную деятельность Управления, приобретено 39 единиц оборудования на общую сумму 52 680 000 рублей.

Для г. Челябинска – 22 единицы оборудования и одна единица передвижной лаборатории контроля атмосферного воздуха на базе автомобиля «Соболь» и для г. Магнитогорска – 17 единиц оборудования и одна передвижная лаборатория.

В числе оборудования для отбора и подготовки проб: приобретены аспираторы, снабженные пробоотборными зондами, водяная баня – шейкер для подготовки проб для проведения испытаний на такие загрязняющие вещества, как формальдегид, ацетальдегид и серная кислота. Также получена система микроволновой подготовки

проб Milestone для проведения исследований методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

Использование нового оборудования позволило внедрить в практику в г. Челябинске 11 методик по определению 64 показателей, в г. Магнитогорске – 15 методик по определению 72 показателей.

В 2020 г. лабораторный контроль за качеством атмосферного воздуха проводился в г. Челябинске на семи контрольных постах, один из которых стационарный в количестве 41 910 исследований по определению 53 загрязняющих веществ и в г. Магнитогорске на трех контрольных постах – 19 729 исследований по 44 веществам.

В г. Челябинск из 53 загрязняющих веществ, по которым выполнялись исследования, по 33 веществам регистрировались превышения (наибольшее количество превышении ПДК регистрировались по содержанию: этилбензола, толуола, фенола, бензола, взвешенных частиц $PM_{2.5}$ формальдегида, диоксид азота).

В г. Магнитогорске из 44 загрязняющих веществ, по которым выполнялись исследования, по 14 веществам регистрировались превышения (наибольшее количество проб с превышением ПДК: этилбензола, ксилола, бенз(а)пирена, сероводорода, диоксида азота, оксида азота).

Количество отобранных проб атмосферного воздуха и удельный вес проб зарегистрированных с превышением гигиенических нормативов указано в таблице.

Количество отобранных проб и удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов

Химические вещества	Количество проб					
	Челябинск			Магнитогорск		
	всего	выше нормы		всего	выше нормы	
		абс.	%		абс.	%
Всего	41910	1239	2,95	19729	378	1,91
Взвешенные вещества	2625	2	0,08	1125	37	3,3
Диоксид азота	2625	43	1,6	1128	28	2,5
Оксид азота	2625	12	0,45	1125	23	2,0
Формальдегид	2250	43	1,9	375	0	0
Фенол	1500	147	9,8	375	0	0
Бенз(а)пирен	300	15	5,0	225	47	20,8
Нафталин	300	14	4,7	300	0	0
Ксилол	300	5	1,7	300	30	10,0
Этилбензол	580	432	74,5	300	118	39,3
$PM_{2.5}$	2625	66	2,5	375	8	2,1
PM_{10}	2625	22	0,8	376	3	0,8
Толуол	584	174	29,9	300	3	1,0
Бензол	1500	125	8,3	1125	0	0
Сероводород	600	1	0,16	900	46	5,1

Превышение гигиенических нормативов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по показателям этилбензол, толуол, бензол наблюдается на маршрутных постах, расположенных на пересечении крупных автомагистралей городов, то есть в зоне влияния выбросов от автотранспорта.

Превышение специфических веществ фенол, бенз(а)пирен, нафталин показывает о влиянии выбросов промышленных предприятий.

Превышение гигиенических нормативов по содержанию взвешенных веществ, взвешенных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10}, а также пыли неорганической SiO_2 от 70–20 % свидетельствует о наличии вторичной запыленности улиц городов (отсутствие регулярной влажной уборки и сохранения длительное время НМУ).

Для сбора информационных данных результаты лабораторных исследований в еженедельном режиме направлялись в Федеральный центр Роспотребнадзора и ФБУН ЕМПЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора (г. Екатеринбург), и проведена оценка риска для здоровья человека на территориях эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ в соответствии с законодательством в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [2, 4, 6].

Управлением рекомендовано включить в комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Челябинске на период до 2024 г. и на период до 2030 г. объекты ПАО «Фортум» Челябинская ТЭЦ-1, ПАО «Челябинский трубопрокатный завод», АО «Челябинский завод металлоконструкций», ООО «ЧТЗ – УРАЛТРАК», Эксплуатационное локомотивное депо Челябинск ОАО «РЖД», Челябинский филиал ПАО «Уральская кузница», АО «Энергопром – Челябинский электродный завод», ПАО «Уралавтоприцеп», Челябинский электровозоремонтный завод ОАО «РЖД», ПАО «Челябинский кузнечно-прессовый завод», АО «НПО «Электромашина», АО «КОНАР», ООО «Мечел-Материалы» Цех переработки шлакового отвала № 1, АО «Резерв», ООО «СВ – Металл Групп», Челябинский филиал ООО «Мечел-Энерго», ООО «КНАУФ Гипс Челябинск».

В г. Магнитогорске включить предприятия ПАО «ММК» Магнитогорская промплощадка 2, ООО «ВторМетРесурс» промплощадка, ООО Трест «Магнитострой», ООО «Механоремонтный завод», производственный участок ст. Магнитогорск ОАО «РЖД».

Выводы. Выявлено превышение гигиенических нормативов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по показателям этилбензол, толуол, бензол, которое наблюдается на маршрутных постах, расположенных на пересечении крупных автомагистралей городов, то есть в зоне влияния выбросов от автотранспорта. Превышение специфических веществ фенол, бенз(а)пирен и нафталин показывает о влиянии выбросов промышленных предприятий.

Таким образом, с целью осуществления анализа качества атмосферного воздуха, в зоне влияния выбросов загрязняющих веществ промышленных предприятий, включенных в комплексные планы, необходимо расширить лабораторный производственный контроль с учетом определенных приоритетных веществ.

При реализации предприятиями мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и осуществлении постоянного мониторинга качества атмосферного воздуха населенных мест, а также выполнения работ по оценке риска здоровью населения планируется осуществить оценку экономической эффективности каждого выполненного мероприятия.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 03.04.2021).

2. Методические подходы к исследованию результативности и резервов управления в системе Роспотребнадзора по критериям предотвращенных потерь здоровья населения Российской Федерации / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 125–134.

3. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения (в ред. от 26 июля 2019 г.): Федеральный закон № 52-ФЗ от 30 марта 1999 года [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: http://base.garant.ru/12115118/ (дата обращения: 03.04.2021).

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2020 г.: Государственный доклад. – Челябинск: Управление Роспотребнадзора по Челябинской области, 2021. – 237 с.

5. О стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента РФ от 19. 04. 2017 г. № 176 [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41879 (дата обращения: 03.04.2021).

6. Попова А.Ю., Зайцева Н.В. Научно-методические аспекты оценки риска здоровью при реализации функций и полномочий Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 2018. – С. 9.

Протокол по проблемам воды и здоровья как потенциальный инструмент достижения целей устойчивого развития в области водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов

С.И. Сычик, Е.В. Дроздова, И.А. Просвирякова, А.Н. Ганькин, А.Е. Пшегрода, А.В. Фираго, Т.З. Суровец, В.А. Занкевич

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

Протокол по проблемам воды и здоровья к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер 1992 г., принятый в Лондоне 17 июня 1999 г., благодаря успешно опробованному на протяжении более 20 лет механизму установления целевых показателей и отчетности, является одним из инструментом достижения целей устойчивого развития до 2030 г. в области водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов в европейском регионе.

Ключевые слова: устойчивое развитие, Протокол по проблемам воды и здоровья, целевые показатели, водоснабжение, водоотведение, охрана водных ресурсов.

Резолюция А 70/1 «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», принятая на Генеральной Ассамблее Организации Объединенных Наций 25.09.2015 г., обозначила на планетарном уровне 17 целей устойчивого развития (далее – ЦУР) [3], достижение которых должно обеспечить для всех людей возможность реализации своего потенциала в условиях равенства и в здоровой окружающей среде. ЦУР транслируются на национальный уровень многими странами мира. Министерство здравоохранения Республики Беларусь определено республиканским органом государственного управления, ответственным за мониторинг достижения ЦУР 3 «Хорошее здоровье и благополучие», охватывающей в том числе и показатели, связанные с воздействием на здоровье факторов среды обитания, а также ряд показателей в рамках других ЦУР – «6. Чистая вода и санитария», «7. Недорогостоящая и чистая энергия», «11. Устойчивые города и населенные пункты» (показатели 6.b.1, 7.2.1, 11.6.2, 11.7.1, курирует ВОЗ).

В 2019 г. на Всемирной ассамблее здравоохранения международное сообщество в области здравоохранения признало чрезвычайно возрастающее влияние на здоровье и благополучие человека климатических и иных глобальных изменений в окружающей среде, появления новых экологических и медико-санитарных проблем, ускорения темпов технического развития, появления новых форм организации труда, усиления миграции, урбанизации, повышения спроса на энергию, перевозки и технологические инновации, мобильности людей, товаров и услуг. При этом было отмечено, что здоровье редко становится основным критерием принятия решений, влияющих на данные тенденции. Для преодоления вызовов предложено в рамках всеобъемлющего подхода уделять первоочередное внимание первичным детерминантам здоровья, окружающей среды и изменения климата, в том числе на основе научной доказательной базы (резолюция Всемирной ассамблеи здравоохранения WHA72 (9) «Глобальная стратегия ВОЗ в области здоровья, окружающей среды и изменения климата: преобразования, необходимые для устойчивого повышения качества жизни и благополучия путем оздоровления окружающей среды» (2019)). Очевидно, что к числу определяющих факторов охраны здоровья населения относится обеспечение безопасности питьевого и рекреационного водопользования (резолюция Генеральной Ассамблеи ВОЗ WHA 64.24 от 24 мая 2011 г. «Питьевая вода, санитария и здоровье» [1, 4]).

На региональном уровне в регионе ВОЗ-Евро приверженность совместному решению проблем в области окружающей среды и здоровья была отмечена принятием в 2017 г. Остравской декларация по окружающей среде и охране здоровья, где водному фактору уделено особое внимание (приоритетные направления действий «(в) обеспечение всеобщего, справедливого и устойчивого доступа к безопасной питьевой воде и санитарно-гигиеническим услугам повсеместно и для всех, поощрение интегрированного управления водными ресурсами и повторного использования безопасно очищенных сточных вод, при необходимости», «(с) Сведение к минимуму негативного воздействия химических веществ на здоровье людей и окружающую среду») [1].

На региональном уровне в качестве инструмента достижения целей устойчивого развития в области водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов предложено использовать Протокол по проблемам воды и здоровья, зарекомендовавший более чем 20-летним применением, что нашло отражение в Остравской декларации по окружающей среде и охране здоровья и новой директиве Европей-

ского парламента и Европейского совета 2020/2184 «О качестве воды, предназначенной для потребления людьми» от 16 декабря 2020 г.

Протокол по воде и здоровью (далее – Протокол) разработан в развитие Конвенции Европейской экономической комиссии ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер 1992 г., принят на Третьей Министерской конференции «Окружающая среда и здоровье» в Лондоне 17 июня 1999 г. [5]. По состоянию на апрель 2021 г. его подписантами являются 36 стран региона ВОЗ – Евро, сторонами – 27 стран региона, в том числе сопредельные с Республикой Беларусь Российская Федерация, Латвия, Литва и Украина. Обеспечение реализации функций Протокола осуществляется Совместным Секретариатом Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН) и Европейского регионального Бюро ВОЗ.

Протокол – первое международное соглашение, основной целью которого является охрана здоровья населения и обеспечение его благополучия за счет внедрения подходов к рациональному использованию водных ресурсов, повышения качества и безопасности питьевого водоснабжения, снижения распространенности водно-обусловленных инфекционных и неинфекционных заболеваний, обеспечения безопасности рекреационного водопользования, создания систем реагирования на возникновение опасности, связанной с водным фактором, в том числе при трансграничных воздействиях, что соответствует приоритетам политики государства в социальной сфере.

В соответствии со статьей 6 Протокола достижение целей Протокола осуществляется за счет установления национальных и/или местных целевых показателей по основным проблемным тематическим областям Протокола, актуальным для конкретной страны, со сроками их достижения, а также национальным планом действий, реализация которого позволит обеспечить выполнения целей. В настоящее время определены 20 проблемных тематических областей. Раз в три года Стороны Протокола представляют в Секретариат краткий доклад в соответствии со статьей 7 Протокола, содержащий отчетные данные и оценку достигнутого прогресса по Протоколу по установленной типовой форме.

Учитывая, что все вопросы обеспечения безопасности водопользования носят комплексный характер, также Протокол предусматривает создание на национальном и/или местном уровне координационных механизмов совместной работы компетентных органов. Вторым направлением работ в рамках Протокола является создание и/или актуализация комплексных систем надзора и раннего реагирования, разработка комплексных действий при чрезвычайных ситуациях, связанных с водой. Важным контекстом реализации Протокола является содействие развитию научных исследований и обмену опытом, совершенствование системы регулирования качества и безопасности водопользования, привлечение общественности в процесс принятия решений, сотрудничество и помощь сторон Протокола друг другу в осуществлении международных действий.

Один раз в три года проходит встреча сторон по Протоколу (в последний раз – в 2019 г. в г. Белграде (Сербия)), на которой подводятся результаты работы в регионе за истекший период, утверждается план работы на следующие три года с бюджетом работы по Протоколу, рассматриваются взносы сторон. В межсессионный период координацию деятельности как представитель стран на высоком уровне осуществляет Президиум (Бюро) Протокола.

Программа работы на 2020–2022 гг. утверждена на встрече сторон в Белграде в 2019 г. Основные договоренности: 1) продолжить и развивать в стиле преемственности эффективные направления деятельности; 2) корректировка направлений с учетом совершенствования регионального и национального законодательства (Директива ЕС по воде – внедрение оценки рисков), глобальных процессов (ЦУРы, изменение климата) (подача под иным углом зрения, актуализация) – продвижение Протокола на национальном и международном уровне, в том числе как инструмента для имплементации ЦУР, возможность ратификации Протокола Евросоюзом как механизма реализации изменений в Директиве 98/83/ЕС; 3) приоритизация деятельности в соответствии с Министерскими декларациями по вопросам окружающей среды и здоровья (Остравской и Пармской); 4) синергия между всеми программными областями.

Обозначены девять приоритетных программных областей: 1) улучшение управления в области воды и здоровья: поддержка установления целевых показателей и реализации мероприятий по их достижению, акцент на синергизм с Повесткой дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.; 2) предотвращение и снижение уровня заболеваний, связанных с водой (РБ – сопредседатель). Акцент на синергию между двумя программными субобластями, например, совместное проведение региональных и субрегиональных семинаров, внедрение разработанных руководств, создание справочного банка данных нормативных документов, устанавливающих подходы к оценке рисков в системах водоснабжения на национальном уровне; 3) вода, санитария и гигиена в общественных учреждениях (акцент на учреждения образования и здравоохранения); 4) маломасштабное водоснабжение и водоотведение; 5) безопасное и эффективное управление системами водоснабжения и водоотведения (все больший акцент на внедрение планов безопасности в системах водоотведения); 6) равный доступ к воде и санитарии; 7) повышение устойчивости к изменению климата; 8) поддержка реализации Протокола на национальном уровне; 9) процедуры соответствия в рамках Протокола (функционирование комитета по соблюдению).

В связи с пандемией COVID-19 планы скорректированы, мероприятия проводятся онлайн, ряд мероприятий отложен на основе приоритизации различных видов деятельности

Республика Беларусь присоединилась к Протоколу Указом Президента Республики Беларусь от 31 марта 2009 г. № 159 и стала его полноправной стороной с 21.07.2009 г., ответственными за выполнение национальных обязательств определены Минздрав и Минприроды. В 2010 г. создан Межведомственный координационный совет по Протоколу, в состав которого вошли представители Минздрава, Минприроды, Минжилкомхоза, МЧС, Национальной академии наук Беларуси. Постановлением Совета Министров от 21.11.2017 г. № 877 Минздрав определен ответственным за сотрудничество с международным органом, созданным для имплементации Протокола. Координация работы осуществлялась республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр гигиены» (далее – НПЦГ), на базе которого функционирует Национальный контактный центр.

В 2013 г. был установлен перечень целевых показателей по Протоколу и мер по их достижению до 2015 г., который включал 14 задач в девяти целевых областях. Положения Протокола успешно осуществлялись в рамках государственных и национальных программ и планов с привлечением средств республиканского и ме-

стных бюджетов. Разработан ряд нормативных правовых документов, регламентирующих деятельность в этой сфере, методы мониторинга качества и безопасности питьевой воды, поверхностных водоемов, используемых в рекреационных целях, усовершенствованы методы контроля безопасности воды. Беларусь предоставляла краткие доклады по прогрессу по Протоколу в Секретариат в 2010, 2013, 2016, 2018 гг. Республика Беларусь также приняла участие в ряде международных инициатив по воде и здоровью, в частности в Совместной программе по мониторингу водоснабжения и санитарии ВОЗ/ЮНИСЕФ (далее – СПМ) в 2013 г., в Глобальном анализе и оценке состояния санитарии и питьевого водоснабжения (далее – ГЛААС) в 2013/2014, 2016/2017, 2018/2019 гг. С 2013 г. Республика Беларусь является сопредседателем с Норвегией по программной области «Предупреждение и снижение водно-обусловленных заболеваний», а на период 2020–2022 гг. была избрана председателем Бюро Протокола.

В рамках деятельности по Протоколу в г. Минске была проведена серия международных семинаров и совещаний при финансово-технической поддержке ВОЗ/ЕЭК ООН: Региональный семинар по обмену опытом по внедрению Протокола по проблемам воды и здоровья для стран Восточной Европы (2011), учебный семинар «Мониторинг питьевого водоснабжения и водоотведения» (2013), 1-я Рабочая встреча экспертов по риск-ориентированному надзору за качеством питьевой воды (2017), субрегиональный Семинар по вопросам маломасштабных систем водоснабжения и водоотведения (2017), Экспертная миссия «Управление качеством питьевой воды и профилактика заболеваний, передающихся водным путем, на основе международных подходов» (2019, в рамках сотрудничества с Итальянским институтом общественного здоровья (ISS) при поддержке Инструмента технической помощи и обмена информацией Европейской комиссии (TAIEX)). Проведение мероприятий в Республике Беларусь может быть оценено как позитивный пример взаимодействия с региональным офисом ВОЗ – Евро и странами ближнего и дальнего зарубежья по вопросам обеспечения безопасности питьевого водопользования в современных условиях, способствовало обмену опытом передовой практикой, установлению контактов с ведущими профильными организациями. Полученная информация и установленные контакты использованы при совершенствовании законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Беларусь.

В рамках межведомственного взаимодействия и при поддержке Секретариата Протокола в рамках проекта ВИЕС+, координируемого Минприроды, в 2018–2021 гг. проведена работа по актуализации целевых показателей по Протоколу. На основании базового анализа текущей ситуации в секторе водоснабжения и водоотведения, охраны водных ресурсов, по результатам консультаций с заинтересованными сторонами обозначены приоритетные направления деятельности для республики по Протоколу на предстоящий период: синергизм с ЦУР, улучшение качества и безопасности питьевой воды, обеспечение равного доступа населения к безопасной и качественной воде, улучшенной санитарии, внедрение наилучшей практики по управлению качеством и безопасностью питьевой воды на основе применения анализа рисков, малые системы водоснабжения и водоотведения, охрана водных ресурсов от загрязнения, безопасность рекреационного водопользования, совершенствование управления в сфере оказания услуг по водоснабжению и водоотведению, информирование.

По данным проведенного анализа из 20 приоритетных областей Протокола установлены 17 актуальных для Республики Беларусь областей, определены 29 задач и 43 целевых показателя для оценки их достижения. Комплекс мер по реализации обязательств, принятых Республикой Беларусь по Протоколу по проблемам воды и здоровья к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер 1992 г., до 2030 г. был совместно утвержден 17/18 марта 2021 г. на уровне трех ключевых министерств, в сфере компетенции которых находятся охватываемые Протоколом вопросы – Министерства здравоохранения, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь.

Комплекс мер носит комплексный характер, учитывает достижение целевых показателей по Протоколу до 2015 г., стратегические приоритеты республики [2], ставит стратегические цели до 2030 г. в синергии с Целями в области устойчивого развития в области водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов. Он включает: перечень целевых показателей по Протоколу со сроками их достижения, мероприятия по достижению целевых показателей, исполнителей мероприятий из числа республиканских органов государственного управления, иных организаций, подчиненных правительству по компетенции, исполнительных и распорядительных органов, осуществляющих эксплуатацию систем водоотведения и других заинтересованных. Комплекс мер учитывает взаимосвязь отдельных целевых показателей с национализированными ЦУР (столбец 6).

В комплексе мер нашла отражение деятельность, осуществляемая в рамках действующих и планируемых государственных и отраслевых программ, а также некоторые дополнительные актуальные для республики разделы в соответствии с п. 2 статьи 6 Протокола. По мере необходимости целевые показатели будут пересматриваться. Финансирование мероприятий предполагается в рамках реализации действующего законодательства, а также средств, предусмотренных на реализацию действующих и планируемых государственных и отраслевых программ.

Структура и номенклатура Комплекса мер предложена по аналогии с национализированными ЦУР – определены разделы, соответствующие областям Протокола, задачи по каждому разделу и соответствующие им целевые показатели. При этом формулировки наименований разделов приведены в редакции наименований соответствующих областей Протокола из русскоязычного официального перевода типовой формы представления кратких докладов об осуществлении Протокола с целью обеспечения преемственности данных и сопоставимости отчетных материалов, предоставляемых в Международные организации (ЕЭК ООН, ВОЗ). Терминология, используемая в формулировках задач, целевых показателей и мероприятий, соответствует законодательству Республики Беларусь. Не установлены целевые показатели по областям IX, XIII и XVI. Установленные в Комплексе мер целевые показатели корреспондируют с ЦУР 3.8.1, 3.9.2, 3.d.1, 4.a.1.1, 6.1.1, 6.2.1.1, 6.3.1, 6.3.2.1, 6.4.1, 6.5.1, 6.5.2, 6.b.1.

Проект Комплекса мер был неоднократно обсужден на семинарах при участии широкого круга заинтересованных, на Межведомственном совете по проекту ВИЕС+, Межведомственном совете по Протоколу, размещен для широкого ознакомления на сайтах Минприроды и Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены». Полученные замечания были учтены в тексте Комплекса мер.

Таким образом, реализация положений Протокола направлена на обеспечение безопасного доступа к питьевой воде и санитарии, рекреационному водопользованию для всех групп населения, что соответствует основным приоритетам политики Республики Беларусь в социальной сфере [4]. Важным аспектом Протокола является межведомственное и международное взаимодействие, возможность обмена передовым опытом, стратегическое планирование, взаимосвязь с ЦУР.

Список литературы

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

2. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. – Минск, 2017. – 148 с.

3. Резолюция А 70/1 на период до 2030 года / Принята Генеральной Ассамблеей ООН 25 сентября 2015 года. – 44 с.

4. Питьевая вода, санитария и здоровье: резолюция Генеральной Ассамблеи ВОЗ WHA 64.24 от 24 мая 2011 года. – 6 с.

5. Protocol on Water and Health [Электронный ресурс] // United Nations Economic Commission for Europe. – URL: http://www.unece.org/env/water/pwh_text/text_protocol.html (дата обращения: 10.03.2021).

Требования гигиенической безопасности материалов, контактирующих с пищевой продукцией

Т.С. Осипова, Е.В. Федоренко, А.М. Бондарук, И.М. Капелько

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

Актуальность данного исследования обусловлена мировыми тенденциями, направленными на отказ от использования пластиковой упаковки и замену ее на биоразлагаемую. Создание и использование биопластиков из возобновляемых природных ресурсов позволит не только улучшить экологическую обстановку, но и способствует переходу на модели экономики замкнутого цикла (циркулярной экономики), являющиеся приоритетом в экономическом развитии государства. Однако в настоящее время аспекты безопасного применения новых видов полимеров – биополимеров, в качестве материалов контактирующих с пищевой продукцией, требуют дополнительного изучения. Один из перспективных биоразлагаемых материалов для изготовления упаковки – полилактид – продукт конденсации молочной кислоты, который получают в результате ферментации из возобновляемых растительных источников. Проведено изучение уровней миграции химических веществ из опытного образца полилактидной пленки в модельные среды, имитирующие свойства пищевой продукции. По результатам исследования миграция диоктилфталата в 3%-ный раствор уксусной

кислоты составила 0,16 мг/дм^3, миграция ацетона в 2%-ный раствор лимонной кислоты и изопропанола в 0,3%-ный раствор составила 0,1 мг/дм^3. Миграция метилметакрилата, этилацетата, бутилацетата, бензола, метанола, пропанола, изопропанола, бутанола, изобутанола, диметилтерефталата, диметилфталата, диэтилфталата, дибутилфталата в использованные модельные среды не обнаружена. Гигиеническая оценка полученных данных не выявила превышений допустимых количеств миграции, установленных для исследуемых веществ.

Ключевые слова: материалы, контактирующие с пищевой продукцией, упаковка, безопасность, полимерные материалы, полилактиды.

Риск неблагоприятного воздействия материалов, контактирующих с пищевой продукцией (далее – МКП), определяется как токсичностью веществ, входящих в их состав, так и вероятностью их миграции в контактирующую с ними пищевую продукцию в количествах, небезопасных для здоровья потребителя. Безопасность МКП зависит от многих факторов, в том числе: от технологий его производства, качества исходного сырья, его компонентного состава, условий эксплуатации [7]. С целью минимизации рисков, ассоциированных с применением МКП, для небезопасных веществ, мигрирующих в результате контакта с пищевой продукцией, установлены допустимые количества миграции (далее – ДКМ). В Республике Беларусь требования безопасности МКП регламентированы гигиеническим нормативом [5], а на территории Евразийского экономического союза аналогичные требования приведены в [3]. Указанные документы содержат основные виды материалов (полистиролов, полиамидов, полиэфиров и других), предназначенных для использования в контакте с пищевой продукцией и основные химические вещества, присущие каждому из них, которые следует контролировать при проведении санитарно-химических исследований. Оценка безопасности МКП и изделий из них осуществляется путем сравнения фактических значений миграции веществ в модельные среды, имитирующие свойства пищевой продукции, с установленными в нормативе допустимыми значениями.

В Европейском союзе (далее – ЕС) применяются иные подходы по обеспечению гигиенической безопасности МКП [10]. Согласно Директиве (ЕС) 1935/2004, в состав материалов и изделий могут входить только те вещества, которые прошли авторизацию и включены в «разрешенный список» [8]. Согласно этой процедуре оценивается токсичность этих веществ, их чистота, технологическая функция, способность к миграции, возможность образования непреднамеренно добавленных соединений в процессе производства МКП. Для некоторых веществ, представляющих особую опасность для здоровья, установлены ДКМ и указаны ограничения по их количественному содержанию в конечном материале. Перечень веществ, включенных в разрешенный список, и особые требования к ним (при наличии) регулярно пересматриваются, изменяются или дополняются в соответствии с новыми научными данными об их безопасности. Уровни миграции веществ оцениваются путем определения их количеств в пищевой продукции (при условии, что материал уже находится в контакте (упакованная продукция)) либо путем моделирования условий контакта МКП с имитирующими свойства пищевой продукции растворами [8].

В связи с возрастающим загрязнением окружающей среды и нарастающим дефицитом органического минерального сырья (нефти и газа) во многих регионах принято регулирование, направленное на отказ от использования обычной пластиковой упаковки и заменой ее на биоразлагаемую. Биопластики, созданные из возобновляемых природных ресурсов, позиционируются как более экологичная

альтернатива обычным полимерам, не поддающимся биологическому разложению [1]. Однако в настоящее время аспекты их безопасного применения в качестве МКП требуют дополнительного изучения.

Один из перспективных биоразлагаемых материалов для изготовления упаковки – полилактид (PLA) – продукт конденсации молочной кислоты. PLA – это линейный алифатический полиэфир, который на 100 % получают в результате ферментации из возобновляемых растительных источников. Однако у материалов на основе PLA имеются такие недостатки, как хрупкость и низкая устойчивость к проникновению кислорода. С целью улучшения их свойств при изготовлении полилактидов применяются пластифицирующие компоненты, вспомогательные добавки и соединения. Кроме того, в составе готового материала могут присутствовать и непреднамеренно добавленные вещества, например, примеси сырья, побочные продукты химических реакций или соединения, образованные в результате процесса разложения. Все эти компоненты могут мигрировать из МКП в пищевую продукцию и, поступая с рационом, оказывать воздействие на организм потребителя [9]. Однако в действующих нормативных документах требования безопасности полилактидных МКП, предназначенных для контакта с пищевой продукцией, не установлены.

Таким образом, определение перечня и уровней веществ, мигрирующих из полилактидных МКП в контактирующие с ним среды, является важной задачей, выполнение которой позволит оценить риск здоровью населения, ассоциированный с использованием альтернативного биополимера – полилактида.

Целью работы является изучение и гигиеническая оценка уровней миграции отдельных химических веществ из образца полилактидной пленки, предназначенной для контакта с пищевой продукцией.

Материалы и методы. Экспериментальные образцы были предоставлены ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси», для получения пленок использовали промышленный полилактид марки 4043D фирмы Nature Works LLC (США).

Моделирование миграции химических веществ из МКП осуществлялось согласно национальному законодательству [6], с учетом целевого назначения материала. В качестве модельных сред использовались: дистиллированная вода, 0,3%-ный раствор молочной кислоты, 3%-ный раствор молочной кислоты, 5%-ный раствор поваренной соли, 3%-ный раствор уксусной кислоты, 2%-ный раствор уксусной + 2%-ный раствор поваренной соли, 2%-ный раствор лимонной кислоты, 20%-ный раствор этилового спирта. Соотношение площади образца к объему модельной среды применялось как 2 $см^2$: 1 $см^3$. Экспозиция – 10 суток при комнатной температуре (22 ± 2) °С.

В готовых вытяжках определяли количества химических веществ, контролируемых в полиолефинах (классических полимерах, на основе нефтесырья). Эти соединения имеют доказанное токсическое воздействие на организм человека, и их присутствие в конечном материале не исключается, так как в процессе производства биополимера могу применяться различные технологические добавки, являющиеся их источниками. Определение ацетона, метанола пропанола, изопропанола, бутанола, изобутанола, этилацетата, бутилацетата, бензола осуществлялось методом газовой хроматографии (далее – ГХ-метод) ГОСТ 34174-2017 «Упаковка. Газохроматографическое определение содержания гексана, гептана, ацетальдегида, ацетона, метилацетата, этилацетата, метанола, изопропанола, акрилонитрила, н-пропанола, бутилацетата, изобутанола, н-бутанола, бензола, толуола, этилбензола, м-, о- и п-ксилолов,

изопропилбензола, стирола, альфа-метилстирола в водных вытяжках» [2], метилметакрилата – ГХ-методом МВИ МН 6152-2019 «Методика выполнения измерений методом газовой хроматографии. Массовые концентрации метилакрилата, метилметакрилата и винилацетата в водных вытяжках», диметилтерефталата, диэтилфталата, диметилфталата, дибутилфталата, диоктилфталата – ГХ-методом МР 01.025-07 «Газохроматографическое определение диметилфталата, диметилтерефталата, диэтилфталата, дибутилфталата, бутилбензилфталата, бис(2-этилгексил)фталата и диоктилфталата в водных вытяжках из материалов различного состава» [4].

Результаты. Результаты миграции химических веществ в модельные среды представлены в таблице.

Миграция химических веществ из образца полилактидной пленки в модельные среды (мг/дм^3)

Наименование модельных сред, имитирующих свойства пищевой продукции	Контролируемые показатели		
	ацетон	изопропанол	диоктилфталат
Дистиллированная вода	н.о.[1]	н.о.	н.о.
0,3%-ный раствор молочной кислоты	н.о.	0,10 ± 0,03[1]	н.о.
3%-ный раствор молочной кислоты	н.о.	н.о.	н.о.
5%-ный раствор поваренной соли	н.о.	н.о.	н.о.
3%-ный раствор уксусной кислоты	0,075 ± 0,020	н.о.	0,16 ± 0,02
2%-ный раствор уксусной + 2%-ный раствор поваренной соли	н.о.	н.о.	н.о.
2%-ный раствор лимонной кислоты	0,1 ± 0,027	н.о.	н.о.
20%-ный раствор этилового спирта	н.о.	н.о.	н.о.

Примечание: здесь и далее [1)] не обнаружено; [2)] результат измерений представлен с учетом расширенной неопределенности.

В качестве критериев оценки уровней миграции исследуемых веществ в модельные среды использовались допустимые количества миграции (далее – ДКМ), установленные действующими техническими нормативными правовыми актами [3, 5, 7].

Проведенные исследования не выявили миграции метилметакрилата, этилацетата, бутилацетата, бензола, метанола, пропанола, изопропанола, бутанола, изобутанола, диметилтерефталата, диметилфталата, диэтилфталата, дибутилфталата в использованные модельные среды.

Миграция диоктилфталата в 3%-ный раствор уксусной кислоты не превысила ДКМ данного вещества, который составляет 2,0 мг/дм^3, а миграция ацетона в 2%-ный раствор лимонной кислоты и изопропанола в 0,3%-ный раствор составила 0,1 мг/дм^3, что является пределом ДКМ указанных веществ.

Выводы. Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что при контакте полилактидной пленки с пищевой продукцией может наблюдаться миграция ацетона, изопропилового спирта и фталатов. Качественные и количественные характеристики уровней миграции зависят от условий эксплуатации данного материала. Требуется дальнейшее проведение исследований, направленных на изучение закономерностей миграции указанных и иных химических веществ, с последующей оценкой уровней поступления с рационом.

Список литературы

1. Агабеков В., Тарасевич В. Пластиковая экспансия // Наука и инновации. – 2019. – № 11. – С. 17–22.

2. ГОСТ 34174-2017. Упаковка. Газохроматографическое определение содержания гексана, гептана, ацетальдегида, ацетона, метилацетата, этилацетата, метанола, изопропанола, акрилонитрила, н-пропанола, бутилацетата, изобутанола, н-бутанола, бензола, толуола, этилбензола, м-, о- и п-ксилолов, изопропилбензола, стирола, альфа-метилстирола в водных вытяжках. – М., 2017. – 15 с.

3. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) [Электронный ресурс] / утв. решением Комиссии таможенного союза № 299 от 28.05.2010 (глава 2, раздел 16) // Евразийская экономическая комиссия. – URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/depsanmer/sanmeri/Pages/P2_299.aspx (дата обращения: 05.04.2021).

4. МР 01.025-07. Газохроматографическое определение диметилфталата, диметилтерефталата, диэтилфталата, дибутилфталата, бутилбензилфталата, бис(2-этилгексил) фталатаидиоктилфталата в водных вытяжках из материалов различного состава: методические рекомендации. – М., 2007. – 13 с.

5. Об утверждении гигиенических нормативов: Постановление Совета Министров Республики Беларусь 25 января 2021 г. № 37. [Электронный ресурс] // Право. – URL: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037 (дата обращения: 05.04.2021).

6. Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к миграции химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами» и гигиенического норматива «Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами»: Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 дек. 2014 г. № 119 [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – URL: http:// minzdrav.gov.by/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/baza-npa.php?ELEMENT ID=23942 (дата обращения: 26.10.2020).

7. Федотова О.Б., Аман Н.Ю. Основные факторы, влияющие на качество и безопасность упаковочных материалов для молочных продуктов // Пищевая промышленность. – 2005. – № 7. – С. 16–17.

8. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food [Электронный ресурс] // EuroLex. – URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02011R0010-20200923&qid = 1607416192315 (дата обращения: 26.10.2020).

9. Determination of non-volatile components of a biodegradable food packaging material based on polyester and polylactic acid (PLA) and its migration to food simulants / M. Aznar, S. Ubeda, N. Dreolin, C. Nerín // Journal of Chromatography A. – 2019. – Vol. 1583. – P. 1–8. DOI: 10.1016/j.chroma.2018.10.055

10. Regulation (EC) No 1935/2004 of the European Parliament and of the Council of 27 October 2004 on materials and articles intended to come into contact with food and repealing Directives 80/590/EEC and 89/109/EEC [Электронный ресурс] // EuroLex. – URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX %3A32004R1935&qid=1617711352088 (дата обращения: 05.04.2021).

Вопросы гигиенической безопасности полимерных материалов пищевого назначения

Л.А. Румянцева, О.В. Ветрова, А.В. Истомин

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

Объектом исследований являются полимерные материалы, предназначенные для контакта с пищевыми продуктами, осуществлен анализ опыта многолетней работы.

Изучены закономерности миграции из полимерных материалов веществ, обусловленных рецептурой и технологией получения; в токсикологических экспериментах выявлены различные стороны биологического действия вытяжек из полимерных материалов.

В исследованиях использованы санитарно-химические, биохимические, токсикологические методы, методические подходы к изучению возможности сокращения сроков хронических экспериментов.

По результатам работ подготовлены методические документы, научно обоснованы сроки ускоренных токсикологических экспериментов, внедрены в практику новые полимерные материалы.

Ключевые слова: фторопласты, полиолефины, кремнийорганические материалы, гигиеническая безопасность, гигиеническая оценка.

В настоящее время подготовлен проект технического регламента ЕАЭС «О безопасности материалов, контактирующих с пищевой продукцией», целями принятия которого являются: защита жизни и (или) здоровья человека; предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей (потребителей); защита окружающей среды.

В состав полимерных материалов входят в том или ином количестве различные химические вещества. Большинство из этих веществ могут переходить в контактирующие с ними пищевые продукты и оказывать неблагоприятное влияние на здоровье человека. Кроме того, в процессе эксплуатации пластмасс, под воздействием солнечного света, тепла, влаги и других факторов, в них могут образовываться низкомолекулярные вещества, которые также могут быть небезразличны для организма.

В техническом регламенте говорится, что материалы не должны выделять в контактирующую с ними пищевую продукцию вещества материала в количествах, вредных для здоровья человека, при использовании в соответствии с условиями применения этих материалов.

В ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» в течение нескольких десятилетий проводились научные исследования полимерных материалов отечественного производства: фторопластов, модифицированных марок полиэтилена и полипропилена, ударопрочного полистирола, полимерных материалов группы полиолефинов, ряда кремнийорганических соединений.

Далее изложены данные из опыта многолетних исследований, отражены некоторые особенности наиболее широко используемых в настоящее время полимерных материалов пищевого назначения.

При изучении закономерностей миграции из полимерных материалов веществ, обусловленных рецептурой и технологией получения пластиков и их идентификацией, применены эмиссионный спектральный анализ, газовая и тонкослойная хроматография, ультрафиолетовая спектроскопия. Впервые были изучены особенности санитарно-химических свойств материалов при температурах от 100° до 350 °С и разработан способ получения вытяжек в условиях повышенных температур.

Широкое использование полимерных материалов в пищевой промышленности требовало разработки чувствительных методов анализа.

Накопленные материалы методического и санитарно-гигиенического характера были обобщены в виде «Инструкции по санитарно-химическому исследованию изделий, изготовленных из полимерных и других синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами» (№ 880-71), в которой сформулированы основные гигиенические требования, предъявляемые к изделиям из полимерных материалов, дана схема их санитарно-химического исследования, изложены методы определения отдельных ингредиентов, входящих в рецептуру полимерных материалов. Документ актуализирован, является действующим [3].

Впервые были разработаны допустимые количества миграции (ДКМ) в модельные среды отдельных ингредиентов, входящих в композиции пластмасс (стирола, формальдегида, фенола и др.). Разработанные нормативы внесены в ГН 2.3.3. 972-00 [1].

В глубоких комплексных исследованиях, включающих санитарно-химические и токсикологические, было изучено более 20 полимерных материалов.

Гигиеническая оценка отечественного полиэтилена высокой плотности, предназначенного для изготовления изделий, соприкасающихся с пищевыми продуктами, была отражена в диссертационной работе Д.Д. Брауна (1968).

С этот целью были проведены исследования канцерогенной активности водных и масляных вытяжек из полиэтиленовых изделий. Проведенные исследования показали, что вещества, мигрирующие из полиэтиленовых изделий в изучаемые модельные среды, не обладают стимулирующим действием в отношении возникновения, роста, развития папиллом, их последующего перерождения в рак, а также не оказывают существенного влияния на длительность жизни подопытных животных по сравнению с контрольными и другими изучаемыми показателями.

Вопрос о возможности использования полистирольных пластиков изучался в течение ряда лет. При этом в вытяжках из полистирольных изделий не были обнаружены стирол и другие органические вещества официально принятыми методами, но в токсикологическом эксперименте водная вытяжка из полистирольных изделий оказывала токсическое действие на половую функцию крыс. Поэтому был разработан более чувствительный метод определения стирола с помощью тонкослойной хроматографии. В дальнейшем проводились исследования по усовершенствованию методических приемов и подходов при исследовании изделий из полистиролов и сополимеров стирола. Систематизация наиболее чувствительных и унифицированных методов определения позволила разработать «Методические указания по санитарно-химическому исследованию изделий из полистирола и сополимеров стирола» (МУК 2.3.3.052-96). Лимитирующими показателями при оценке полистирола и сополимеров стирола были определены стирол, метилметакрилат и акрилонитрил [5].

Результаты гигиенической оценки изделий из полистирола позволили обосновать допустимые количества миграции стирола в модельные растворы; данные исследования легли в основу кандидатской диссертации И.А. Жашковой (1971) [2].

Были проведены санитарно-химические исследования изделий из ударопрочного полистирола марки ПС-СУ2. Так, изделия, изготовленные из ударопрочного полистирола марки ПС-СУ2, не выделяют стирола в вытяжки при температуре 20°. С увеличением температуры модельных растворов из изделий переходит стирол в количествах от 0,15 до 0,2 мг/л.

Длительные токсикологические исследования позволяют считать, что водные вытяжки из изучаемых изделий обладают токсический действием, вызывая в организме подопытных животных ряд функциональных и органических изменений.

Была установлена недействующая концентрация 0,01 мг/л стирола в хронических опытах на животных.

Полученные в хроническом токсикологическом эксперименте данные позволили считать концентрацию стирола 0,05 мг/л на уровне порога действия и недействующей – концентрацию стирола 0,01 мг/л. Таким образом, было обосновано допустимое количество стирола в модельных растворах.

Изучение закономерностей миграции органических веществ из полимерных материалов группы полиолефинов позволило установить, что критерием положительной оценки изделий из полиолефинов является отсутствие миграции в модельные среды растворителей (бензина, изопропилового спирта и др.) и определить схему их санитарно-химического исследования, включающую определение органолептических показателей изделий и вытяжек, полученных обработкой изделий различными модельными средами; определение в водной вытяжке окисляемых веществ различными методами, что позволяет составить представление о качестве и количестве мигрирующих веществ, исходя из особенностей технологии получения, рецептуры и сведений о его деструкции; определение в вытяжках бромирующихся веществ, остатков растворителей, формальдегида как продукта деструкции, технологических добавок.

При гигиенической оценке изделий из фторопласта было установлено, что основным лимитирующим показателем его использования является миграция в модельные среды неорганических и органических соединений фтора. Рекомендовано использовать изделия из фторопласта при температуре не выше 200 °С, перед использованием обязательно трехкратно обрабатывать изделия кипятком.

При гигиенической оценке кремнийорганических полимерных антиадгезионных покрытий для технологического оборудования пищевой промышленности, предназначенных для эксплуатации в температурном диапазоне от 90 до 350 °С, установлено, что миграция токсичных веществ подчиняется определенным закономерностям: ведущим токсичным мигрантом является формальдегид; на уровень выделения формальдегида не оказывает существенного влияния выбор модельной среды, дистиллированная вода эффективно выполняет роль сорбента, что существенно сокращает сроки и стоимость исследований; определяющее влияние на уровень миграции формальдегида оказывают вспомогательные компоненты рецептуры (термостабилизаторы, катализаторы, наполнители); миграция формальдегида из покрытий носит интермиттирующий характер, что является основанием для определения срока санитарно-химических исследований – не менее месяца.

В работе Л.А. Румянцевой [7] доказана целесообразность использования животных раннего периода онтогенеза в качестве высокочувствительной биологической модели. Экспериментальная биологическая модель «мать – плод – новорожденный» является высокочувствительной при токсиколого-гигиенической оценке кремнийорганических полимерных покрытий, позволяет выявить функциональные

сдвиги в организме в более ранние сроки, обоснованно сократить срок биологического эксперимента до трех месяцев. Опробованная модель рекомендована к применению при изучении токсичности других групп полимерных материалов (полиолефинов, фенол-формальдегидных).

В качестве критериев неблагоприятного действия на организм покрытий при гигиенической регламентации кремнийорганических полимерных покрытий было предложено учитывать изменения показателей, отражающих физиологическое состояние ЦНС, биохимический статус печени, амилазную функцию поджелудочной железы.

Доказана зависимость миграции токсичных химических веществ из кремнийорганических покрытий от ингредиентного состава композиции, взаимосвязь уровня миграции с изменением биохимических показателей у животных, характеризующих: окислительно-восстановительные процессы (ингибирование цитохромоксидазы – на 17,5 %, аскорбиновой кислоты – на 32 %), функциональное состояние печени (повышение гистидазы в крови на 246 %), функциональное состояние поджелудочной железы (ингибирование α-амилазы на 65,9 %), функциональное состояние ЦНС (увеличение СПП на 68 %).

Для осуществления лабораторного контроля были разработаны «Методические указания по гигиенической оценке кремнийорганических и фторорганических покрытий, предназначенных для использования в пищевой промышленности при температуре выше 100 °С» (№ 3043-84) [4].

Использование комплекса мероприятий по оптимизации гигиенической оценки материалов пищевого назначения дало возможность управления их качеством, путем разработки рекомендаций по коррекции рецептур. Система показателей, заложенных в технической документации на продукцию, является значимым механизмом управления процессом производства, а, соответственно и выпуском на рынок качественной и безопасной продукции.

При экспериментальных токсикологических исследованиях по изучению различных полимерных материалов выявлены отдаленные и специфические эффекты (эмбриотоксический, тератогенный, мутагенный, канцерогенный), послужившие основанием для разработки схемы токсикологических исследований материалов, контактирующих с пищевыми продуктами.

Результаты исследований позволили обосновать возможность применения в контакте с пищевыми продуктами и внедрить в практику более 70 наименований различных новых материалов, предназначенных для изготовления деталей, машин и оборудования пищевой промышленности, кухонной и столовой посуды, пищевой тары и упаковки. Все они были внесены в РТМ 27-72-15-82 «Перечень материалов, разрешенных для применения в контакте с пищевыми продуктами и средами, утвержденный Минздравом и Госкомсанэпиднадзора Российской Федерации (с дополнениями)» [6].

Список литературы

1. ГН 2.3.3.972-00 Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. – 57 с.

2. Жашкова И.А. Гигиеническая оценка изделий из полистирола ударопрочного марки ПС-СУ2, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами, и обоснование допустимых количеств миграции стирола из изделий в модельные растворы: дис. … канд. мед. наук. – М., 1971.

3. Инструкция по санитарно-химическому исследованию изделий, изготовленных из полимерных и других синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами [Электронный ресурс] / утв. заместителем главного санитарного врача СССР Д.Н. Лоранским 2 февраля 1971 г. № 880-71 // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200045682 (дата обращения: 03.04.2021).

4. МУ 3043-84. Методические указания по гигиенической оценке кремнийорганических и фторорганических покрытий, предназначенных для использования в пищевой промышленности при температуре выше 100 °С [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902080606 (дата обращения: 03.04.2021).

5. МУК 2.3.3.052-96. Методические указания по санитарно-химическому исследованию изделий из полистирола и сополимеров стирола. – М., 1996. – 33 с.

6. РТМ 27-72-15-82. Перечень материалов, разрешенных для применения в контакте с пищевыми продуктами и средами, утвержденный Минздравом и Госкомсанэпиднадзора Российской Федерации (с дополнениями) [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200068428 (дата обращения: 03.04.2021).

7. Румянцева Л.А. Экспериментально-аналитические основы решения гигиенических проблем безопасного питания: дис. … д-ра биол. наук. – М., 1999. – 258 с.

Использование метода кластеризации для оценки структуры потребления пищевой продукции в целях оценки риска, ассоциированного с остаточными количествами антибиотиков

В.Г. Сперанская, Е.В. Федоренко

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

Оценка экспозиции является неотъемлемым элементом оценки риска, ассоциированного с остаточными количествами антибиотиков в пищевой продукции. Для расчета экспозиции проводится количественная оценка поступления остатков антибактериальных препаратов с рационом – как среди населения в целом, так и у чувствительных групп (например детского населения). Для исследования потребления пищевой продукции используются различные методы. Обработка данных по потреблению пищевой продукции может проводиться с использованием метода кластерного анализа, одним из преимуществ которого является возможность выделения типологически однородных групп потребителей со сходными рационами. Расчет статистических показателей для однородных групп (медиана, максимум, 95-й процентиль) позволяет определить наиболее реалистичную модель потребления пище-

вой продукции, содержащей остаточные количества антибиотиков, что дает возможность для оценки экспозиции и количественного риска.

Ключевые слова: потребление, молочные продукты, мясные продукты, метод кластеризации.

Для изучения питания населения в зависимости от целей и задач могут использоваться различные методы. Социально-экономические методы дают представление об уровне потребления пищевых продуктов населением определенного региона (балансовый, бюджетный, обследования домашних хозяйств). Полученная информация используется для сравнения потребления в различных группах населения, среди территориальных единиц, для расчета динамики в популяции и позволяет рассчитать ориентировочную (теоретическую) экспозицию остаточных количеств антибиотиков [3, 6, 7].

Социально-гигиенические методы (24-часового воспроизведения питания, анализа частоты потребления пищевых продуктов, пищевого анамнеза) позволяют получить детальную информацию по потреблению, определить «высоких» и «низких» потребителей и провести моделирование экспозиции остаточных количеств антибиотиков для категорий людей с различным уровнем потребления пищевых продуктов [3, 6, 7].

Цель работы – применить метод кластерного анализа для оценки структуры потребления пищевой продукции для выявления риска, ассоциированного с остаточными количествами антибиотиков, разработать рабочий алгоритм.

Материалы и методы. Для оценки структуры потребления пищевой продукции, потенциально содержащей остаточные количества антибиотиков, был применен метод кластеризации [1, 2, 4, 5]. Данные для проведения оценки получены на основании исследования фактического питания методом анализа частоты потребления пищевых продуктов. Оценивалось потребление молочной и мясной продукции, потенциально содержащей остаточные количества контаминантов, было обработано 583 анкеты респондентов.

Для проведения статистической обработки данных исследований потребления пищевой продукции предложен рабочий алгоритм, включающий: определение выскакивающих величин выборки на основании критерия Граббса, квартильных расстояний; определение характера распределения выборки, определение типологически однородных групп потребления пищевых продуктов с помощью процедуры кластерного анализа и метода *K*-средних, оценка качества результатов классификации с помощью метода скорректированного R^2, определение статистических показателей для однородных групп (медиана, максимум, 95-й процентиль) [1–3, 4, 5]. Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета Statistica 10.0.

Результаты. При проведении статистического анализа полученных данных потребления молока и молочных продуктов, мяса и мясных продуктов установлено, что распределение результатов выборки характеризуется как отличное от нормального, что подтверждается *W*-критерием Шапиро – Уилка, который равен 0,92 и 0,91 соответственно для потребления молочной и мясной продукции. Медиана суточного потребления молочных продуктов составила 172,3 г/сут, мясных – 141,4 г/сут.

Проведение кластеризации на основании двух признаков (потребления мясной и молочной продукции) с применением метода иерархической классификации

и построением древовидной диаграммы показало наличие от 5 до 9 возможных кластеров потребления (рисунок).

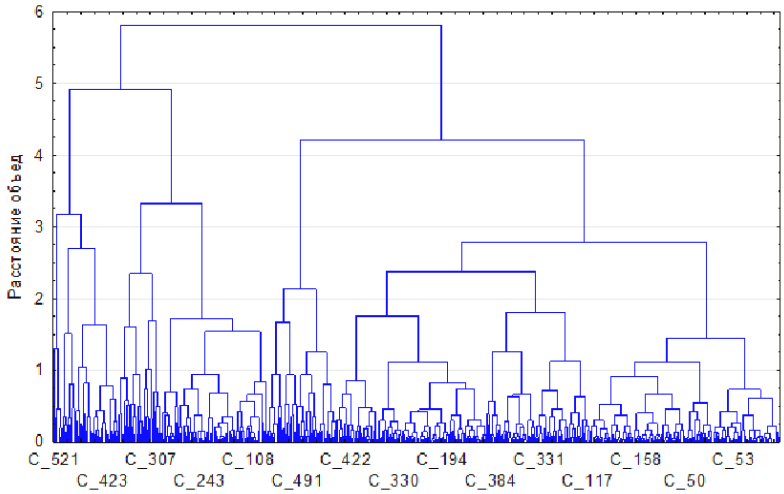


Рис. Дендрограмма для выборки, состоящей из 523 наблюдений, метод полной связи, Евклидово расстояние

В целях определения точного количества кластеров и учитывая большой объем выборки (n = 523), для построения однородных групп потребления молочной и мясной продукции был применен метод K-средних. В результате проведения оценки качества классификации с помощью метода скорректированного R^2 установлено, что оптимальным количеством для проведения дальнейшего анализа выборки является шесть кластеров, где R^2 = 0,53 (табл. 1).

Таблица 1

Оценка качества кластеризации с помощью метода R^2

Число предполагаемых кластеров	Значение R^2
5	0,24
6	0,53
7	0,21
8	0,19
9	0,22

При проведении статистического анализа потребления мясной и молочной продукции по шести однородным группам установлены медианы потребления для «высоких», «низких» и «умеренных» потребителей обоих видов продукции (табл. 2).

Таблица 2

Потребление молочной и мясной продукции в шести группах

Номер кластера	1	2	3	4	5	6
Количество анкет	94	55	104	88	42	140
Медианы потребления в кластерах, г/сут						
Молочная продукция	115,9	337,8	192,4	384,3	157,4	66,9
Мясная продукция	240,4	417,7	91,7	120,8	462,7	75,2

Во втором кластере (55 анкет) выявлено одновременно высокое потребление как мясной, так и молочной продукции, медиана составила 417,7 и 337,8 г/сут для мяса и молока соответственно.

В шестом кластере (140 анкет) установлено низкое потребление обоих видов продуктов (66,9 и 75,2 г/сут соответственно для молочной и мясной продукции).

Умеренное потребление с преобладанием мясной пищи установлено в первом кластере (94 анкеты), с преобладанием молочной – в третьем кластере (104 анкеты); медианы потребления молочной и мясной продукции в первом кластере составили 115,9 и 240,4 г/сут, в третьем – 192,4 и 91,7 г/сут соответственно.

Повышенное потребление молочной продукции по отношению к мясной обнаружено в четвертом кластере (88 анкет), где медианное значение потребления молока равно 384,3 г/сут, что в три раза выше потребления мясной продукции в этой группе.

В пятом кластере (42 анкеты) выявлено повышенное потребление мяса по отношению к молочной продукции, медианное значение равно 462,7 г/сут, что в 2,9 раза выше потребления молока.

Соответственно, наиболее реалистичные модели потребления молочной и мясной продукции, которые могут быть использованы для расчета экспозиции и оценки риска, ассоциированного с остаточными количествами антибиотиков, представлены в первом и третьем кластере.

Выводы. Таким образом, исследование потребления пищевой продукции в целях оценки риска, ассоциированного с остаточными количествами антибиотиков, является одним из основных этапов для оценки экспозиции, а использование метода кластеризации позволяет определить потенциальные группы риска и в дальнейшем провести моделирование экспозиции остаточных количеств антибиотиков для категорий с различным уровнем потребления пищевых продуктов.

Список литературы

1. Мовсисян В.К. Выявление типологических групп потребительского поведения домашних хозяйств // Экономика, статистика, информатика (Ереван). – 2007. – № 1. – С. 49–52.

2. Мхитарян В.С., Мовсисян В.К. Анализ типов потребительского поведения и распределения населения Республики Армения по среднедушевым доходам // Экономика, статистика, информатика (Ереван). – 2006. – № 2. – С. 39–45.

3. Food data collection in household consumption and expenditure surveys [Электронный ресурс] // Food and Agriculture Organization. – URL: www.fao.org (дата обращения: 19.03.2020).

4. Stability-based validation of dietary patterns obtained by cluster analysis / N. Sauvageot, A. Schritz, S. Leite, A. Alkerwi [et al.] // Nutrition Journal. – 2017. – Vol. 16. – P. 4. DOI: 10.1186/s12937-017-0226-9

5. Comparative Strategies for Using Cluster Analysis to Assess Dietary Patterns [Электронный ресурс] / R.L. Bailey, M.D. Gutschall, D.C. Mitchell, C.K. Miller [et al.] // Electronic Theses and Dissertations for Graduate School. – URL: https://etda.libraries.psu.edu/files/final_submissions/5200 (дата обращения: 14.01.2021).

6. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food, Chapter 6. Dietary exposure assessment of chemicals in food [Электронный ресурс] // World Health Organization and Food and Agriculture Organization. – URL: http://www.who.int/foodsafety/publications/chemical-food/en (дата обращения: 19.03.2020).

7. Joint FAO/WHO Expert Meeting on Dietary Exposure Assessment Methodologies for Residues of Veterinary Drugs. Final Report [Электронный ресурс] // World Health Organization and Food and Agriculture Organization. – URL: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/jecfa/Dietary_Exposure_Assessment_Methodologies_for_Residues_of_Veterinary_Drugs.pdf (дата обращения: 04.03.2021).

Изучение содержания нитратов в овощах для оценки риска здоровью населения

Р.В. Бузинов[1,2], Т.Н. Унгуряну[1,2], К.В. Крутская[3], К.В. Цветкова[2], Ю.И. Рякова[2], К.С. Симановская[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Архангельской области,
[2]ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»,
[3]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области» Роспотребнадзора,
г. Архангельск, Россия

Изучено содержание нитратов в овощеводческой продукции, потребляемой населением Архангельской области.

Для оценки содержания нитратов в овощах использована база данных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области» за 2008–2018 гг. Концентрации нитратов проанализированы в 11 группах овощной продукции: кабачки, капуста белокочанная (поздняя и ранняя), картофель, листовые овощи, лук перо (открытый и защищенный грунт), лук репчатый, морковь (поздняя и ранняя), огурцы (открытый и защищенный грунт), перец сладкий (открытый и защищенный грунт), свекла, томаты (открытый и защищенный грунт). Всего было проанализировано 4058 проб. Для описания содержания нитратов использованы медиана (*Me*), 95 % доверительный интервал для *Me* и 90-й процентиль (P_{90}). Для сравнения концентраций нитратов в овощах в зависимости от места производства использовался критерий Краскела – Уоллиса.

На уровне медианной концентрации и P_{90} наибольшее содержание нитратов определено в свекле (338 и 1306 мг/кг соответственно), кабачках (319 и 1144 мг/кг соответственно), капусте белокочанной ранней (206 и 705 мг/кг соответственно) и капусте белокочанной поздней (179 и 440 мг/кг соответственно). На уровне медианных значений нитратов не установлено превышение предельно допустимых концентраций (ПДК). На уровне P_{90} выявлено превышение ПДК в кабачках в 2,9 раза и огурцах, выращенных в открытом грунте, – в 1,9 раза. Содержание нитратов в кабачках и картофеле, выращенных на территории Архангельской области, оказалось в 1,5–2,6 раза ниже, чем в овощах, выращенных в других регионах России, странах СНГ и дальнего зарубежья (p = 0,001–0,047). Полученные результаты показали необходимость проведения постоянного мониторинга безопасности овощеводческой продукции, доведения до населения рекомендаций по приготовлению овощей для снижения содержания в них нитратов и усиления контроля при применении минеральных удобрений.

Ключевые слова: овощи, нитраты, мониторинг, безопасность пищевых продуктов.

Нитраты являются естественным компонентом пищевых продуктов растительного происхождения и одним из контролируемых показателей качества и безопасности плодоовощной продукции [3]. Накопление нитратов в овощах зависит от климатических особенностей региона, интенсивности освещения, температуры, влажности, качества почвы, производственных процессов, связанных с выращиванием овощей и условиями транспортировки овощеводческой продукции [7]. При выращивании растений несвоевременное или чрезмерное внесение азотсодержащих удобрений в почву является одной из наиболее важных причин превышения гигиенических нормативов содержания нитратов в овощах. Кроме того, использование гербицидов может способствовать накоплению нитратов за счет нарушения обмена веществ в растениях [6].

В организм человека нитраты в основном поступают алиментарным путем при потреблении овощеводческой продукции (до 75 %), воды (до 20 %), мясных продуктов (до 5 %) [3, 5, 7]. Европейское агентство по безопасности пищевой продукции установило допустимое суточное потребление нитратов для взрослого человека на уровне 3,7 мг на 1 кг массы тела, что эквивалентно потреблению 222 мг для взрослого весом 60 кг в сутки [8].

Поступление нитратов в организм человека в больших количествах приводит к их восстановлению до нитритов, которые вызывают образование метгемоглобина, нарушение транспортной функции крови, угнетение процессов тканевого дыхания и нервной системы [3]. Нитраты могут привести к интоксикации организма в результате развития патогенной микрофлоры. Низкие уровни воздействия нитратов вызывают изменения в морфологической структуре печени и селезенки [5]. Кроме этого, снижение витаминов в пище, входящих в состав разных ферментов, и нарушение обмена веществ в результате стимуляции действия гормонов может быть вызвано воздействием нитратов [5].

Целью исследования было изучение содержание нитратов в овощеводческой продукции, потребляемой населением Архангельской области.

Материалы и методы. Для изучения содержания нитратов в овощах использована база данных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области» за 2008–2018 гг. Концентрации нитратов проанализированы в 11 группах овощной продукции: кабачки, капуста белокочанная (поздняя и ранняя), картофель, листовые овощи, лук перо (открытый и защищенный грунт), лук репчатый, морковь (поздняя и ранняя), огурцы (открытый и защищенный грунт), перец сладкий (открытый и защищенный грунт), свекла, томаты (открытый и защищенный грунт). Всего было проанализировано 4058 проб овощей, отобранных в торговых сетях, расположенных на территории Архангельской области, из них 2385 проб овощей, выращенных на территории Архангельской области, 1133 проб – из других регионов России и 540 проб овощей, импортированных из стран СНГ и дальнего зарубежья.

В связи с тем что распределение концентраций нитратов статистически значимо отличалось от нормального, для их представления использованы медиана (*Me*), 95 % доверительный интервал для *Me*, 90-й процентиль (P_{90}) и максимальное значение (*Max*). Для сравнения концентраций нитратов в овощах в зависимости от места производства использовался критерий Краскела – Уоллиса, для попарных сравнений – критерий Манна – Уитни. Критический уровень статистической значимости принимался равным 0,05. Анализ данных проводился с помощью программного обеспечения SPSS 26.0 для Windows.

Результаты. На уровне медианной концентрации и P_{90} наибольшее содержание нитратов определено в свекле (338 и 1306 мг/кг соответственно), кабачках (319 и 1144 мг/кг соответственно), капусте белокочанной ранней (206 и 705 мг/кг соответственно) и капусте белокочанной поздней (179 и 440 мг/кг соответственно) (табл. 1). При анализе концентраций нитратов в овощной продукции на уровне медианных значений их содержания не установлено превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) (табл. 1). При оценке содержания нитратов в овощах на уровне P_{90} выявлено превышение ПДК в кабачках в 2,9 раза и огурцах, выращенных в открытом грунте, – в 1,9 раза. Максимальные концентрации нитратов во всех исследованных видах овощей, за исключением лука (перо) и моркови ранней, превышали ПДК.

Таблица 1

Содержание нитратов в овощах (мг/кг) по данным социально-гигиенического мониторинга, все регионы, 2008–2018 гг.

Вид продукции	N	*Me*	95 % ДИ	P_{90}	*Max*	ПДК
Кабачки	51	319	259–516	1144	1525	400
Капуста белокочанная поздняя	358	179	150–192	440	1283	500
Капуста белокочанная ранняя	127	206	145–270	705	1634	900
Картофель	1256	72	67–81	206	8189	250
Листовые овощи	55	291	183–438	1407	4600	2000
Лук перо	20	57	33–124	380	586	600
Лук перо (защищенный грунт)	24	55	33–91	401	1772	800
Лук репчатый	344	33	30–36	70	3340	80
Морковь поздняя	660	65	57–72	201	2362	250
Морковь ранняя	100	71	60–80	193	291	400
Огурцы	126	104	81–144	291	819	150
Огурцы (защищенный грунт)	104	100	72–151	357	962	400
Перец сладкий	36	35	0–67	158	277	200
Перец сладкий (защищенный грунт)	5	78	14–399	399	399	400
Свекла	610	338	298–405	1306	5968	1400
Томаты	137	32	17–36	133	541	150
Томаты (защищенный грунт)	45	45	34–73	183	377	300

Анализ содержания нитратов в овощной продукции в зависимости от места производства показал, что на уровне P_{90} концентрации нитратов в кабачках, выращенных на территории Архангельской области (631 мг/кг), в других регионах России (858 мг/кг), странах СНГ и дальнего зарубежья (1525 мг/кг), превышали ПДК в 1,6; 2,1 и 3,8 раза соответственно. Содержание нитратов в листовых овощах на уровне P_{90} превышало ПДК только в продукции, выращенной в других регионах России (4600 мг/кг), в 2,3 раза. Концентрации нитратов в огурцах (открытый грунт) на уровне P_{90}, выращенных на территории Архангельской области (263 мг/кг), в других регионах России (366 мг/кг), странах СНГ и дальнего зарубежья (227 мг/кг), превышали ПДК в 1,7; 2,4 и 1,5 раза соответственно. Содержание нитратов в свекле на уровне P_{90} превышало ПДК в продукции, выращенной в других регионах России (1432 мг/кг) – на 2,2 %, в странах СНГ и дальнего зарубежья (1608 мг/кг) – в 1,14 раза.

При сравнении содержания нитратов в овощной продукции в зависимости от места производства (табл. 2) установлены статистически значимые различия между медианными концентрациями нитратов в кабачках ($p = 0{,}001$), капусте белокочанной ранней ($p = 0{,}041$) и картофеле ($p = 0{,}047$). Попарные сравнения показали, что содержание нитратов в кабачках, выращенных в других регионах России и в странах СНГ и дальнего зарубежья, в 2,1 ($p = 0{,}002$) и 2,6 ($p = 0{,}003$) раза соответственно превышало содержание нитратов в кабачках, выращенных на территории Архангельской области. Медианная концентрация нитратов в капусте белокочанной ранней, выращенной в других регионах страны была в 2,7 раза выше ($p = 0{,}019$) по сравнению с концентрацией нитратов в данном виде овощной продукции, привезенной из стран СНГ и дальнего зарубежья. Содержание нитратов в картофеле, выращенном на территории Архангельской области, оказалось в 1,5 раза ниже, чем в картофеле из стран СНГ и дальнего зарубежья ($p = 0{,}018$). Концентрация нитратов в листовых овощах, выращенных на территории Архангельской области, была 2,3 раза выше ($p = 0{,}024$) по сравнению с данным видом овощной продукции из стран СНГ и дальнего зарубежья.

Таблица 2

Средние концентрации нитратов (медиана, мг/кг) в овощах в зависимости от места производства, 2008–2018 гг.

Овощи	Архангельская область	Другие регионы России	Страны СНГ и дальнего зарубежья	*P**
Кабачки	220	455	578	0,001
Капуста белокочанная поздняя	164	192	175	0,577
Капуста белокочанная ранняя	175	277	102	0,041
Картофель	70	78	103	0,047
Листовые овощи	366	638	158	0,065
Лук репчатый	32	34	34	0,421
Морковь поздняя	69	53	60	0,382
Морковь ранняя	65	80	63	0,418
Огурцы	82	116	107	0,441
Огурцы (защищенный грунт)	85	144	70	0,229
Свекла	316	355	643	0,380
Томаты	36	36	5	0,167
Томаты (защищенный грунт)	32	40	73	0,608

Примечание: * – по тесту Краскела – Уоллиса.

Исследование содержания нитратов в плодоовощной продукции, проведенное в Республике Татарстан, показало, что в 13 из 428 образцов, которые включали в себя морковь, капусту белокочанную и лук репчатый, было обнаружено превышение ПДК. При этом превышение уровня ПДК в 12 образцах было не больше 25 %. Только в одном образце капусты белокочанной поздней (1071 мкг/кг) выявлено значительное превышение ПДК [1]. В Приморском районе за период с 2013 по 2017 г. было выявлено превышение ПДК в таких продуктах, как листовые овощи, свекла, лук репчатый и огурцы (до 2 ПДК), капуста белокочанная (до 2,5 ПДК), морковь (до 3 ПДК) [7]. Исследования, выполненные в Оренбургской области и в г. Подольске Московской области, не выявили превышения содержания нитратов в плодоовощной продукции [2, 4].

Анализ содержания нитратов в овощеводческой продукции, выращенной на территории Республики Казахстан, показал отсутствие превышения гигиенических нормативов по содержанию нитратов, однако не все овощи одинаково накапливали нитраты. Наибольшее содержание нитратов было обнаружено в картофеле, капусте, помидорах. Установлено, что нитраты накапливаются в кочерыжке капусты, в сердцевине моркови, в кожуре огурцов и картофеля [5].

При проведении сравнительного исследования на содержание нитратов в России и Монголии были отобраны пробы овощей и фруктов, приобретенные в розничных сетях двух городов – Санкт-Петербурге и Улан-Баторе. Отобранные для исследования пробы включали как местную плодоовощную продукцию, так и импортируемую из Эквадора и Китая. Было обнаружено превышение ПДК по содержанию нитратов в мандаринах в 1,5 раза и в хурме в 1,6 раза, привезенных из Китая [9]. Исследования, выполненных в городах Ирана, не выявили превышения гигиенических нормативов по содержанию нитратов в свежих и обработанных овощах [10, 12]. Однако исследование, проведенное в Бангладеш, установило повышенные концентрации нитратов в редисе, цветной капусте, картофеле и баклажанах [11].

Показано, что механическая и термическая обработка овощеводческой продукции, включающая очистку, вымачивание, варку, бланширование, консервирование, соление и квашение, снижает содержание нитратов в овощах. Вместе с тем даже малые дозы нитратов при длительной экспозиция могут быть существенным фактором риска здоровью населения.

Таким образом, настоящее исследование показало, что наибольшее содержание нитратов накапливается в свекле, кабачках и капусте. Овощеводческая продукция, потребляемая населением Архангельской области, характеризуется высоким содержанием нитратов в кабачках и огурцах, выращенных в открытом грунте. Полученные результаты показали необходимость проведения постоянного мониторинга безопасности овощеводческой продукции, доведения до населения рекомендаций по приготовлению овощей для снижения содержания в них нитратов и усиление контроля при применении минеральных удобрений.

Список литературы

1. Анализ мониторинга содержания нитратов в овощах Республики Татарстан / Е.В. Сысоева, М.М. Каримов, Г.Д. Кравцова [и др.] // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 22. – С. 176–178.

2. Гигиеническая оценка содержания химических контаминантов в продуктах питания и оценка риска воздействия пищевых продуктов на здоровье населения Оренбургской области / Л.М. Тулина, Н.Е. Вяльцина, Т.М. Макарова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 49–56.

3. Крохалев С.И., Черепанов П.В. Содержание нитратов в растительных продуктах питания и их влияние на здоровье человека // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. – 2016. – № 3 (24). – С. 27–36.

4. Оценка содержания нитрат-иона в овощах и фруктах, реализуемых на территории г. Подольска (Московская область) / О.И. Байкова, О.Г. Радугина, Д.Б. Петренко [и др.] // Географическая среда и живые системы. – 2019. – № 4. – С. 120–128.

5. Оценка содержания нитратов в овощах ЮКО (г. Шымкент) / Г.Э. Орымбетова, Г.Д. Шамбулова, Э.М. Орымбетов [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 150–155.

6. Применение прямой ионометрии для определения содержания нитратов в овощах и соках для детского питания / Н.С. Чернова, В.И. Неделькин, Б.А. Зачернюк [и др.] // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: материалы XXVI Международной научно-практической конференции. – М., 2015. – С. 37–41.

7. Сабирова К.М., Кику П.Ф., Кислицына Л.В. Оценка риска здоровью населения Приморского края, детерминированного контаминацией нитратами плодоовощной продукции местного производства // Дальневосточный медицинский журнал. – 2019. – № 1. – С. 75–79.

8. FAO/WHO. Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). – Geneva: WHO Food Additive series World Health Organization, 2003. – 97 p.

9. Nitrate content in vegetables and fruits in Russia and Mongolia / Yu. Smyatskay, I. Pankina, L. Kulikova [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 161. – P. 0106. DOI: 10.1051/e3sconf/202016101066

10. Nowrouz P., Taghipour H., Dastgiri S. [et al.]. Nitrate determination of vegetables in Varzeghan City, North-western Iran // Health Promot Perspect. – 2012. – № 2 (2). – P. 244–250. DOI: 10.5681/hpp.2012.030

11. Study of nitrate levels in fruits and vegetables to assess the potential health risks in Bangladesh / R. Uddin, M.U. Thakur, M.Z. Uddin [et al.] // Sci Rep. – 2021. – № 11 (1). – P. 4704. DOI: 10.1038/s41598-021-84032-z

12. The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks / H. Salehzadeh, A. Maleki, R. Rezaee [et al.] // PLoS One. – 2020. – № 15 (1). – P. e0227551. DOI: 10.1371/journal.pone.0227551

13. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции / утв. решением комиссии таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. – 242 с.

Методические подходы к выбору приоритетных пищевых продуктов для дальнейшего выявления потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ

Д.В. Суворов, С.Е. Зеленкин

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

В Европейском союзе на протяжении нескольких лет рассматривался вопрос о проведении оценки риска для веществ, которые определяются при исследовании пищевой продукции, не имеющих гигиенических нормативов, но при этом они могут быть потенциально опасными. Для Российской Федерации данный вопрос также является актуальным, поскольку многие химические вещества способны мигрировать в пищевой продукт на различных этапах производства, упаковки и транспортировки пищевых продуктов.

Целью исследования явилась разработка методических подходов к выбору пищевого продукта для дальнейшего исследования в нем наличия потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ. Для достижения поставленной цели был применен метод изучения и критического анализа отечественной и зарубежной нормативной базы, а также релевантных научных источников в отношении методических подходов к изучению вопросов выбора пищевых продуктов и методах определения непреднамеренно присутствующих химических примесей в пищевых продуктах. В связи с отсутствием единых требований к выбору приоритетных пищевых продуктов для определения потенциально опасных химических веществ как в России, так и в Европейском союзе предложен алгоритм выбора пищевого продукта для идентификации в нем непреднамеренно присутствующих химических веществ, установлены критерии адекватности выбора пищевых продуктов. В соответствии с предложенными критериями выбора приоритетной группой продуктов явилось молоко и молочные продукты в пересчете на молоко. После применения критериев для установления приоритетного пищевого продукта внутри группы было определено молоко цельное питьевое как приоритетный пищевой продукт для дальнейшего выявления и оценки потенциальной опасности непреднамеренно присутствующих химических веществ.

Ключевые слова: методические подходы, пищевые продукты, группа пищевых продуктов.

В Европейском союзе на протяжении нескольких лет рассматривался вопрос о проведении оценки риска для веществ, которые определяются при исследовании пищевой продукции, не имеющих гигиенических нормативов, но при этом они могут быть потенциально опасными [2, 3, 5, 12]. Данные вещества принято называть непреднамеренными потенциально опасными химическими веществами в пищевой продукции. Для Российской Федерации данный вопрос также является актуальным, поскольку многие химические вещества способны мигрировать в пищевой продукт на различных этапах производства, упаковки и транспортировки пищевых продуктов [1, 4, 6]. Однако из-за большого количества пищевых продуктов проведение исследования всей существующей продукции на наличие потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических контаминантов является дорогостоящей и трудозатратной процедурой. В связи с этим необходимо разработать методические подходы к выбору пищевого продукта для дальнейшего исследования на наличие в нем потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ.

Цель исследования – разработка методических подходов к выбору пищевого продукта для дальнейшего исследования на наличие в нем потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели был применен метод изучения и критического анализа отечественной и зарубежной нормативной базы, а также релевантных научных источников в отношении методических подходов к изучению вопросов выбора пищевых продуктов и методах определения непреднамеренно присутствующих химических примесей в пищевых продуктах.

Опробование методических подходов выполнялось с использованием следующих методов: выбор пищевого продукта, промышленного производства, использование данных официальной статистики.

Оценка объема потребления производится по формуле

$$p = \sum n / R,$$

где p – оценочный балл; $\sum n$ – общее число видов продуктов, вошедшие в оценку; R – № ранга по объему потребления отдельного вида продукта.

Результаты. В связи с отсутствием единых требований к выбору приоритетных пищевых продуктов для определения потенциально опасных химических веществ как в России, так и в Европейском союзе предложен следующий алгоритм выбора пищевого продукта для идентификации в нем непреднамеренно присутствующих химических веществ:

– необходимо оценить объем потребления продукта в разрезе страны и / или крупных территорий, а также доли потребителей этого вида продукции в общем количестве потребителей всех анализируемых групп пищевой продукции;

– оценить характер санитарных условий предприятий производства и переработки пищи по частоте выявления недопустимых уровней содержания химических веществ в конкретных группах пищевой продукции, изготавливаемых или перерабатываемых на этом предприятии.

С целью адекватности выбора приоритетных пищевых продуктов важно соблюдать некоторые положения, такие как:

– для каждого вида продукции должны быть определены объемы потребления на человека в год;

– единицы измерения количества продукции и объемов потребления должны совпадать;

– наличие данных о числе нестандартных проб содержания химических веществ в пищевой продукции.

Для формирования общей оценки по предложенному алгоритму выбора пищевого продукта предлагается присвоить для каждого критерия баллы. Следовательно, оценка предложенных критериев представлена в табл. 1.

Таблица 1

Оценка выбора группы пищевой продукции для последующей идентификации непреднамеренно присутствующих химических контаминантов

Критерий № 1	кг в год	Балл	Критерий № 2	%	Балл
Объем потребления групп пищевых продуктов	От 0 до 25	1	Частота санитарных нарушений (доля нестандартных проб) в отношении выбираемой группы пищевых продуктов (в среднем за пять лет)	От 0 до 25	1
	От 26 до 50	2		От 26 до 50	2
	От 51 до 75	3		От 51 до 75	3
	От 76 и более	4		От 76 до 100	4

На основании суммации баллов по наибольшему значению выбирается приоритетная группа пищевой продукции.

Так, для Российской Федерации по данным официальной статистики [13] по предложенному алгоритму были оценены основные группы пищевых продуктов. В качестве приоритетной группы пищевой продукции явилось молоко и молочные продукты в пересчете на молоко (с общей суммой баллов 8,0), мясо и мясопродукты (с общей суммой баллов 6,0), хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупа и бобовые) и овощи и продовольственные бахчевые культуры (с общей суммой баллов 5,0 для каждой группы) (табл. 2) [7–11].

Таким образом, приоритетной группой пищевых продуктов по результатам выбора установлена группа «Молоко и молочные продукты».

Следует отметить, что группа «Молоко и молочные продукты» включает в себя достаточно большое количество видов пищевых продуктов. С целью мини-

мизации затрат на исследования, а также адекватного анализа целесообразно провести выбор пищевого продукта внутри группы.

Таблица 2

Выбор приоритетной группы пищевой продукции по критериям их выбора

Группа пищевых продуктов	Объем потребления на 2019 г.	Оценочный балл	Доли нестандартных проб в среднем за пять лет, %	Оценочный балл	Суммарный балл
Молоко и молочные продукты в пересчете на молоко	234	4	87,5	4	8,0
Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупа и бобовые)	116,0	4	2,0	1	5,0
Овощи и продовольственные бахчевые культуры	108,0	4	9,0	1	5,0
Картофель	89,0	3	н/д	0	3,0
Мясо и мясопродукты в пересчете на мясо	76,0	4	30,0	2	6,0
Фрукты и ягоды	62,0	3	н/д	0	3,0
Сахар	39,0	2	н/д	0	3,0
Рыба и рыбопродукты в живом весе (весе сырца)	20,2	1	63,5	3	4,0

Выбор вида пищевого продукта для исследования также предлагается проводить с учетом критериев выбора. В качестве критериев предлагается использовать три дополнительных оценочных критерия выбора:

– фактический объем потребления пищевых продуктов внутри приоритетной группы продуктов в разрезе страны и / или крупных территорий, а также доли потребителей этого вида продукции в общем количестве потребителей всех анализируемых групп пищевой продукции;

– частота потребления продуктов питания внутри приоритетной группы продуктов потребителями;

– готовности к употреблению.

Так, если пищевой продукт готов к употреблению (не требует кулинарной обработки), то для него предлагается установить 3 балла; если продукт требует дополнительной кулинарной обработки в домашних условиях (по типу разогрев, например, для полуфабрикатов) – 2 балла; если продукт требует существенной подготовки и полной кулинарной обработки (сырые продукты), то для него устанавливается 1 балл.

Апробация метода выбора пищевого продукта внутри приоритетной группы пищевых продуктов, характерных для России, с учетом данных официальной статистики [13]) представлена в табл. 3.

В результате применения предложенных критериев выбора пищевого продукта внутри приоритетной группы пищевых продуктов было установлено, что первенствующим продуктом явилось молоко цельное (суммарный балл 13,0).

Таблица 3

Результаты применения критериев для выбора вида молочной продукции с целью идентификации непреднамеренно присутствующих химических контаминантов

Вид пищевой продукции	Объем потребления	Балл	Частота потребления	Балл	Готовность к употреблению, балл	Суммарный балл
Молоко цельное	57,3	5	73,8	5,0	3	13
Творог, сырковая масса	11,5	1,7	43,0	1,0	3	5,7
Сметана	5,8	1	66,1	1,7	3	5,7
Кисломолочные продукты	16,0	2,5	73,8	2,5	3	8
Сыр и брынза	6,6	1,3	51,6	1,3	3	5,6

Таким образом, предложенные критерии к выбору приоритетных пищевых продуктов позволяют установить не только приоритетную группу пищевых продуктов, но и конкретный пищевой продукт для дальнейшего выявления и оценки потенциальной опасности непреднамеренно присутствующих химических веществ.

Выводы. В результате применения методических подходов было установлено, что приоритетной группой пищевых продуктов явилось молоко и молочные продукты в пересчете на молоко. После применения критериев для установления приоритетного пищевого продукта внутри группы было определено молоко цельное питьевое как приоритетный пищевой продукт для дальнейшего выявления и оценки потенциальной опасности непреднамеренно присутствующих химических веществ.

Список литературы

1. Общий стандарт на загрязняющие примеси и токсины в пищевых продуктах и кормах CODEX STAN 193-1995 [Электронный ресурс] // Бесплатная интернет-библиотека. – URL: http://doc.knigi-x.ru/22raznoe/510950-1-obschiy-standart-zagryaznyayuschie-primesi-toksini-pischevih-produktah-kormah-codex-stan.php (дата обращения: 10.03.2021).

2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016. – 283 с.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 268 с.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 254 с.

5. 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. – 300 с.

6. 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, 2020. – 300 с.

7. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации [Электронный ресурс] // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13278 (дата обращения: 02.03.2021).

8. Cao X.-L. Phthalate Esters in foods: sources, occurrence, and analytical methods // Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2010. – Vol. 9, № 1. – P. 21–43. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2009.00093.x

9. Daun H., Gilbert S.G. Migration of plasticizers from polyvinylchloride packaging films to meat // J. Food Sci. – 1977. – Vol. 42, № 3. – P. 561–562. DOI: 10.1016/0308-8146 (92) 90108-E

10. Guidelines for rapid risk analysis following instances of detection of contaminants in food where there is no regulatory level CXG 92-2019. – Geneva: FAO/WHO, 2019. – P. 7.

11. Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants. Geneva: World health organization, 1985. – P. 104.

12. Guo Z., Wei D., Wang M. [et al.]. Determination of Six Phthalic Acid Esters in Orange Juice Packaged by PVC Bottle Using SPE and HPLC–UV: Application to the Migration Study // Journal of Chromatographic Science. – 2010. – Vol. 48, № 9. – P. 760–765. DOI: 10.1093/chromsci/48.9.760

13. Joint FAO/WHO food standards programme Codex Alimentarius Comission. 39 th Session. – Geneva: FAO/WHO, 2016. – P. 6.

Обоснование допустимой суточной дозы фталатов при поступлении с молоком как критерия экологической безопасности

С.Е. Зеленкин, Д.В. Суворов

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

Фталаты, эфиры фталевой кислоты, активно применяются при производстве ПВХ-материалов с целью придания им прочности и гибкости. Они обладают свойством мигрировать из них в окружающую среду. Фталаты оказывают неблагоприятное воздействие на человека со стороны гормональной системы, печени, почек, а также оказывают системное действие. Наибольший интерес для исследования представляет анализ миграции фталатов из полимерной упаковки в пищевые продукты. Они остаются основным источником поступления нескольких фталатов в организм человека. Особое внимание в отношении поступления фталатов в организм человека обращает на себя молоко, являющееся одним из наиболее часто употребляемых населением продуктов питания. В странах Евразийского экономического

союза регламентируется миграция фталатов без учета причиняемого риска здоровью. В связи с этим целесообразна разработка гигиенических нормативов с учетом критериев риска здоровью населения. Одним из этапов разработки нормативов является разработка допустимой суточной дозы. Обоснование допустимой суточной дозы поступающих фталатов с молоком по критериям риска здоровью населения проводилось в соответствии с методологией стран Евразийского экономического союза и включало в себя выполнение следующих шагов: анализ релевантной информации для гигиенической оценки воздействия фталатов; выбор отправных точек и модифицирующих факторов для расчета допустимой суточной дозы; установление допустимой суточной дозы фталатов; оценка объема потребления молока (всего в анкетировании приняли участие 30 детей в возрасте 7–17 лет как наиболее чувствительной группы потребителей, включенных в дальнейшее исследование). В результате для расчета максимально допустимого уровня может быть использована величина допустимой суточной дозы, обеспечивающая отсутствие вредного действия фталатов на уровне 0,001 мг/кг в сутки.

Ключевые слова: молоко, фталаты, нормирование, допустимая суточная доза.

Фталаты, эфиры фталевой кислоты, представляют собой соединения с непрочными связями с матрицей. Они обладают свойством мигрировать в окружающую среду независимо от действия внешних физических факторов. В организм человека фталаты могут поступать из окружающей среды, в том числе из пищевых продуктов. Все представители фталатов подразделяются на длинноцепочечные (безопасные для человека) и короткоцепочечные, негативно воздействующими на организм [7, 11, 12, 19, 20]. В организм человека фталаты могут поступать из предметов окружающей среды: пластиковых пакетов, плавательных принадлежностей, одежды, игрушек, предметов личной гигиены, могут содержаться в воздухе помещений с пластиковыми окнами и напольным покрытием, содержащим полимерные материалы, в том числе на основе ПВХ, так как фталаты активно применяются при их производстве с целью придания им прочности и гибкости. Несмотря на присутствие фталатов в окружающей среде и на различные пути поступления, наиболее распространенным остается алиметарный [8]. Фталаты могут поступать в пищевые продукты при их производстве и/или упаковке [25].

В пищевой промышленности фталаты активно используются при производстве полимерных материалов, в том числе труб для транспортировки жидкостей, включая пищевые, и пластиковые упаковки [18]. При производстве упаковочных материалов наиболее часто применяются следующие фталаты: дибутилфталат (ДБФ), бензилбутилфталат (ББФ), ди-2-этилексилфталат (ДЭГФ), диизононилфталат (ДИНФ), диизодексилфталат (ДИДФ), диэтилфталат (ДЭФ). Указанные соединения формируют до 80 % рынка пластификаторов. Наибольшую опасность среди них представляют ДБФ, ББФ, ДЭГФ. Их опасность объясняется тем, что они относятся к короткоцепочечным фталатам, наиболее активно встраивающимся в метаболизм [13].

Особое внимание в отношении поступления фталатов в организм человека обращает на себя молоко, являющееся одним из наиболее часто употребляемых населением продуктов питания. В Российской Федерации по данным статистики около 80 % детей в возрасте 3–13 лет употребляют молоко и молочные продукты ежедневно или несколько раз в неделю [3].

Контаминация молока фталатами возможна во время переработки. Так, фталаты мигрируют из полимерных труб в молоко в процессе его транспортировки на предприятиях по переработке молока, а также при контактах с полимерными емко-

стями на различных этапах обработки молока. Кроме того источником поступления фталатов в молоко может являться упаковочная пленка. Так до 64 % всего объема молока для реализации упаковано в полимерную и полимерсодержащую тару (по данным на 2018 г.) [1]. В качестве упаковки молока применяется несколько видов тары из различных материалов: поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилен (ПЭ), поливинилиденхлорид (ПВДХ) и т.д. Все указанные материалы производятся с применением фталатов, способных мигрировать в молоко из упаковки [9].

Таким образом, поступление фталатов в организм, в том числе пероральное (в частности с молоком), является критерием экологической опасности этих соединений для населения.

В странах Евразийского экономического союза регламентируется только миграция фталатов. Предельно допустимые количества миграции (ДКМ, SML) фталатов регламентируются техническим регламентом Таможенного союза (ТР ТС) 005/2011 «О безопасности упаковки». Согласно этому документу, ДКМ из пищевой упаковки в продукт установлен только для диоктилфталата на уровне 2 мг/л. Миграция дибутилфталата не допускается [4].

Указанные уровни миграции установлены без учета риска развития негативных эффектов на здоровье человека и не имеют юридической силы, в частности не могут использоваться в качестве норматива. В связи с этим целесообразна разработка гигиенических нормативов с учетом критериев риска здоровью населения. Одним из этапов разработки нормативов является разработка допустимой суточной дозы (ДСД).

Цель работы – обосновать величину допустимой суточной дозы фталатов при поступлении с молоком, упакованным в полимерную тару, для детского населения по критериям риска

Анализ литературных источников о воздействии фталатов на организм проводился с использованием системного обзора.

Обоснование допустимой суточной дозы поступающих фталатов с молоком по критериям риска здоровью населения проводилось в соответствии с методологией стран Евразийского экономического союза и включало в себя выполнение следующих шагов: анализ релевантной информации для гигиенической оценки воздействия фталатов; выбор отправных точек и модифицирующих факторов для расчета ДСД; установление допустимой суточной дозы фталатов; оценка объема потребления молока [5].

Для выбора отправных точек оценка экспозиции включала в себя определение фталатов в молоке и оценку объема его потребления. Определение фталатов в молоке проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [2].

Для оценки фактического потребления молока было проведено раздаточное анкетирование добровольцев. Всего в анкетировании приняли участие 30 детей в возрасте 7–17 лет как наиболее чувствительной группы потребителей, включенных в дальнейшее исследование.

Для расчета индивидуальной суточной дозы поступающих с молоком фталатов, определенной по результатам исследования, использовалась формула (1):

$$D = \frac{A \cdot m}{BW}, \quad (1)$$

где D – поступающая доза, мг/кг; A – концентрация вещества в молоке, мг/кг продукта; m – масса потребленного молока в день, кг; BW – масса тела исследуемого, кг.

Оценка воздействия поступающих в организм фталатов оценивалась по следующим биохимическим показателям:

1. Характеризующим влияние на печень: щелочная фосфатаза кинетическим методом (тест-система Vital); гамма-глутамилтрансфераза кинетическим методом (тест-система Vital), билирубин непрямой (тест-система «Вектор-Бест»), билирубин общий (тест-система «Вектор-Бест»), АЛТ кинетическим УФ-методом (тест-система «Вектор-Бест»).

2. Характеризующим воздействие на эндокринную систему: T_4 свободный методом твердофазного иммуноферментного анализа (набор реагентов «Тироид-ИФА-свободный T_4»), тиреотропный гормон методом твердофазного иммуноферментного анализа (набор реагентов «ТТГ-ИФА»).

3. Характеризующим действие на почки: общий креатинин в крови.

4. Характеризующим системное действие: малоновый диальдегид плазмы (колориметрическим методом с тиобарбитуровой кислотой) – в сыворотке крови.

Алгоритм расчета реперного уровня экспозиции основан на построении регрессионных моделей, отражающих влияние уровня экспозиции на эпидемиологический показатель «отношение шансов» (OR), который характеризует силу связи между значениями уровня экспозиции и ответом. В качестве критерия наличия связи принимается условие $OR > 1$.

Для ряда уровней экспозиции осуществляется расчет показателя отношения шансов, который проводится условным делением выборки на две части: ниже и выше текущего уровня экспозиции ($[x_{min}, x_i]$ и $[x_i, x_{max}]$) соответственно, где x_i – текущий уровень экспозиции. Для обоих интервалов рассчитывается величина, характеризующая вероятность негативного ответа p_i^- и p_i^+ соответственно как отношение числа наблюдений, которые расцениваются как негативный ответ, к общему числу наблюдений.

Оценка параметров зависимости показателя отношения шансов от значения экспозиции проводится методом построения регрессионной модели в виде экспоненциальной функции:

$$OR = e^{a_0 - a_1 x}, \tag{2}$$

где a_0, a_1 – параметры модели, определяемые методом регрессионного анализа.

Уровень экспозиции, соответствующий $OR = 1$ (верхняя доверительная граница модели), расценивается как реперный (BMD).

При установлении ДСД фталатов, поступающих с молоком, использовался реперный уровень, полученный в результате моделирования зависимости «доза – ответ (эффект)», а также модифицирующий фактор (формула (3)):

$$\text{ДСД} = BMD/UF, \tag{3}$$

где ДСД – допустимая суточная доза вещества; BMD – реперный уровень; UF – модифицирующий фактор.

По итогам обзора литературы установлено, что в качестве критических органов и систем для фталатов рассматриваются следующие: гормональная система, печень, почки, системный эффект [6, 10, 14, 15, 17, 21]. Установлена обратная сильная связь между концентрацией монофталатов в моче и содержанием тиреоид-

ных гормонов в крови [17], развитие гепатомегалии и гиперплазии гепатоцитов у лабораторных животных при пероральной экспозиции ДЭГФ [21]. Установлено, что фталаты взаимодействуют с тремя различными изоформами рецепторов PPAR (α, β или γ), в том числе характеризующих влияние на печень, и нарушают окислительно-восстановительные процессы и, следовательно, антиоксидантную защиту [16]. Кроме того, у детей отмечается обратная связь между содержанием метаболитов фталатов в моче и снижением концентрации свободного трийодтиронина в крови, являющимся одним из факторов роста и развития ребенка. Помимо этого, установлена прямая связь между содержанием метаболитов фталатов и концентрацией креатинина в моче, что может свидетельствовать об усилении выделительной функции почек [6].

Согласно литературным данным, отправными точками являлись установленные NOAEL (табл. 1).

Таблица 1

Отправные точки для установления ДСД, согласно литературным данным

Фталат	Отправные точки (критический орган/система)	Источник данных
ДМФ	–	EPA
ДБФ	NOAEL = 50 мг/кг массы тела в день (процессы развития)	[22]
ДЭФ	–	[20]
ДЭГФ	NOAEL = 5,8 мг/кг тела в сутки (гонады)	[21]

Однако, согласно этим данным, при установлении ДСД не применялись факторы неопределенности, связанные с экстраполяцией с управляемого режима воздействия на реальные условия, а также учитывающие экстраполяцию результатов исследований при кратковременном воздействии на сценарии хронического воздействия.

В связи с тем что установленные ДСД не учитывают все возможные факторы неопределенности, для дальнейшего установления МДУ фталатов, согласно рабочим документам Codex Alimentarius, было проведено эпидемиологическое исследование с целью выявления отправных точек для установления допустимой суточной дозы. Это исследование включало в себя обоснование реперных уровней экспозиции в отношении различных ответов со стороны организма.

По результатам химического анализа молока (хромато-масс-спектрометрическим методом) были выявлены пять фталатов: дибутилфталат (ДБФ), порог определения 0,2 мг/л, диметилфталат (ДМФ), порог определения 0,1 мг/л, диэтилфталат (ДЭФ), порог определения 0,2 мг/л, диэтилгексилфталат (ДЭГФ), порог определения 0,1 мг/л.

В результате установлены следующие концентрации фталатов в молоке: ДБФ – до 0,16 мг/л (32 % проб); ДМФ – до 29,81 мг/л (8 % проб); ДЭФ – до 0,783 мг/л (16 % проб); ДЭГФ – до 12,54 мг/л (64 % проб).

Ввиду однонаправленного действия фталатов, а также незначительных отличий показателя DL^{50}, связанного с пероральным поступлением фталатов в экспериментах [22–24], рациональным явилось установление ДСД для суммы фталатов. В отношении детского населения установить реализацию действия фталатов на эндокринную систему затруднительно ввиду слабого выражения деятельности эндокринных желез, в том числе половых. В связи с этим в качестве ответа со стороны организма можно рассматривать биохимические показатели со стороны печени.

В ходе оценки потребления молока по результатам анкетирования установлено, что подавляющее большинство (более 98 %) потребляют молоко, разлитое в полимерную тару, в основном – ПЭ-пленку. Также установлено, что дети потребляют молоко в количестве от 0,2 до 0,4 кг в день (в среднем 0,25 кг в день).

Верхняя граница 95%-ного доверительного интервала концентраций фталатов в молоке для расчета индивидуальных доз составил 0,1 мг/л (ДМФ, ДЭГФ), 0,2 мг/л (ДЭФ, ДБФ). Диапазон индивидуальных доз, используемых для дальнейшего моделирования «доза – эффект», для суммы фталатов находился в пределах от $6{,}59 \cdot 10^{-4}$ до $1{,}06 \cdot 10^{-2}$ мг/кг массы тела.

Вместе с тем при установлении влияния фталатов на основании биохимических показателей было установлено, что среди детей повышение показателя АЛТ наблюдалось у 13 % обследованных, повышение щелочной фосфатазы – у 6 %, повышение креатинина – у 25 %, повышение МДА – у 40 %, изменения показателей ТТГ, T_4 и гамма-глутамилтрансферазы не регистрировалось.

По результатам моделирования воздействия как отдельных фталатов, так и их суммы, поступающих с молоком, установлены достоверные биологически обоснованные связи, которые легли в основу установления реперных уровней. Эти связи установлены для воздействия фталатов на повышение уровней щелочной фосфатазы и МДА (табл. 2). В отношении биохимических показателей, характеризующих влияние на эндокринную систему и почки, достоверных связей установлено не было.

Таблица 2

Результаты моделирования зависимости «доза – эффект» при экспозиции фталатов с молоком

Вещество	Показатель	Формула	Реперный уровень (BMD), мг/кг массы тела
Сумма фталатов	Щелочная фосфатаза	$e^{-(-1{,}74)-586{,}6x}$	0,002904
	МДА	$e^{-0{,}86-267{,}98x}$	0,002348

Установленные в исследовании реперные дозы существенно ниже полученных по данным литературы.

Таким образом, в качестве отправных точек для установления ДСД будут являться реперные уровни (BMD) экспозиции суммы фталатов на уровне 0,002348 мг/кг в день. Лимитирующим показателем является увеличение концентрации МДА в крови, что характеризует системное действие фталатов на организм человека.

При установлении ДСД фталатов, поступающих с молоком, использовались реперный уровень, полученный в результате моделирования зависимости «доза – ответ (эффект)», а также модифицирующие факторы. В ходе проведения эпидемиологического исследования использовались модифицирующие факторы, учитывающие проведение исследования на наиболее чувствительном контингенте (равный 2), внутривидовую чувствительность (равный 1), переход с высоких доз на низкие (равный 1). Таким образом, фактор неопределенности в эпидемиологическом исследовании равен 2.

Полученные по результатам эпидемиологического исследования допустимые суточные дозы были сопоставлены с установленными на основании литературных данных (табл. 3).

Таблица 3

Установленные ДСД по результатам эпидемиологического исследования с учетом литературных данных

Фталат	ДСД, мг/кг в сут	Источник
ДМФ	–	EPA
	0,000195	Эпидемиологическое исследование
ДЭФ	–	[20]
	0,000188	Эпидемиологическое исследование
ДБФ	0,5	[22]
	0,000396	Эпидемиологическое исследование
ДЭГФ	0,06	[20]
	0,000396	Эпидемиологическое исследование
Сумма	0,001174	Эпидемиологическое исследование

В результате была получена величина ДСД для суммы фталатов, формирующая приемлемый риск здоровью, обусловленный действием фталатов на уровне 0,001 мг/кг в сутки.

Согласно верифицированной базе данных IRIS (Integrated Risk Information System) по состоянию на 01.12.2018 г., референтная доза для суммы фталатов установлена на уровне 0,004 мг/кг массы тела.

Таким образом, по результатам проведения биохимических и иммунологических исследований и на основании результатов моделирования зависимости «доза – ответ (эффект)» в качестве отправной точки с учетом лимитирующего показателя вредности из 10 исследованных показателей выбран реперный уровень экспозиции фталатов по критерию повышения уровня малонового диальдегида плазмы крови, характеризующего системное действие на организм. В результате для расчета МДУ содержания фталатов в молоке может быть использована величина ДСД на уровне 0,001 мг/кг в сутки.

Список литературы

1. Воронова Ю.А., Семеркова Л.Н. Анализ современного рынка пищевой упаковки // Креативный город: материалы VIII Региональной научно-практической конференции / под ред. Е.М. Бижановой. – 2019. – С. 36–40.

2. МУК 4.1.3160–14. Измерение массовых концентраций фталатов (диметилфталата, диэтилфталата, дибутилфталата, бензилбутилфталата, ди(2-этилгексил) фталата) в молоке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/415994790 (дата обращения: 03.03.2021).

3. Рацион питания населения 2013: статистический сборник. – М., 2016. – 220 с.

4. ТР ТС 005/2011. О безопасности упаковки: технический регламент Таможенного союза / утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 16 августа 2011 г. № 769. – 35 с.

5. Установление и обоснование гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов в пищевых продуктах по критериям риска здоровью человека: методические указания. – 2018. – 100 с.

6. Boas M., Frederiksen H., Feldt-Rasmussen U. Childhood exposure to phthalates: associations with thyroid function, insulin-like growth factor I, and growth // Environ. Health Perspect. – 2010. – Vol. 118. – P. 1458–1464. DOI: 10.1289/ehp.0901331

7. Carlstedt F., Jönsson B.A.G., Bornehag C.-G. PVC flooring is related to human uptake of phthalates in infants // Indoor Air. – 2012. – Vol. 23, № 1. – P. 1–7. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2012.00788.x

8. Castle L., Mayo A., Gilbert J. Migration of plasticizers from printing inks into foods // Food Additives & Contaminants. – 1989. – Vol. 6, № 4. – P. 437–443. DOI: 10.1080/02652038909373802

9. Daun H., Gilbert S.G. Migration of plasticizers from polyvinylchloride packaging films to meat // J. Food Sci. – 1977. – Vol. 42, № 3. – P. 561–562. DOI: 10.1016/0308-8146 (92) 90108-E

10. David R.M. Proposed mode of action for in utero effects of some phthalate esters on the developing male reproductive tract // Toxicol. Pathol. – 2006. – Vol. 34, № 3. – P. 209–219. DOI: 10.1080/01926230600642625

11. Determination of Six Phthalic Acid Esters in Orange Juice Packaged by PVC Bottle Using SPE and HPLC–UV: Application to the Migration Study / Z. Guo, D. Wei, M. Wang [et al.]. // Journal of Chromatographic Science. – 2010. – Vol. 48. – P. 760–765. DOI: 10.1093/CHROMSCI/48.9.760

12. Gong M., Weschler C.J., Zhang Y. Impact of Clothing on Dermal Exposure to Phthalates: Observations and Insights from Sampling Both Skin and Clothing // Environ. Sci. Technol. – 2016. – Vol. 19, № 50 (8). – P. 4350−4357. DOI: 10.1021/acs.est.6b00113

13. Hannon P.R., Flaws J.A. The effects of phthalates on the ovary // Front Endocrinol (Lausanne). – 2015. – № 2. – P. 6–8. DOI: 10.3389/fendo.2015.00008

14. Huang P.C., Kuo P.L., Guo Y.L. Associations between urinary phthalate monoesters and thyroid hormones in pregnant women // Hum. Reprod. – 2007. – Vol. 22, № 10. – P. 2715–2722. DOI: 10.1093/humrep/dem205

15. Koch H.M., Preuss R., Angerer J. Di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP): human metabolism and internal exposure e an update and latest results // Int. J. Androl. – 2006. – Vol. 29, № 1. – P. 155–165. DOI: 10.1111/j.1365-2605.2005.00607.x

16. Maloney E.K., Waxman D.J. Trans-activation of PPARα and PPARγ by structurally diverse environmental chemicals // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 1999. – Vol. 1, № 161 (2). – P. 209–218. DOI: 10.1006/taap.1999.880

17. Meeker J.D., Calafat A.M., Hauser R. Di (2-ethylhexyl) phthalate metabolites may alter thyroid hormone levels in men // Environ. Health Perspect. – 2007. – Vol. 115, № 7. – P. 1029–1034. DOI: 10.1289/ehp.9852

18. Phthalates // Reproductive and Developmental Toxicology. – 2017. – № 2. – P. 829–856. DOI: 10.1016/B978-0-12-804239-7.00044-5

19. Phthalate and PAH concentrations in dust collected from Danish homes and daycare centers / S. Langer, C.J. Weschler, A. Fischer [et al.] // Atmospheric Environment. – 2010. – Vol. 44, № 19. – P. 2294–2301. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2010.04.001

20. Phthalates in products that children are in direct contact with / K. Tønning, E. Jacobsen, E. Pedersen [et al.] // Survey of Chemical Substances in Consumer Products. – 2010. – № 109. – P. 1–60.

21. Rusyn I., Peters J.M., Cunningham M.L. Modes of action and species-specific effects of di- (2-ethylhexyl) phthalate in the liver // Crit. Rev. Toxicol. – 2006. – Vol. 36, № 5. – P. 459–479. DOI: 10.1080/10408440600779065

22. Toxicological profile for di(2-ethylhexyl)phthalate, U.S. department of health and human services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – Georgia: Agency for Toxic Substances and Disease RegistryDivision of Toxicology and Human Health SciencesEnvironmental Toxicology Branch, 2002. – 484 p.

23. Toxicological profile for diethyl phthalate. – Georgia: U.S. department of health and human services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1995. – 158 p.

24. Toxicological profile for di-n-butyl phthalate. – Georgia: U.S. department of health and human services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2001. – 225 p.

25. Cao X.-L. Phthalate Esters in foods: sources, occurrence, and analytical methods // Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2010. – Vol. 9, № 1. – P. 21–43. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2009.00093.x

Реализация задач по федеральному проекту «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» в Республике Башкортостан в 2019–2020 гг.

Н.Х. Давлетнуров, А.С. Жеребцов, Р.Р. Акмалова

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия по Республике Башкортостан, г. Уфа, Россия

Рассматривается реализация задач и мероприятий федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» в 2019–2024 гг. в Республике Башкортостан.

Ключевые слова: федеральный проект «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография», доступность, качество пищевых продуктов, укрепление общественного здоровья.

В настоящее время особую актуальность приобретают обеспечение внедрения разработанных научно обоснованных образовательных и просветительских программ по вопросам здорового питания, доступ к отечественным пищевым продуктам, способствующим устранению дефицита макро- и микронутриентов, в том числе усиление лабораторного контроля за показателями качества пищевой продукции и соответствия принципам здорового питания.

Цель исследования – формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек.

Материалы и методы. Основанием для проведения работ являются Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [14],

национальный проект «Демография», утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16) [8], постановление Правительства РФ от 02.02.2006 г. № 60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга» [9], приказ Роспотребнадзора от 03.02.2020 г. № 54 «О проведении исследований в 2020 году в рамках реализации федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» [10].

На I этапе на основе сформированной базы данных, в которые были включены все торговые объекты, зарегистрированные налоговой службой, с кодами ОКВЭД проведено распределение общего объема выборки в 2020 г. – 865 ед. (2019 г. – 980) в разрезе населенных пунктов Республики Башкортостан (далее – РБ) [5, 7].

Оценка территориальной доступности пищевой продукции производилась путем сравнения уровня розничных цен на одинаковые категории пищевой продукции. Проведено распределение средних показателей доступности и оценка наличия пищевой продукции в торговых точках РБ в соответствии с инструкцией по подготовке и проведению мониторинга состояния питания детей школьного возраста в организованных коллективах. На базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» (далее – ФБУЗ ЦГиЭ в РБ) в электронную базу внесены данные по анкетам о здоровье и питании детей и анкетам об организации питания в школах.

На II этапе осуществлялось определение показателей качества пищевой продукции посредством проведения лабораторных исследований, испытаний пищевой продукции, производимой на территории РФ и РБ по организациям розничной продовольственной торговли в 2019–2020 гг.

Результаты. Известно, что полноценное и безопасное питание является важнейшим условием поддержания здоровья, высокой работоспособности и выносливости человека, сохранения генофонда нации. Рациональное питание снижает также риск возникновения различных заболеваний.

Мониторинговые исследования осуществлены по решению руководителя Роспотребнадзора А.Ю. Поповой об определении Республики Башкортостан пилотным регионом, наряду с Московской, Самарской, Свердловской, Омской областями, за счет субсидий бюджета РФ в рамках установленного государственного задания ФБУЗ ЦГиЭ в РБ на 2019 г., а в 2020 г. – в 24 субъектах РФ, в том числе в РБ, продолжены полномасштабные исследования питания населения.

Для проведения работ по определению доступности населению отечественной пищевой продукции, способствующей устранению дефицита макро- и микронутриентов, проведению мониторинга состояния питания детей дошкольного и школьного возраста в организованных коллективах, определению показателей качества пищевой продукции посредством проведения лабораторных исследований, испытаний пищевой продукции, анализа и оценки полученных результатов к работе привлечены научные организации ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ.

Оценка территориальной доступности пищевой продукции производилась путём сравнения уровня розничных цен на одинаковые категории пищевой продукции, способствующей устранению дефицита макро- и микронутриентов по РБ. Проведено распределение средних показателей доступности пищевой продукции по республике в целом (табл. 1).

Таблица 1

Оценка наличия пищевой продукции в торговых точках
в Республике Башкортостан в 2019 г., %

Наименование группы, пищевой продукции	Выборка, ед.	В наличии пищевая продукция, %
Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия, мука, крупа и бобовые)		
Хлеб пшеничный	865	88,0
Крупа гречневая	824	84,0
Макаронные изделия	829	85,0
Рис	819	84,0
Мясо и мясопродукты		
Колбаса вареная	830	85,0
Сосиски	814	83,0
Курица	724	74,0
Молоко и молочные продукты		
Молоко	815	83,0
Кефир	774	79,0
Йогурт	757	77,0
Сыр	759	77,0
Масла растительные		
Масло подсолнечное	843	86,0
Масло кукурузное	188	19,0

По анкетированию, проведенному в торговых точках в РБ в 2019–2020 гг., приоритетными группами по наличию пищевой продукции являются «Хлебные продукты», «Мясо и мясопродукты», «Молоко и молочные продукты», «Масла растительные» (табл. 2, 3).

Таблица 2

Определение качества пищевой продукции в 100 торговых точках
Республики Башкортостан в 2019 г.

Наименование продукта	Отобрано проб, всего	Из них нестандартных проб	
		абс.	%
Кондитерские изделия	30	14	47,0
Хлебные продукты	75	24	32,0
Молочная продукция	210	44	21,0

Таблица 3

Оценка наличия пищевой продукции в торговых точках
в Республике Башкортостан в 2020 г., %

Наименование продукта	Выборка, ед.	В наличии, %
1. Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия, мука, крупа и бобовые)		
хлеб пшеничный	803	93,0
хлеб ржано-пшеничный	755	87,0
хлебобулочные изделия из муки грубого помола или с отрубями	401	46,0
рис	788	91,0
крупа манная	745	86,0
крупа гречневая	781	90,0

Продолжение табл. 3

Наименование продукта	Выборка, ед.	В наличии, %
крупа овсяная	718	83,0
крупа пшенная	703	81,0
крупа перловая	701	81,0
макаронные изделия	801	92,0
обогащенные хлеб и хлебобулочные изделия	127	15,0
обогащенные зерновые продукты, в том числе экструдированные завтраки	335	39,0
специализированная пищевая продукция для питания детей раннего возраста на зерновой основе	312	36,0
2. Картофель и продукты его переработки		
картофель	461	53,0
овощи и бахчевые, продукты их переработки	–	–
капуста	615	71,0
свекла	411	47,0
томаты	689	80,0
квашенная капуста	393	45,0
замороженные овощные смеси	401	46,0
специализированная пищевая продукция для питания детей на основе овощей	328	38,0
3. Фрукты и ягоды и продукты их переработки		
яблоки	579	67,0
сухофрукты	573	66,0
обогащенная соковая продукция	340	39,0
специализированная пищевая продукция для питания детей на плодово-ягодной основе	370	43,0
4. Мясо и мясопродукты		
говядина	224	26,0
баранина	40	5,0
свинина	240	28,0
мясные субпродукты	377	44,0
индейка	199	23,0
курица	623	72,0
колбаса вареная	785	91,0
сосиски	765	88,0
мясные консервы	709	82,0
специализированная пищевая продукция для питания детей на мясной основе	318	37,0
5. Молоко и молочные продукты		
молоко	785	91,0
кефир	705	82,0
йогурт	673	78,0
творог	622	72,0
сыр	718	83,0
обогащенная молочная продукция	174	20,0
специализированная пищевая продукция для питания детей раннего возраста на молочной основе	250	29,0
6. Яйца		
яйца	698	81,0
7. Рыба и рыбопродукты		
рыба океаническая	389	45,0

Окончание табл. 3

Наименование продукта	Выборка, ед.	В наличии, %
рыба пресноводная	156	18,0
рыбные консервы	755	87,0
8. Масла растительные		
масло подсолнечное	776	90,0
обогащенная масложировая продукция	62	7,0
9. Отдельные категории специализированной пищевой продукции		
биологически активные добавки к пище (БАД)	23	3,0
йодированная соль	559	65,0

С апреля 2020 г. проведена оценка маркировки (этикеточных надписей и/или вкладышей) образцов на соответствие требованиям технического регламента ТР/ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» [12] – 513 (2019 г. – 620), из них не соответствует – 52, или 10,1 % (2019 г. – 98 или 15,8 %) (табл. 3).

109 проб (21,2 %) направлены в ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора на определение показателей: пестицидов – 25; антибиотиков – 70; пробиотиков – 15; глицидола – 6; качества рыбной продукции – 8, в том числе исследования по показателю «меламин» проведены в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» – 30 проб.

Таблица 3

Определение маркировки пищевой продукции в 100 торговых точках Республики Башкортостан в 2019 г.

Наименование продукта	Отобрано проб, всего	Из них нестандартных проб	
		абс.	%
Кондитерские изделия	30	14	47,0
Хлебные продукты	75	25	33,0
Молочная продукция	210	34	16,0

В 2020 г. проведен анализ 295 проб пищевой продукции, из них не соответствует требованиям нормативных документов – 39 (13,2 %), по пищевой ценности – 50 (16,9 %) (табл. 4).

Таблица 4

Оценка маркировки образцов на соответствие требованиям нормативных документов в 2020 г.

Наименование продукции	Количество отобранных проб	Результаты анализа
1	2	3
1. Хлеб пшеничный	20 из 20	Одна проба не соответствует требованиям ГОСТ 27842-88 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия» (далее – ГОСТ 27842-88) [2] – по показателю влажность. Одна проба не соответствует ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» (далее – ТР ТС 022/2011) ст. 4 (ч. 4.12, п. 1) – фактическое содержание белка не соответствует информации, нанесенной на этикетке. Маркировка 16 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011

Продолжение табл. 4

1	2	3
2. Хлеб ржано-пшеничный	20 из 20	Одна проба не соответствует ТР ТС 022/2011 статьи 4 (ч. 4.12, п. 1) – фактическое содержание белка не соответствует информации, нанесенной на этикетке. Маркировка 12 образцов хлеба ржано-пшеничного не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011
3. Макаронные изделия	15 из 15	Маркировка 3 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 в части информации по пищевой ценности
4. Обогащенные зерновые продукты	15 из 15	Одна проба не соответствует ТР ТС 022/2011 ст.4 (ч.4.12, п.1) – фактическое содержание белка не соответствует информации, нанесенной на этикетке
5. Соки	15 из 15	Нестандартных образцов нет
6. Нектары	15 из 15	Нестандартных образцов нет
7. Консервированные фрукты и ягоды (кроме консервированных): варенье, джемы, фрукты, плоды и ягоды протертые	15 из 15	Две пробы не соответствуют ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (далее – ТР ТС 021/2011) [11] – обнаружены дрожжи в концентрации, превышающий норматив
8. Томаты свежие	7 из 7	Нестандартных образцов нет
9. Огурцы свежие	8 из 8	Три пробы не соответствуют требованиями ТР ТС 021/2011 – обнаружены нитраты в количестве превышающий норматив
10. Сардельки	8 из 8	Одна проба не соответствует ГОСТ 23670-2019 по физико-химическому показателю. Маркировка 6 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 в части информации по пищевой ценности
11. Шпикачки	4 из 4	Одна проба не соответствует требованиям ТР ТС 029/2012 – обнаружен нитрит натрия в количестве, превышающем норматив. Маркировка 2 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011в части информации по пищевой ценности
12. Вареные колбасы без видимого жира	5 из 5	Одна проба не соответствует требованиям ГОСТ 23670-2019 [1] – по показателю «белок». Маркировка 2 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 в части информации по пищевой ценности
13. Молоко питьевое (с жирностью 2,5 %)	10 из 10	Одна проба не соответствует требованиям ГОСТ 31450-2013 [3] – по показателю «белок», жирно-кислотному составу
14. Молоко питьевое (с жирностью 3,2–4,0 %)	4 из 10	Две пробы не соответствуют требованиям ГОСТ 31450-2013 – по показателю белок, из них одна проба не соответствует по жирно-кислотному составу. Одна проба не соответствует требованиям ТР/ТС 033/2013 [13] – по показателю «белок»
15. Сметана с жирностью 15 % и менее	10 из 10	Одна проба не соответствует требованиям ГОСТ 31452-2012 [4] – по жирно-кислотному составу. Четыре пробы не соответствуют требованиям ТР/ТС 033/2013 «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» (далее – ТР/ТС 033/2013) – по микробиологическим показателям
16. Сметана с жирностью более 15 %	10 из 10	Две пробы не соответствуют требованиям ТР ТС 033/2013 – по микробиологическим показателям, из них одна проба не соответствует по жирно-кислотному составу. Маркировка 3 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 в части информации по пищевой ценности

Окончание табл. 4

1	2	3
17. Творог (с жирностью 5 % и более)	15 из 15	Восемь проб не соответствуют требованиям ГОСТ 31453-2013 и ТР ТС 033/2013 – по микробиологическим и физико-химическим показателям, из них 2 пробы не соответствуют по жирнокислотному составу. Маркировка 5 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 в части информации по пищевой ценности
18. Масло сливочное с жирностью 72 % и более»	15 из 15	10 проб не соответствует требованиям ГОСТ 31453-2013 и ТР ТС 033/2013 – по микробиологическим и физико-химическим показателям, из них 7 проб не соответствуют по жирнокислотному составу
19. Сыры твердые и полутвердые без добавок (с жирностью ≥ 40 % и более)	11 из 15	Нестандартных образцов нет
19. Сгущенное молоко (без добавок)	7 из 15	Одна проба не соответствует требованиям ТР/ТС 033/2013 – по показателю фактическое содержание белка
20. Полные консервы группы А	8 из 8	Маркировка 3 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 в части информации по пищевой ценности
21. Пресервы	7 из 7	Маркировка 6 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 в части информации по пищевой ценности
22. Оливковое масло	10 из 10	Нестандартных образцов нет
23. Яйцо куриное	15 из 15	Маркировка 3 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 в части информации по пищевой ценности
24. Печенье овсяное	10 из 10	Маркировка 9 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 в части информации по пищевой ценности
25. Конфеты шоколадные с жировой начинкой	10 из 10	Маркировка 10 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011 в части информации по пищевой ценности
26. Йодированная соль	10 из 10	Маркировка 2 образцов не соответствует требованиям ТР ТС 022/2011

ФБУЗ ЦГиЭ в РБ для 5 субъектов РФ: Брянской (10), Тюменской (715), Мурманской областей (1149), Республики Татарстан (123), Ханты-Мансийскому автономному округу – Югра (308) выполнено 2570 исследований по показателям: пищевые волокна; микроэлементы (калий, натрий); микробная трансглютаминаза; витамины; моно- и дисахариды; красители; органические кислоты.

На II этапе осуществлялась оценка физической и территориальной доступности отечественной пищевой продукции, способствующей снижению дефицита макро- и микронутриентов по РБ. Так в 2020 г. отобрано 513 (2019 г. – 620) образцов (проб) по 11 группам товаров (хлебные продукты; фрукты и продукты их переработки; овощи; мясные изделия; яйца и яйцепродукты; молочная продукция; рыба и продукты её переработки; масложировая продукция; кондитерские изделия; биологически активные добавки к пище; йодированная соль), а также осуществлялась оценка физической и территориальной доступности отечественной пищевой продукции, способствующей снижению дефицита макро- и микронутриентов по РБ.

По итогам проведенного анкетирования в торговых точках в РБ приоритетными группами по наличию пищевой продукции являются «Хлебные продукты»,

«Мясо и мясопродукты», «Молоко и молочные продукты», «Масла растительные», «Овощи и бахчевые, продукты их переработки», Фрукты и ягоды и продукты их переработки.

В соответствии с приложением № 1 МР 2.3.7.0153-19.2.3.7 [6] на базе ФБУЗ ЦГиЭ в РБ проведены исследования: органолептические показатели, жиры, белки, зола, влажность, углеводы, пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, консерванты, синтетические красители, органические кислоты, жирно-кислотный состав, трансизомеры жирных кислот. Проведены исследования по всем показателям, кроме стеринов, витамина К и витамина D. Дополнительно в целях исполнения в полном объеме лабораторного обеспечения мониторинга качества пищевой продукции ФБУЗ ЦГиЭ в РБ заключены договоры в рамках субподряда: образцы (пробы) пищевой продукции, образцы (пробы) пищевой продукции направлены в «опорные базы» (табл. 5).

Таблица 5

Сводные данные о результатах лабораторных исследований образцов (проб) пищевой продукции, направленных в «опорные базы»

Наименование продукта	Всего	Удельный вес, %
Всего	**211**	**100**
из них: молочная продукция	87	41,2
мясные изделия	52	24,6
рыба и продукты ее переработки	40	19,0
биологически активные добавки к пище (БАД)	10	4,7
хлебные продукты	9	4,3
фрукты и продукты их переработки	8	3,8
кондитерские изделия	3	1,4
овощи	2	0,9

В рамках реализации национального проекта «Демография» в 2020 г. проведено укрепление материально-технической базы ИЛЦ ФБУЗ ЦГиЭ в РБ, а именно приобретено лабораторное оборудование: атомно-абсорбционный спектрометр (ААС) с электротермической (графитовой) атомизацией и корректором фона на эффекте Зеемана; жидкостный хроматограф в комплекте с автосамплером, спектрофотометрическим детектором с диодной матрицей, рефрактометрическим и флуориметрическим детектором Prominence LC-20 (Шимадзу); автономная модульная система микроволнового разложения.

В 2019 г. в 711 образовательных организациях РБ проведена оценка меню в организованных коллективах по отдельным показателям: охват детей питанием по приемам пищи: завтраки, обеды, полдники, в том числе горячим питанием; охват бесплатным питанием; стоимость питания в школах; обеспеченности физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии по анализу меню и буфетной продукции для школ; в 110 общеобразовательных организациях (I этап (с 15.05.2020 г. по 20.05.2020 г.): 10 школ, 519 анкет; II этап (с 10.09.2020 г. по 19.09.2020 г.): 100 школ, 2392 анкеты) проведено анкетирование 2911 родителей с детьми по оценке питания школьников, задачами которого явились: оценка частоты потребления отдельных продуктов детьми школьного возраста; оценка качества и удовлетворенности питанием в образовательных организациях детей и их родителей; оценка основных параметров

здоровья, антропометрических характеристик детей школьного возраста, посещающих образовательные организации.

Проведение мониторинга состояния питания детей дошкольного и школьного возраста с 21 сентября по 20 октября 2020 г. в 865 (2019 г. – 2731) организованных коллективах с проведением анкетирования 1911 (2019 г. – 3000) родителей совместно с детьми в возрастных группах: до 3 лет, 4–5 лет, 8 лет (2-й класс), 11 лет (5-й класс), 15 лет (9-й класс).

Должностными лицами Управления Роспотребнадзора по РБ и его территориальных отделах проведено анкетирование на 820 объектах торговли, из них из основного списка – 679, запасного списка – 141.

В 2020 г. отобрано 513 (2019 г. – 620) образцов, из них 114 (2019 г. – 115) нестандартных проб – 18,5 %, проведено 30 618 при плане 4606 исследований, из них: физико-химические исследования – 95,7 %, бактериологические – 3,6 %, паразитологические – 0,1 %, молекулярно-генетические – 0,6 % (2019 г. – 17 777 при плане 2400 исследований) по 11 наименованиям в 100 торговых точках РБ за каждый год наблюдения.

Исследования проведены по показателям качества (органолептические, массовая доля белка, жира, золы, влаги, моно- и дисахаров, пищевых волокон; расчетным методом – углеводы, энергетическая ценность), витамины, минеральные вещества, органические кислоты, жирно-кислотный состав и видовая принадлежность мясного сырья, входящего в состав продукции, по показателям безопасности – консерванты, синтетические красители, стерины; проведена оценка маркировки (этикеточных надписей и/или вкладышей) образцов пищевой продукции на соответствие требованиям технического регламента ТР/ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки».

В рамках реализации федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» было проинформировано население по вопросам здорового питания с использованием обучающих (просветительских) программ проведено 21 368 мероприятий (проинформировано – 42 061 человек), в том числе для детей дошкольного и школьного возраста; взрослого населения всех возрастов, в том числе беременных и кормящих женщин, лиц старше трудоспособного возраста и лиц с повышенным уровнем физической активности; групп населения, работающих в тяжелых и вредных условиях труда; групп населения, проживающих на территориях с особенностями в части воздействия факторов окружающей среды (дефицит микро- и макронутриентов, климатические условия).

Проведена масштабная информационно-коммуникационная кампания по вопросам здорового питания с использованием основных коммуникационных каналов для всех целевых аудиторий с использованием печатной продукции – 13 370 (листовки, памятки, бюллетени), из них в дошкольных образовательных организациях – 999, в дошкольных образовательных организациях – 2061, профессиональных образовательных учреждениях – 380, в организациях предоставления дополнительного образования – 605, учреждениях высшего профессионального образования – 700, медицинских организациях – 1627, организациях социального обслуживания – 1100, организациях культуры – 300, физкультурно-спортивных организациях – 412, иных организациях 5186.

Выводы. В рамках реализации задач федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» проведены:

– мониторинг состояния питания детей школьного возраста в 2020 г. – в 110 (2019 г. в 711) общеобразовательных организациях РБ, анализ меню питания школьников и анкетирование в 2020 г. 2911 (2019 г. – 2866) родителей с детьми по вопросам питания;

– оценка качества основных видов пищевой продукции, производимой в Российской Федерации и Республике Башкортостан, в 100 организациях торговли ежегодно;

– в 2020 г. отобрано 513 (2019 г. – 620) образцов, из них 114 (2019 г. – 115) нестандартных проб – 18,5 %, проведено 30 618 (2019 г. – 17 777) исследований по 11 наименованиям в 100 торговых точках РБ;

– в 2020 г. оценка маркировки (этикеточных надписей и/или вкладышей) образцов на соответствие требованиям технического регламента ТР/ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» – 513 (2019 г. – 620), из них не соответствует – 52, или 10,1 % (2019 г. – 98 или 15,8 %);

– мониторинг доступа населения к отечественным пищевым продуктам, способствующим снижению дефицита макро- и микронутриентов, в 2020 г. – 865 ед. (2019 г. – 980) в организациях торговли.

Таким образом, выявленные несоответствия результатов лабораторных исследований, а также оценка доступа населения к отечественной пищевой продукции дают основания для неблагоприятного прогноза – недостаток поступления пищевых веществ (макро- и микронутриентов) в организм человека, что, в свою очередь, способствует риску возникновения различных заболеваний, в том числе алиментарно-зависимых.

Полученные аналитические данные по мониторингу фактического питания в РБ позволили выявить наиболее важные, характерные для каждого муниципалитета проблемы, выстроить межведомственные взаимодействия и координировать действия различных организационных структур общества, как СМИ, органов здравоохранения, науки, образования, секторов экономики, торговли, общественного питания и др. на федеральном, региональном, локальном уровнях по проведению мероприятий, направленных на повышение качества питания различных групп населения и укрепление их здоровья.

В рамках взаимодействия с государственными органами, органами исполнительной власти, органами местного самоуправления РБ по обеспечению доступа к отечественным пищевым продуктам, способствующим устранению дефицита микро- и макронутриентов, в детских и подростковых организациях, включения в рационы питания детей пищевых продуктов, обогащенных витаминами и микронутриентами, Управлением Роспотребнадзора по РБ направлены предложения и рекомендации: в Министерства здравоохранения, образования и науки, семьи, труда и социальной защиты населения Республики Башкортостан, Министерство торговли и услуг Республики Башкортостан о замене обычных продуктов на пищевые продукты, обогащенные незаменимыми компонентами; в ОМСУ о разработке программ, направленных на развитие производства и оборота продуктов питания массового потребления, обогащенных микронутриентами; ЮЛ и ИП, осуществляющим производство пищевых продуктов, о принятии мер по расширению ассортимента и выпуску продукции, обогащенной йодом, а также обогащенной другими необходимыми макро- и микронутриентами (пищевые волокна, витамины группы В, фолиевая кислота, железо и другие); проведены совещания в администрациях муниципальных образований РБ.

Список литературы

1. ГОСТ 23670-2019. Изделия колбасные вареные мясные [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200162759 (дата обращения: 03.04.2021).

2. ГОСТ 27842-88. Хлеб из пшеничной муки [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200022270 (дата обращения: 03.04.2021).

3. ГОСТ 31450-2013. Молоко питьевое [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200103303 (дата обращения: 03.04.2021).

4. ГОСТ 31452-2012. Сметана [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https: //docs.cntd.ru/document/1200098818 (дата обращения: 03.04.2021).

5. Итоги реализации мероприятий федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» в Республике Башкортостан в 2019 г. и задачах на 2020–2024 гг. / Н.Х. Давлетнуров, Е.Г. Степанов, Г.Я. Пермина, А.С. Жеребцов // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы X Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – С. 7–16.

6. МР 2.3.7.0153-19.2.3.7. Оценка качества пищевой продукции и оценка доступа населения к отечественной пищевой продукции, способствующей устранению дефицита макро- и микронутриентов. – М., 2020. – 57 с.

7. Национальный проект «Демография»: оценка доступности и качества пищевых продуктов в Республике Башкортостан / А.А. Казак, И.И. Хисамиев, О.Р. Зубайдуллина, А.И. Лукманова // 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. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т. 2. – С. 290–295.

8. Национальный проект «Демография» [Электронный ресурс] / утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 года № 16) // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: http://base.garant.ru/72158122/ (дата обращения: 03.04.2021).

9. Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга: постановление Правительства РФ от 02.02.2006 г. № 60 [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: http://base. garant.ru/12144791/ (дата обращения: 03.04.2021).

10. О проведении исследований в 2020 году в рамках реализации федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография»: приказ Роспотребнадзора от 03.02.2020 г. № 54. – М., 2020. – 4 с.

11. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. – М., 2011. – 242 с.

12. ТР/ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической

документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902320347 (дата обращения: 03.04.2021).

13. ТР/ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/499050562 (дата обращения: 03.04.2021).

14. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1195467/ (дата обращения: 03.04.2021).

Организационно-методические подходы к снижению смертности лиц старше трудоспособного возраста

Д.А. Галиуллин

Национальный исламский благотворительный фонд «Ярдэм»,
г. Казань, Россия

Несмотря на многочисленные исследования, посвященные изучению возможности снижения смертности населения в старших возрастных группах, до настоящего времени не разработаны эффективные подходы, позволяющие существенно снизить показатели смертности среди этого контингента. При этом доподлинно установлено, что смертность среди лиц старшего возраста достоверно растет и зависит от возраста, пола, социально-гигиенических, экономических, медико-биологических, производственных, поведенческих факторов, медицинского обслуживания. К высокому уровню смертности среди лиц старше трудоспособного возраста приводят сердечно-сосудистые заболевания (АГ, ИБС, инфаркт миокарда), сахарный диабет, онкологические и инфекционные заболевания, хронические обструктивные заболевания легких, бронхиальная астма. Смертность в старших возрастных группах от сердечно-сосудистых заболеваний составляет 57,1 %, онкологических заболеваний – 16,3 %, острых нарушений мозгового кровообращения – 34,5 %, внешних воздействий травм – 13,2 %, сахарного диабета – 3,5 %, ишемических болезней сердца – 50,0 %.

В конце 2000-х гг. в нашей стране, в различных регионах разрабатывались программы по снижению смертности населения. Эти программы повлияли на сдерживание интенсивного роста смертности населения. Однако эти программы существенно не повлияли на снижение общего коэффициента смертности населения и оказались малоэффективными. В то же время необходимо сказать, что в Республике Татарстан создание 17 центров по борьбе с ОНМК с 2008 г. привело к снижению смертности на 12 %.

В литературе отсутствуют сведения о наличии эффективных программ по снижению смертности среди лиц старше трудоспособного возраста. Отсутствие эффективных программ по снижению смертности населения старших возрастных групп связано с ком-

плексным характером этой проблемы и требует системного подхода, участия в решении этой проблемы административных органов государственной власти, санитарной службы, системы жизнеобеспечения, системы охраны здоровья, медицинских организаций, образовательных учреждений.

Ключевые слова: смертность лиц старше трудоспособного возраста, экономические, экологические факторы риска, система охраны здоровья, региональная программа.

Предложена концептуальная модель по снижению смертности населения среди старших возрастных групп, состоящая из пяти этапов.

На первом этапе проводится анализ показателей общего коэффициента смертности (ОКС) среди лиц старше трудоспособного возраста с учетом основных признаков (пол, возраст, места проживания, национальность, социальная принадлежность).

Изучается влияние системы охраны здоровья на развитие смертности среди населения в старших возрастных группах, распространенность факторов риска, от которых умирают эти лица.

На этом этапе анализируется следующая группа факторов: социально-гигиенические, медико-биологические, производственные, поведенческие факторы, образа жизни, и недостатки медицинского обслуживания, лекарственное обеспечение, санитарно-эпидемиологический и экологический надзор, служба питания, очистные сооружения, социальные институты.

Второй этап включает экономические факторы (подушевой доход, пенсионное обеспечение, обеспечение жильем, величина валового регионального продукта, инвестиционные вложения, основные фонды экономики, индекс промышленного производства).

Третий этап включает экологические факторы (загрязнение атмосферного воздуха в зоне проживания, качество питьевой воды, степень загрязнения почвы, воды, состояние утилизации бытовых отходов).

На четвертом этапе изучаются факторы системы жизнеобеспечения (санитарно-эпидемиологическое благополучие, охрана окружающей среды, материальные и людские ресурсы, природные ресурсы, производство материальных благ).

Пятый этап включает наличие региональной, интегральной программы по снижению смертности среди населения в старших возрастных группах (рисунок).

Для определения доли (силы) влияния комплекса экономических, экологических и других факторов в первую очередь установили уровень индекса внутри каждого комплекса факторов и на основании этого рассчитали силу влияния в целом каждой группы факторов с помощью многофакторного дисперсионного анализа. Результаты полученных данных приведены в таблице.

Из данных таблицы видно, что ранжирование комплексного влияния факторов показало, что первое место заняли факторы наличия целевых программ по охране здоровья населения, влияющие на показатели смертности среди лиц старше трудоспособного возраста, сила их влияния составила 23,1 % (η^2, $p < 0{,}001$), доля влияния – 27,0 %, второе место по силе влияния заняла группа экономических факторов – 19,7 % (η^2, $p < 0{,}001$), третье – экологические факторы – 16,9 % (η^2, $p < 0{,}001$), четвертое – система охраны здоровья – 13,7 % (η^2, $p < 0{,}001$), пятое место заняли факторы системы жизнеобеспечения – 12,8 % (η^2, $p < 0{,}001$).

Рис. Блок-схема группы факторов, влияющих на показатели смертности населения в старших возрастных группах

Показатели вклада экономических, экологических факторов, системы охраны здоровья, жизнеобеспечения, целевых программ на смертность населения старше трудоспособного возраста

Наименование факторов	Сила влияния факторов, η^2	Доля влияния факторов, %	Иерархия факторов
Экономические	18,9	22,0	2
Экологические	16,9	19,7	3
Система охраны здоровья (СОЗ)	13,7	16,7	4
Система жизнеобеспечения (СЖО)	12,8	15,0	5
Целевая программа по охране здоровья населения	23,1	26,6	1

Следовательно, смертность среди лиц старше трудоспособного возраста представляет многофакторную проблему, которая существенно зависит от экономических, экологических факторов, функции системы охраны здоровья, системы жизнеобеспечения и наличия целевых программ по охране здоровья населения [1–3].

Таким образом, снижение смертности населения в старших возрастных группах без устранения неблагоприятных экономических, экологических факторов, улучшения функции системы жизнеобеспечения, охраны здоровья, а также внедрения целевых программ по охране здоровья населения не представляется возможным.

Выводы:

1. Показатели смертности лиц старше трудоспособного возраста существенно зависят от влияния комплекса неблагоприятных экономических, экологических факторов, системы жизнеобеспечения, охраны здоровья, наличия целевых комплексных программ по охране здоровья населения.

2. С помощью многофакторного анализа установлено, что наиболее сильное влияние на смертность среди лиц старше трудоспособного возраста оказывают: отсутствие целевых программ по охране здоровья населения (27,7 % (η^2, $p < 0{,}001$)), экологические (19,7 % (η^2, $p < 0{,}001$)), экономические факторы (22,2 % (η^2, $p < 0{,}001$)), а также система жизнеобеспечения (15,0 % (η^2, $p < 0{,}001$)), охраны здоровья (12,8 % (η^2, $p < 0{,}001$)).

3. В результате исследования полученные данные могут быть реализованы в планировании, составлении региональных, интегральных, целевых комплексных программ по снижению смертности населения, в том числе и среди лиц старше трудоспособного возраста.

Список литературы

1. Архипов И.В., Гурьянова Н.С., Симонова А.В. [и др.]. Рациональное питание пожилых // Возрастассоциированные и гендерные особенности здоровья и болезни: материалы международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 25–39.

2. Григорьева Н.С. Государственная политика по охране здоровья пожилых людей и снижения смертности: опыт Японии // Экономическая наука современной России. – 2007. – № 91. – С. 61–69.

3. Зудин А.Б., Щепин В.О. Глобальные вызовы для российского здравоохранения // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. – 2016. – № 5. – С. 41–45.

4. Константинова В.П., Сертин А.А. Формы сохранения двигательной активности в пожилом возрасте // Актуальные вопросы физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры. – 2017. – С. 176–178.

5. Максимова Т.М., Лушкина Н.П. Состояние здоровья и проблемы медицинского обеспечения пожилого населения. – М.: Персэ, 2012. – 224 с.

6. Образ жизни и факторы риска здоровью сельского населения пожилого возраста / Н.Х. Шарафутдинова, Э.Ф. Киреева, М.Ю. Павлова [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2010. – Т. 5, № 1. – С. 5–8.

7. Первичная медико-санитарная помощь: механизмы совершенствования / В.И. Стародубов, А.А. Калининская, И.М. Сон [и др.]. – Вена, 2016. – 118 с.

8. Полунина Н.В. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник для студентов медицинских вузов. – М.: Агентство «МедИнформ», 2010. – 543 с.

9. Филиппова Е.В. Развитие выносливости у пожилых людей в процессе занятий спортивно-оздоровительным туризмом // Физическая культура, спорт. Наука и практика. – 2015. – № 1. – С. 26–29.

10. Хабриев Р.У., Шипова В.М., Маличанко В.С. Государственные гарантии медицинской помощи. – М., 2017. – 171 с.

11. Халфин Р.А., Оганов Р.Г. Проблемы медицинской профилактики неинфекционных заболеваний в современных условиях // Проблемы управления здравоохранением. – 2007. – № 1. – С. 26.

12. Худик В.А., Тельнюк И.В. Социально-личностные детерминанты активности человека в пожилом возрасте // Академия профессионального образования. – 2016. – № 3 (57). – С. 33–38.

13. Шабалин В.Н. Здоровье пожилых // Менеджер здравоохранения. – 2012. – № 7. – С. 76–80.

Альтернативные методы исследования санитарно-эпидемиологического состояния среды технологического окружения пищевых производств

О.В. Тонко[1], Н.Д. Коломиец[1], О.Н. Ханенко[1], Н.В. Дудчик[2]

[1]ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»,
[2]РУП «Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь

Проведены исследования среды технологического окружения пищевых производств биолюминесцентным анализом аденозинтрифосфата. Установлено, что для определения уровня чистоты поверхностей необходимо определить предельные значения АТФ для каждого пищевого производства при помощи классических микробиологических методов и отслеживать их в динамике в процессе выполнения программ производственного контроля безопасности на пищевом предприятии.

Ключевые слова: смывы, микробиота, АТФ, люминометрия, пищевые производства.

Пищевая промышленность несет ответственность за выпуск безопасной и качественной продукции, поэтому обеспечение качества производственной среды пищевых предприятий является важным превентивным подходом. Для улучшения контроля требуется выявление конкретных ниш в производстве и переработке пищевых продуктов, проверке эффективности применяемых санитарно-гигиенических процедур и постоянный мониторинг [4]. Тщательная оценка риска по безопасности пищевых продуктов должна быть проведена, чтобы определить, какой мониторинг нужен технологической среде, какой микроорганизм или индикаторная группа подлежат исследованию, как проводить оценку и корректировку полученных результатов [5].

Многие новые быстрые и автоматизированные методы для микробиологического тестирования среды пищевого предприятия становятся доступны, и регулярно внедряются в практику государственного санитарного надзора. Однако их принятие зависит от нескольких факторов, в том числе от скорости (время до результата), специфичности, селективности, точности и воспроизводимости. Другие стороны, которые следует учитывать, это простота использования, стоимость, реагенты, расходные

материалы, необходимость в обучении, доступность технической поддержки и принятие нормативных документов [8].

В настоящее время в практику работы микробиологических лабораторий внедрен ряд горизонтальных методов отбора проб с поверхностей с использованием контактных чашек и тампонов на аппликаторах. Для выполнения оперативного санитарно-микробиологического контроля качества пищевых продуктов и мониторинга гигиенического состояния поверхностей технологического оборудования необходима разработка альтернативных, быстрых методов микробиологического анализа [2, 9].

Целью работы являлось исследование объектов окружающей среды пищевых производств быстрым методом – АТФ-люминометрией – и разработка алгоритма его использования для оценки санитарно-эпидемиологического состояния технологической среды пищевых производств.

Проведены исследования объектов окружающей среды пищевых производств с использованием микробиологических и экспресс-методов на пищевом предприятии. Исследовались пробы, отобранные с различных объектов окружающей среды пищевых производств, с установлением зон и точек постоянного мониторинга и надзора за санитарно-эпидемиологическим состоянием объекта.

Для оперативного контроля в производственных условиях часто существует необходимость использовать косвенные методы детекции микробных клеток. Например, биолюминесцентный анализ аденозинтрифосфата (АТФ), является методом, рекомендованным для оценки чистоты окружающей среды на поверхностях. Из-за легкости, с которой могут быть выполнены определения АТФ, этот метод рассматривается многими авторами как альтернатива классическим микробиологическим исследованиям [3, 6].

Проведена оценка микробного статуса среды технологического окружения пищевых производств методом АТФ-биолюминесценции при помощи тестов АТФ UltraSnap для твердой поверхности, предназначенного для использования с люминометром компании Hygiena. Данный тест и люминометр составляют систему, используемую для контроля санитарно-эпидемиологического состояния технологического оборудования и других объектов в различных отраслях. Принцип работы системы основан на измерении АТФ, – универсальной энергетической молекулы, встречающейся в клетках животных, растений, бактерий, дрожжевых и плесневых грибков. Все продукты растительного или животного происхождения, загрязнения, оставляемые людьми при прикосновении к исследуемой поверхности, содержат АТФ, причем микробное загрязнение представляет собой лишь относительно небольшую долю от общего АТФ. Остатки продуктов органического происхождения, оставшиеся на поверхности, также содержат АТФ. Правильная очистка поверхностей значительно сокращает количество источников АТФ. При взятии пробы, когда АТФ вступает во взаимодействие с уникальным жидким реагентом люциферазой, которая содержится в тесте UltraSnap, испускается свет, что количественно прямо пропорциональный количеству АТФ в пробе. Люминометр измеряет интенсивность испускаемого света и представляет результаты в относительных световых единицах – RLU. Результат RLU предоставляет информацию об уровне загрязнения за несколько секунд.

С целью изучения чистоты и санитарно-эпидемиологического состояния поверхностей проведены исследования смывов с технологического оборудования, рук

персонала и спецодежды пищевого предприятия. Для разработки методики определения уровней оценки чистоты поверхностей окружающей среды пищевых производств проведено сравнение значений АТФ-люминометра в RLU с полученными значениями числа микроорганизмов при культивировании посевов смывов на чашках Петри с питательной средой МПА, приготовленной в лаборатории и на готовых коммерческих средах (КОЕ/100 $см^2$). Измерения АТФ производили несколько раз, записывая средний результат (таблица).

Результаты исследования объектов окружающей среды пищевого производства во время функционирования предприятия

Наименование объекта	АТФ, RLU	Чашки Петри, КОЕ/100 $см^2$
Стол (для разделки рыбы)	7485	$3{,}2 \cdot 10^4$
Моечная машина (щетка)	9592	$1{,}3 \cdot 10^7$
Рыба после мойки	8701	$2{,}6 \cdot 10^4$
Разделочная доска	676	$1{,}0 \cdot 10^8$
Филе готовое к заморозке	234	$2{,}0 \cdot 10^6$
Порционер до работы (лента)	1105	$2{,}1 \cdot 10^6$
Упаковочная машина (до работы)	40	Нет роста
Упаковочная машина (до работы)	50	Нет роста
Тележка для рыбы (до работы)	394	$1{,}2 \cdot 10^6$
Ведро хранения соленой рыбы	15	$1{,}2 \cdot 10^6$
Решетка и шампур для копчения с готовой продукцией	2	Нет роста
Стол упаковки готовой продукции	107	Нет роста
Рыба на копчении (скумбрия, кожа)	8	Нет роста
Стеллаж для дефростации рыбы грязный	1347	$2{,}3 \cdot 10^9$
Разделочная доска + нож	112	Нет роста
Рыба после разделки и мойки (скумбрия, кожа)	58	Нет роста
Фартук в процессе работы	2329	$3{,}5 \cdot 10^4$
Соленая рыба (готовая продукция)	5	$2 \cdot 10^4$
Решетка для посола	33	$1{,}0 \cdot 10^8$
Ванна для посола	10	Нет роста
Селедка соленая на тушку (поверхность ножа)	16	Нет роста
Фартук, нарукавники, перчатки (готовая продукция)	32	$1{,}0 \cdot 10^7$

В результате исследования микробиоты среды технологического окружения на данном пищевом предприятии во время работы выделены штаммы стафилококков, энтеробактерий и др. Из 22 проб в 36 % смывов рост микроорганизмов не обнаружен, при этом в большинстве таких проб значения АТФ не превышали 100 RLU.

Согласно рекомендациям производителя люминометра Hygiena, чем выше уровень значения RLU, тем грязнее исследуемая поверхность. За критерии оценки несоответствия нормам гигиены и чистоты поверхностей производитель теста предлагает считать уровень значения более 30 RLU.

В ходе наших исследований только две точки отбора смывов показали уровень значения RLU меньше 30, что предлагается оценить как удовлетворительный результат. Основное число проб имели значения АТФ-люминесценции, в несколько раз превышающие предлагаемые критерии.

Выводы. Для проведения мониторинга оценки общего уровня гигиены с целью получения информации об уровне чистоты в тестовой среде рекомендуется

в дополнение к визуальному осмотру использовать системы мониторинга с помощью метода АТФ-биолюминесценции. Для применения этого метода в качестве инструмента вмешательства с целью проведения мероприятий по выявлению и устранению причин загрязнения поверхностей необходима разработка гигиенического норматива, определяющего предельные значения АТФ в смывах с объектов пищевых производств. Уровень предельного значения RLU может быть предварительно определен для каждого объекта при помощи классических микробиологических методов производителем пищевой продукции и отслеживаться в динамике в процессе выполнения программ производственного контроля безопасности на пищевом предприятии.

При использовании метода АТФ-биолюминесценции во время функционирования пищевого предприятия с целью быстрого выявления и устранения причин загрязнения поверхностей рекомендуется контролировать поверхности, не контактирующие с пищевыми продуктами, но тесно прилегающие к контактирующим с продуктом поверхностям (например, каркас оборудования, инструменты для обслуживания, защитные кожухи и т.д.).

Список литературы

1. Champiat D. Applications of biochemiluminescence to HACCP // Luminescence. – 2001. – Vol. 16. – P. 193–198. DOI: 10.1002/bio.647

2. Deibel V., Post L. Examining the Differences Between Pathogen Control Programs and Hygiene Monitoring [Электронный ресурс] // Wiley. – URL: https://www.foodqualityandsafety.com/article/examining-the-differences-between-pathogen-control-programs-and-hygiene-monitoring (дата обращения: 26.05.2020).

3. Fournier P.E., Drancourt M., Raoul D. New laboratory tools for emerging bacterial challenges // Clinical Infectious Diseases. – 2017. – Vol. 65, № 1. – P. 39–49. DOI: 10.1093/cid/cix405

4. Freier T., Shebuski J. Components in a Pathogen Environmental Monitoring Program [Электронный ресурс] // Wiley. – URL: https://www.foodqualityandsafety.com/article/components-for-an-effective-pathogen-environmental-monitoring-program (дата обращения: 26.05.2020).

5. Lakshmikantha Channaiah. Improving Environmental Controls [Электронный ресурс] // Wiley. – URL: from: https://www.foodqualityandsafety.com/article/improving-environmental-controls (дата обращения: 26.05.2020).

6. Logue J.B., Findlay S.E.G., Comte J. Microbial Responses to Environmental Changes in Microbiology [Электронный ресурс] // Frontiers in Microbiology. – 2015. – URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2015.01364/full (дата обращения: 08.05.2019).

7. Meat processing plant microbiome and contamination patterns of cold-tolerant bacteria causing food safety and spoilage risks in the manufacture of vacuum-packaged cooked sausages / J. Hultman, R. Rakhila, J. Ali [et al.] // Applied and Environmental Microbiology. – 2015. – Vol. 81, № 20. – P. 7088–7097. DOI: 10.1128/AEM.02228-15

8. Next generation of microbiological risk assessment: Potential of omics data for exposure assessment / H.M.W. den Bestena, A. Amézquita, S. Bover-Cid, S. Dagnas [et al.] // International journal of food microbiology. – 2018. – Vol. 287. – P. 18–27. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2017.10.006

9. Purnendu C.V. Using ATP Testing to Verify Cleaning and Sanitation [Электронный ресурс] // Wiley. – URL: https://www.foodqualityandsafety.com/article/using-atp-testing-to-verify-cleaning-and-sanitation (дата обращения: 26.05.2020).

Научное обоснование и применение биомаркеров экспозиции и эффекта в системе доказательства причинения вреда здоровью при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания

М.А. Землянова[1], Ю.В. Кольдибекова[1], А.Н. Пережогин[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия
[2]ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора, г. Иркутск, Россия

Представлены элементы научно-методических подходов, предлагаемых для решения задач установления причинно-следственных связей нарушений состояния здоровья при выявлении неприемлемого риска, обусловленного воздействием факторов среды обитания различного происхождения. Существующий опыт и результаты собственных научных исследований позволили разработать систему биомониторинга, включающую биомаркеры экспозиции и эффекта, предназначенную для формирования доказательной базы причинения вреда здоровью человека при негативном воздействии внешнесредовых и производственных химических факторов в микро- и нанодиапазоне. Научное обоснование разрабатываемой методологии базируется на принципах доказательной медицины, эпидемиологического анализа, теоретических знаниях и согласуется с международной практикой оценки риска.

Ключевые слова: неприемлемый риск, факторы среды обитания, биомаркеры экспозиции и эффекта, причинно-следственные связи, вред здоровью.

Повышение качества жизни российских граждан, укрепление здоровья, обеспечение стабильного демографического развития как основы воплощения политики структурной модернизации экономики и социально-экономического развития страны входят в перечень стратегических национальных приоритетов государственной политики Российской Федерации, представленных в ряде правовых актах [7, 8].

Обозначенные приоритеты в современных условиях актуализируют задачи необходимости повышения объективности и точности гигиенических оценок фактической реализации потенциальных угроз (рисков) в виде вреда здоровью населения, причиненного вследствие нарушения обязательных требований санитарного законодательства, исключения переоценки или недооценки расчетных значений рисков.

За истекший период органами и организациями Роспотребнадзора, в том числе научно-исследовательскими учреждениями, в рамках полномочий деятельности проделана значительная научно-методическая работа по развитию и совершенствованию подходов к организации и проведению санитарно-эпидемиологических исследований и экспертиз по установлению причин и предотвращению вредного воздействия факторов среды обитания на здоровье человека в зонах влияния хозяйствующих субъектов, что предусмотрено статьями 12–14, 17–22 Федерального закона № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [9]. Результаты экспертных

заключений являются основой обоснования системы компенсационных мер, важной составляющей которых является в том числе предупреждение и устранение вредного воздействия негативных факторов на здоровье посредством проведения комплекса адресных медико-профилактических мероприятий и принятия управленческих решений, направленных на снижение и устранение негативных последствий, связанных с вредным внешнесредовым воздействием факторов риска здоровью.

Для объективизации гигиенических оценок, включая оценку степени реализации рассчитанных рисков, уточнение выбора приоритетов и спектра эффективных мер митигации фактически свершившихся негативных последствий воздействия, предложено использовать результаты эпидемиологических и специальных углубленных медико-гигиенических исследований. Последние имеют целью доказательство причинения вреда здоровью лиц в зонах загрязнения.

Отправной точкой обеспечения эффективного обоснования причинности (каузации) для осуществления адекватных регулирующих мер в рамках реализации функций и полномочий Роспотребнадзора является развитие и совершенствование научно-методического обеспечения системы доказательств связей нарушений состояния здоровья с воздействием загрязнений среды обитания при выявлении неприемлемого риска. Согласно мнению экспертов ВОЗ, основным инструментом в оценке индивидуальных и популяционных рисков для здоровья населения, связанных с воздействием химических веществ, является обоснование и использование биомаркеров эффекта и экспозиции [11–13].

Данное направление активно развивается в ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», в рамках которого проводятся масштабные исследования для задач объективизации оценок [3, 6]. Разрабатываемые и опробуемые подходы к обоснованию биомаркеров экспозиции и эффекта и их использованию для установления причинно-следственных связей носят системный характер и базируются на совокупных результатах научного анализа опасности и риска, связанных с воздействием факторов среды обитания на человека, результатах гигиенических (натурных или расчетных) исследований качества объектов окружающей среды и контролируемых медико-биологических исследований состояния здоровья населения в селитебной зоне под экспозицией и вне ее. Медико-биологические исследования по выявлению фактов причиненного вреда, осуществляемые в соответствии с методическими указаниями [5], проводят направленно как в отношении критических для конкретных воздействий органов и систем [10], так и с учетом этиопатогенетических механизмов развития негативных эффектов в условиях комбинированных воздействий. Принципы построения исследований учитывают ключевые положения оценки хронической экспозиции, зависимости «доза – эффект» для воздействующего вещества, понятия приемлемости риска воздействия, особенности реакций организма человека в условиях комбинированных химических нагрузок, планы воздухоохранных мероприятий. Для этого в зоне под экспозицией и для проведения сравнительных оценок в зоне вне экспозиции осуществляют репрезентативную выборку лиц, подлежащих индивидуальному углубленному медицинскому обследованию. Для каждого индивидуума из сформированных репрезентативных групп проводят диагностические мероприятия, включающие химико-аналитические исследования биологических сред на содержание адекватных аэрогенной экспозиции химических веществ, общеклинические, биохимические, иммунологические, функциональные и др. исследования, клинический осмотр.

Полученные результаты обследования используют для постановки диагноза заболевания у индивидуумов в зоне под экспозицией на основании комплекса показателей и критериев, определяющих (или опровергающих) детерминированность заболевания воздействием химических веществ, т.е. причинение вреда здоровью.

Установление факта и определение степени тяжести причиненного вреда основано на разработанной системе показателей, базирующихся на оценке и подтверждении экспозиции, идентификации биомаркеров эффекта дифференцированно по критическим органам и системам, анализе системных связей маркеров экспозиции с маркерами негативного ответа. ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» обоснованы и внедряются в практику гигиенических оценок и экспертиз комплексы биомаркеров экспозиции и эффекта, разработанные для конкретных условий воздействия негативных факторов. Конкретными исследованиями показано, что у работников основных специальностей сильвинитового рудообогатительного производства (аппаратчик сушки, аппаратчик гранулирования, аппаратчик дозирования, центрифуговщик, фильтровальщик, транспортерщик, машинист мельниц) условия труда характеризуются сочетанным и комбинированным воздействием вредных химических (бензол, ксилол, толуол, метанол, формальдегид, аммиак, гидрохлорид, пыль, оксид азота и др.) и физических (общая вибрация, шум, нагревающий микроклимат) производственных факторов и оцениваются в соответствии с критериями и классификацией условий труда [11] как вредные. Класс условий труда по приоритетному производственному фактору (шуму) вредный (3.1–3.3). Конкретными исследованиями показано, что в условиях экспозиции шума в диапазоне от 82 до 95 дБА перечень установленных негативных эффектов (заболеваний) у профессиональной группы работников включает эндотелиальную дисфункцию, повышение давления, нарушение обмена липопротеидов. Обоснованными биомаркерами негативного эффекта являются повышенный уровень относительно физиологической нормы комплекса показателей: тиреотропный гормон гипофиза в сыворотке крови, малоновый диальдегид в плазме крови, интерлейкин-10 в сыворотке крови, липопротеин(а) в сыворотке крови [1].

У детей, проживающих в условиях аэрогенной хронической экспозиции загрязнений атмосферного воздуха компонентами выбросов алюминиевого производства, в качестве биомаркеров негативного эффекта со стороны ЦНС в виде астеновегетативного синдрома обоснован комплекс из шести показателей: глутаминовая кислота, гидроперекиси липидов, нейронспецифическая энолаза, фосфор в сыворотке крови, 8-гидрокси-2-деоксигуанозин в моче, асимпатико-тонический тип вегетативной реактивности (при обязательном участии каждого показателя без исключения). При установлении ассоциированности с экспозицией алюминия должен использоваться весь комплекс биомаркеров без исключения.

Показано, что при содержании в атмосферном воздухе селитебной застройки гидрофторида (в пересчете на фтор) на уровне от 1,5 $ПДК_{сс}$ и выше, фторидов неорганических плохо растворимых и диАлюминия триоксида (в пересчете на алюминий) – на уровне от 0,5 $ПДК_{сс}$ и выше формируется суммарная хроническая аэрогенная экспозиция факторов, тропных к костной системе, на уровне от 0,04 мг/(кг·сут) и выше. У детей, подвергающихся длительной суммарной аэрогенной экспозиции указанных факторов, риск развития заболеваний опорно-двигательного аппарата, относящихся к классу болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани (по МКБ-10 М.00–М.99) в виде деформирующей

дорсопатии (М.43), сколиоза (М.41), остеопенического синдрома (М.89), плосковальгусной стопы (М.21), превышает приемлемый уровень ($HI \leq 1$) от 2,5 раза и выше. Связь болезней опорно-двигательного аппарата у детей с аэрогенной экспозицией алюминия, гидрофторида, фторидов неорганических плохо растворимых от 5 раз и выше (CI = 4,0–12,8) превышает приемлемый уровень ($OR > 1$). Маркерами ингаляционной экспозиции диАлюминия триоксида (в пересчете на алюминий) и гидрофторида (в пересчете на фтор) являются концентрации алюминия и фторид-иона в моче. Критерием повышенной опасности нарушения ремоделирования костной ткани является уровень алюминия в моче от 0,007 мг/дм^3 и выше, фторид-иона в моче от 0,20 мг/дм^3 и выше. В качестве биомаркеров негативного эффекта со стороны опорно-двигательного аппарата в условиях длительной аэрогенной комбинированной экспозиции алюминия и гидрофторида рекомендуется применять этиопатогенетически связанный между собой комплекс из шести маркерных показателей (с обязательным участием каждого биомаркера без исключения): 8-гидрокси-2-деоксигуанозин в моче от 281,6 нг/см^3 и выше, гидроперекиси липидов в сыворотке крови от 350 мкмоль/дм^3 и выше, С-концевые телопептиды в сыворотке крови от 2,50 нг/мл и выше, тартат-резистентная кислая фосфатаза в сыворотке крови от 3,50 Е/дм^3 и выше, ионизированный кальций в цельной крови от 1,1 моль/дм^3 и выше, фосфор в сыворотке крови от 2,26 ммоль/дм^3 и выше [2].

Накопленный многолетний опыт и масштабная информационная база обеспечили разработку обязательных гигиенически и медико-биологически квалифицирующих признаков причинения вреда здоровью. Применение обязательных квалифицирующих признаков позволяет устанавливать факты причинения вреда здоровью и оценивать степень его тяжести. В ходе углубленной оценки реализации рисков здоровью детей в зонах экспозиции химических факторов, обусловленной неудовлетворительным качеством атмосферного воздуха от источников выбросов производств глинозема (индекс опасности развития заболеваний органов дыхания HI = 50,1), позволила установить обязательные гигиенические и медико-биологические квалифицирующие признаки причинения вреда здоровью. Признаки включают: наличие хронического заболевания органов дыхания, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора (диагноз по МКБ-10 J30.4, J35.0, J31.1, J45.0); подверженность аэрогенной экспозиции в течение 4–7 лет; высокий риск развития заболевания органов дыхания ($HI > 5$); достоверно связанное с экспозицией (на популяционном уровне) повышенное содержание от 6 до 8 биомаркеров экспозиции (на 20 % и более фонового или референтного уровня в крови марганец, медь, хром, никель, формальдегид, о-ксилол; в моче фторид-ион, алюминий); изменение от 10 до 13 биомаркеров негативных эффектов: снижение функции внешнего дыхания и суммарного объема воздушного потока через носовые полости на 15 % и более нижней границы физиологической нормы; повышенный уровень на 15 % и более верхней границы физиологической нормы биохимических и иммунологических показателей; отсутствие иных причин выявленного заболевания кроме факторов существующей аэрогенной экспозиции. Применение обязательных квалифицирующих признаков позволило установить, что в репрезентативной выборке экспонированных детей формируемый риск здоровью у 25 % реализуется в виде фактически причиненного вреда легкой (29 % случаев) и средней тяжести (71 % случаев), проявляющегося в виде дополнительных случаев (2 сл./чел./год) хронических заболеваний органов дыхания (аллергический ринит, хронический тонзиллит, хро-

нический назофарингит, бронхиальная астма), детерминированных аэрогенным химическим фактором (вклад марганца, меди, алюминия, о-ксилола, фтора, никеля, формальдегида, хрома (VI) от 9 до 53 %). У 65 % детей выявленное хроническое заболевание органов дыхания вероятностно ассоциировано с аэрогенным воздействием взвешенных веществ, азота оксида, азота диоксида, углерода черного, серы диоксида, пыли с SiO_2 20–70 %, толуола, ванадия (V) (вклад от 12 до 50 %). У 10 % детей связи заболеваний органов дыхания с воздействием аэрогенного химического фактора не установлено [4].

Таким образом, накопленный научно-практический опыт использования биомаркеров эффекта и экспозиции в системе доказательства причинения вреда здоровью в условиях воздействия факторов среды обитания позволяет с высокой степенью эффективности решать поставленные задачи и дает возможность предложить регионам Российской Федерации научно-методическую, организационную и практическую помощь.

Список литературы

1. Биомаркеры производственно обусловленной эндотелиальной дисфункции у работников рудообогатительных производств в условиях длительной экспозиции шума / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, Д.М. Шляпников [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 56–62.

2. Жданова-Заплесвичко И.Г., Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В. Биомаркеры 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.

3. 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. 14–27.

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. МУ 2.1.10.3165-14 от 23.05.2014. Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания. – М., 2014. – 68 с.

6. Научные принципы применения биомаркеров в медико-экологических исследованиях / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.П. Чащин [и др.] // Экология человека. – 2019. – № 9. – С. 4–14.

7. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://base.garant.ru/71937200/ (дата обращения: 19.03.2014).

8. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74304210/ (дата обращения: 19.03.2014).

9. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/9623668e26ae76f8736b1c6deb435c77586dca4d/ (дата обращения: 19.03.2014).

10. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 05.03.2004. – М., 2004. – 144 с.

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

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

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

Мобильные телефоны в школе как фактор риска нарушений здоровья в условиях современной образовательной среды

И.И. Новикова, Н.А. Зубцовская, М.А. Лобкис, М.А. Кузьменко

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

Приводятся данные результатов исследования, проводимого в 2020 г. в целях мониторинга введения ограничительных мероприятий на использование мобильных устройств связи школьниками. Исследование включало в себя два этапа социологического опроса, оценку динамики нарушений зрения, умственной работоспособности, психоэмоционального состояния, двигательной активности у детей двух групп наблюдения. Оценка риска возникновения нарушений здоровья в группе, использующей мобильные телефоны, проводилась с помощью методики отношения шансов.

Установлено, что достоверно риск возникновения патологических рефракций в группе контроля выше, чем в группе наблюдения только в подгруппах детей с нормальным зрением и предмиопией, показатель отношения шансов в группе с миопией был ниже единицы. При оценке шансов снижения умственной работоспособности в динамике к последнему уроку установлено, что достоверно риск снижения умственной работоспособности по показателю «Эффективность работы» в группе детей, использующих мобильные телефоны в школе, выше, чем

в группе наблюдения в два раза. Анализ отношения шансов выявил, что у детей, не имеющих возможности пользоваться мобильным телефоном в течение учебного дня, шансы высокого уровня тревожности в 1,8 раза выше, чем у детей, не имеющих ограничений в пользовании мобильным телефоном в течение дня. Результаты заключительного этапа мониторинга могут служить доказательством влияния длительного использования мобильных телефонов в школе на увеличение рисков ухудшения зрения, снижения умственной работоспособности, внимательности, уменьшения двигательного компонента режима учащихся во время перемен.

Ключевые слова: мобильные телефоны, риски здоровью, отношение шансов.

Мобильные телефоны стали неотъемлемой частью современной жизни как взрослых, так и детей. Небольшой размер экрана смартфона, шрифта, вынужденная поза создают предпосылки возникновения нарушений зрения, осанки, появления головных болей. Возможность использования телефона не только для поиска необходимой информации, но и длительного общения в социальных сетях формирует привыкание и психологическую зависимость. В условиях высокой учебной загруженности ребенка и дефицита оптимальной двигательной активности современный ребенок дополнительно и добровольно испытывает повышенные риски нарушения здоровья за счет нерегулируемого по времени использования мобильного телефона (смартфона). Проблема предпочтительного времяпрепровождения школьников на переменах и дома со смартфонами в противоположность активному отдыху и общению со сверстниками остается актуальной.

Ранний возраст начала использования устройств мобильной связи и длительное время их использования являются факторами, ведущим к нарушениям психики, о чем свидетельствуют результаты международных исследований [4, 7]. У детей формируется гиперактивность, повышенная раздражительность [1], снижается долговременная память и умственная работоспособность [6], нарушаются коммуникативные способности, отмечается расстройство сна [9].

Несмотря на отсутствие доказанности канцерогенного влияния ЭМП РЧ современных мобильных устройств связи на здоровье человека, международная организация здравоохранения содействует исследованиям по изучению возможного неблагоприятного воздействия радиочастот на здоровье ребенка, и рекомендует ограничивать время их использования. Так, специалисты Канадского сообщества педиатров не рекомендуют давать гаджеты детям до 2 лет. Для детей 3–5 лет время на гаджеты должно ограничиваться 1 ч в день. С 6 до 18 лет можно пользоваться гаджетами не более 2 ч в день [10].

Для оценки распространенности использования мобильных телефонов среди детей и подростков, а также эффектов их воздействия на школьников в период их нахождения в школе было организовано и проведено анкетирование и экспериментальное исследование. Анкетирование проводилось с помощью специально разработанного кросс-платформенного программного средства[1]. Экспериментальный этап исследования проводился на базе школ г. Новосибирска. Изучались вопросы режима и продолжительности использования гаджетов в повседневной жизни об осведомленности детей о мерах безопасного использования мобильных телефонов.

[1] Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2020615135 от 18.05.2020 «Анкетирование школьников, родителей, учителей и директоров общеобразовательных организаций по вопросам порядка использования мобильных телефонов».

В первом этапе анкетирования приняли участие 1 193 630 респондентов (родители, учителя, школьники). Результаты анкетирования свидетельствовали об эффективности ограничительных мероприятий: так, 73,1 % респондентов отмечали повышение концентрации внимания вовремя уроков; 70,3 % указывали на повышение умственной работоспособности; 51,4 % свидетельствовали о восстановлении утраченных вербальных коммуникаций во время перемен между детьми и педагогами; 59,0 % респондентов указали на увеличение двигательного компонента во время перемен; 69,6 % респондентов указали на снижение тревожности, обусловленной потерей телефона, и 79,7 % – в связи с ожиданием звонка или сообщения.

В ходе второго этапа анкетирования (респонденты-школьники) установлено, что использование смартфонов занимает лидирующие позиции по длительности использования, в сравнении с другими гаджетами, очевидно объясняя это своим удобством пользования. Так, из 382 детей, отметивших смартфон как один из основных гаджетов, которые они используют в течение дня, 37 % (140) используют его более 3 ч, по 8 % (85 и 87) детей используют его 2 и 3 ч, 14 % (53) – до часа в день и только 4 % (17) до 30 мин в день. Следующим по популярности использования идет стационарный компьютер или ноутбук. Среднее время использования компьютеров составляет до 30 мин в день – у 31 % (65), до часа – у 20 % (43) и 2 ч – у 25 % (52). Среднее время пользования ноутбуком до 30 мин – у 65 % (66). Игровые приставки, ридеры и другую технику дети используют реже – в среднем не более 2 ч в день (табл. 1).

Таблица 1

Среднее время длительности использования каждого из видов гаджетов школьниками в течение дня

Время	Компьютер		Ноутбук		Планшет		Смартфон		Игровые приставки		Другое (ридер, плеер, смарт-часы)	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
До 30 мин	65	31	69	34	66	65	17	4	46	46	40	51
До 1 ч	43	20	52	25	13	13	53	14	23	23	21	27
До 2 ч	52	25	38	19	8	8	85	22	18	18	6	8
До 3 ч	27	13	29	14	8	8	87	23	5	5	4	5
Более 3 ч	25	12	17	8	7	7	140	37	8	8	8	10
Всего	212	100	205	100	102	100	382	100	100	100	79	100

Анализ проведенного анкетирования выявил следующую проблему: около 37 % респондентов тратят ежесуточно более 3 ч в день на «общение» со своим мобильным телефоном, а значит являются «активными» пользователями мобильных телефонов и подвержены риску возникновения негативных последствий. Анкета также содержала ряд вопросов для оценки осведомленности детей о возможных нарушениях здоровья и чувстве дискомфорта, которые могут проявляться при длительном использовании смартфона, а также для выяснения их субъективных ощущений, которые они могут связать, по их мнению, с использованием гаджета.

По мнению школьников, самым частым негативным проявлением при длительном использовании телефона является нарушение зрения – 61 % (241), при этом 24 % опрошенных (93) сами отмечают данные нарушения у себя. На второе

место из негативных проявлений ученики ставят зависимость от гаджета – 49 % (192). И на третьем месте размещается ответ «головные боли» – 33 % (129 вариантов ответа) и ответ «уменьшение времени живого общения между сверстниками и родными» – 33 % (129 вариантов). Далее самый частый ответ – это нарушение сна – 30 % (117 вариантов ответа). Также дети отмечают нарушение осанки – 29 % (115 вариантов ответа), общее перенапряжение организма – 22 % (87 вариантов ответа), снижение концентрации и памяти – 16 % (63 варианта ответов), необоснованная агрессия – 15 % (60 вариантов). При этом 11 % опрошенных (45) уверены, что никакого вреда от частого использования не будет и 5 % (19) не знают, какие последствия возможны.

По субъективным ощущениям при длительном использовании мобильного телефона дети отмечают: сухость и дискомфорт глаз – 27 % (106), головные боли – 27 % (106), проблему с засыпанием – 25 % (97), снижение зрения – 24 % (93), ухудшение внимания и концентрации – 19 % (74), ухудшение осанки – 16 % (64), ухудшение памяти – 9 % (35), снижение слуха – 2 % (8) (табл. 2).

Таблица 2

Распределение ответов респондентов о появлении субъективных ощущений при длительном использовании мобильных телефонов

Субъективные ощущения	Всего, $n = 392$		Группа контроля, $n = 210$		Группа наблюдения, $n = 182$	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Ухудшение зрения	93	24 %	57	27 %	36	20 %
Сухость глаза, дискомфорт	106	27 %	52	25 %	54	30 %
Ухудшение слуха	8	2 %	6	3 %	2	1 %
Ухудшение осанки	64	16 %	33	16 %	31	17 %
Головные боли	104	27 %	57	27 %	47	26 %
Проблема с засыпанием	97	25 %	55	26 %	42	23 %
Ухудшение памяти	35	9 %	18	9 %	17	9 %
Ухудшение внимания, концентрации	74	19 %	38	18 %	36	20 %
Общее перенапряжение	85	22 %	51	24 %	34	19 %

Также выявлена проблема отсутствия знаний у школьников или пренебрежение правилами безопасного пользования мобильного телефона – в своем большинстве (76 %) школьники пользуются телефоном непосредственно перед сном, а также кладут телефон рядом с собой на ночь (34 %), больше половины всех опрошенных (54 %) носят мобильный телефон в достаточной близости к телу, в карманах, а 19 % постоянно носят его в руках.

Значительно больше половины респондентов (65 %) положительно относятся к введенным ограничениям использования телефона во время уроков.

Особый интерес анкетирования представляли вопросы, заданные школьникам с целью выявления проблем с засыпанием и непосредственным использованием гаджета перед сном. Определено, что 76 % (296) от опрошенных проводят время перед сном со смартфоном, при этом 34 % (135) учащихся кладут устройство рядом во время сна и 17 % (65) детей испытывают проблемы с засыпанием или отмечают дискомфорт во время сна.

При этом таблица сопряженности иллюстрирует, что доля детей, испытывающая проблемы с засыпанием, достоверно выше среди тех, кто использует смартфон перед сном, – 54 (18,3 %), по сравнению с теми, кто засыпает без него, – 11 (11,6 %). Однако достоверной связи между тем, где лежит смартфон во время сна, и нарушениями сна выявлено не было. При сопряжении двух возможных факторов с проблемой с засыпанием выявлено, что если ребенок использует смартфон перед сном и кладет его рядом, то доля учеников с нарушениями сна и процесса засыпания достоверно выше – 24 (18,3 %) против 7 (9,1 %) (табл. 3).

Таблица 3

Таблица сопряженности ответов респондентов о возникающих проблемах со сном

Использование смартфона перед сном	Нет проблем со сном	Есть проблемы со сном
Нет, абс. (%)	84 (88,4)	11 (11,6)
Да, абс. (%)	242 (81,7)	54 (18,3)
$p \leq 0{,}05$		
Смартфон: во время сна находится рядом	Нет проблем со сном	Есть проблемы со сном
Нет, абс. (%)	70 (90,9)	7 (9,1)
Да, абс. (%)	94 (79,6)	24 (18,3)
$p \leq 0{,}05$		

У детей, использующих сотовый телефон в школе во время перемен, отмечалась выраженная гиподинамия, в том числе 67,5 % детей просматривали информацию в телефонах в положении стоя и сидя, находясь в вынужденной позе, что способствует формированию избыточной нагрузки на шейный отдел и определяет дополнительные риски нарушений осанки и зрения. Удельный вес детей с нарушением осанки, выявленной с помощью оптического топографа, по данной группе составил 65,8 % против 40,2 % по группе не использовавших сотовые телефоны во время перемен.

При проведении экспериментального этапа исследования изучаемая когорта школьников была поделена на две однородные по половозрастному составу группы – обучающиеся, использующие мобильный телефон во время уроков и перемен (группа контроля), и обучающиеся, которые находились в условиях полного ограничения использования мобильного телефона в школе (группа наблюдения).

Для оценки изучаемого фактора риска (использование мобильного телефона) на возникновение нарушений зрения, снижения умственной работоспособности, изменений психоэмоционального состояния обследованных школьников рассчитывалось отношение шансов (*OR*), показывающее, во сколько раз шанс иметь нарушения здоровья в группе детей, которые использовали смартфон во время уроков и перемен, выше, чем в группе без использования смартфона во время учебного дня. Для оценки достоверности наличия связи «воздействие – ответ» рассчитывался 95%-ный доверительный интервал, в переделах которого находилось истинное значение показателя отношения шансов. Если доверительный интервал не включает «1», т.е. оба значения границ или выше, или ниже «1», делается вывод о статистической значимости выявленной связи между фактором и исходом при уровне значимости $p < 0{,}05$ [3].

Всего обследовано офтальмологом 228 учащихся группы контроля и 226 учащихся группы наблюдения. Для углубленного исследования зрительных функций детей в каждой группе исследования были сформированы три подгруппы: первая подгруппа – учащиеся с нормальным зрением, вторая подгруппа – учащиеся с пред-

миопией, оптической коррекцией не пользуются, третья подгруппа – учащиеся со снижением зрения (миопия), оптической коррекцией пользуются. С целью динамики нарушений зрения в течение учебного дня исследование проводилось трехкратно после первого урока, после третьего урока и после последнего урока, оценивались показатели рефракции с учетом количества рефракций, отражающих нормальный резерв аккомодации, и количества рефракций, отклоняющихся от нормальных значений (патологические рефракции).

При предварительном осмотре офтальмологом установлено, что в группе контроля количество детей с нарушением зрения достоверно выше (110), чем в группе наблюдения (72) (*OR* = 1,8, *SE* = 0,23, ДИ (1,17–2,7)). При оценке шансов появления патологических рефракций у детей в течение дня установлено, что достоверно риск возникновения патологических рефракций в группе контроля выше, чем в группе наблюдения только в подгруппах детей с нормальным зрением и предмиопией, показатель отношения шансов в группе с миопией оказался ниже единицы. При этом шансы возникновения патологических рефракций в подгруппе с предмиопией в 3,5 раза выше в группе контроля, чем в группе наблюдения (*OR* = 3,5, *SE* = 0,2, ДИ (2,1–5,6)) и только в 1,7 раза выше в подгруппе с нормальным зрением (*OR* = 1,7, *SE* = 0,29, ДИ (1,1–3,1)) (табл. 4).

Таблица 4

Распределение обследованных с выявленными нарушениями нормальных значений рефракции в соответствии с подгруппами (абс.)

Параметр	Нарушения зрения	Нарушений зрения нет	Всего
Использующие телефон (группа контроля)	110	76	186
Неиспользующие телефон (группа наблюдения)	72	89	161
Подгруппа 1 (с нормальным зрением)			
	Патология рефракции	Норма рефракции	Всего
Использующие телефон (группа контроля)	38	118	156
Неиспользующие телефон (группа наблюдения)	24	132	156
Подгруппа 2 (с предмиопией)			
Использующие телефон (группа контроля)	114	42	156
Неиспользующие телефон (группа наблюдения)	68	88	156
Подгруппа 3 (с миопией)			
Использующие телефон (группа контроля)	77	79	156
Неиспользующие телефон (группа наблюдения)	81	75	156

Динамика умственной работоспособности оценивалась по методике Шульте показателям эффективности работы и врабатываемости также трехкратно в течение учебного дня. Обследовано 100 учащихся группы контроля и 101 учащийся группы наблюдения. При оценке шансов снижения умственной работоспособности по показателю «Эффективность работы» в динамике к последнему уроку установлено, что достоверно риск снижения умственной работоспособности в группе контроля выше, чем в группе наблюдения в 2 раза (*OR* = 2,1, *SE* = 0,3, ДИ (1,05–4,2)), по показателю «Врабатываемость» риск сниженной врабатываемости после последнего урока выше в группе контроля, чем в группе наблюдения, в 2,4 раза (*OR* = 2,4, *SE* = 0,3, ДИ (1,4–4,3)) (см. табл. 4).

Оценка уровня тревожности проводилась с помощью цветового теста Люшера. Было установлено, что уровень тревожности достоверно выше у детей группы наблюдения, то есть не использующих мобильный телефон ($p \leq 0,05$; $t > 2$), что может свидетельствовать о формирующейся зависимости от смартфонов и возникающей на этом фоне тревожности в связи с невозможностью частой проверки звонков, смс-сообщений, сообщений в соцсетях и невозможностью снятия напряжения с помощью игровых приложений [2, 5, 8]. Анализ отношения шансов выявил, что у детей, не имеющих возможности пользоваться мобильным телефоном в течение учебного дня, шансы высокого уровня тревожности в 1,8 раза выше, чем у детей, не имеющих ограничений в использовании мобильным телефоном в течение дня (*OR* = 1,8, *SE* = 0,2, ДИ (1,01–3,1)) (табл. 5).

Таблица 5

Распределение обследованных в соответствии с показателями умственной работоспособности, психоэмоционального состояния (абс.)

Эффективность работы к концу учебного дня	Удовлетворительная и низкая	Высокая и хорошая	Всего
Использующие телефон (группа контроля)	27	73	100
Неиспользующие телефон (группа наблюдения)	15	86	101
Врабатываемость к концу учебного дня	Неудовлетворительная	Хорошая	Всего
Использующие телефон (группа контроля)	60	40	100
Неиспользующие телефон (группа наблюдения)	38	62	101
Уровень тревожности	Эмоцион. напряжение и состояние дезадаптации	Отсутствие тревожности	Всего
Неиспользующие телефон (группа наблюдения)	63	41	104
Использующие телефон (группа контроля)	44	51	95

Выводы. Проведенные мониторинговые исследования характеризуются рядом положительных моментов, которые позволяют в целом позитивно оценить эффективность введенных ограничений в школах:

– результаты социального опроса показали заинтересованность и в большинстве случаев положительную оценку введенных ограничений педагогами и родителями;

– проведенное анкетирование обучающихся выявило проблему «активных» пользователей мобильных телефонов, а исследования – проблему смартфонзависимости у современных школьников, что является отражением таковой тенденции во всем мире, что также подтверждают данные литературных источников. Результаты анкетирования демонстрируют проблему плохой осведомленности современных школьников о правилах безопасного пользования мобильными телефонами;

– результаты заключительного этапа мониторинга могут служить доказательством влияния длительного использования мобильных телефонов в школе на увеличение рисков ухудшения зрения, снижения умственной работоспособности, внимательности, уменьшения двигательного компонента режима учащихся во время перемен, что подтверждается результатами расчетов по методике «отношение шансов».

Список литературы

1. Бозаджиев В.Л. Электронные аддикции, их виды и психологические характеристики // Теоретические и прикладные проблемы науки о человеке и обществе: социальный, правовой, экономический аспекты: монография. – 2020. – С. 127–149.

2. Кабешева А.А. Изучение эмоциональных состояний студентов в зависимости от условий использования мобильного телефона // Международна научна школа «Парадигма». Лято-2015: сборник научни стати: в 8 т. / под ред. А.В. Берлова, Л.Ф. Чупрова. – 2015. – С. 137–151.

3. Красько О.В. Статистический анализ данных в медицинских исследованиях: в 2 ч. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2014. – Т. 1. – 127 с.

4. Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н. Гаджеты и их использование учащимися во внешкольной деятельности // Новые исследования. – 2019. – № 1. – С. 15–24.

5. Матвеева А.А., Корчак Е.В. Исследование подверженности студентовзависимости от мобильных телефонов // Вестник педагогического опыта: научно-методический журнал. Серия «Математика и информатика». – 2019. – № 44. – С. 129–132.

6. Почтарькова Т.П., Солопов Д.Ю., Тюняева А.А. Вред мобильных телефонов // Наука и образование. – 2020. – Т. 3, № 2. – С. 147.

7. Салиева О.К., Атоев А.К вопросу внедрения информационных технологий в образовательный процесс // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – 2019. – С. 319–322.

8. Cheever N.A., Rosen L.D., Carrier L.M. Out of sight is not out of mind: The impact of restricting wireless mobile device use on anxiety levels among low, moderate and high users // Computers in Human Behavior. – 2014. – № 37. – P. 290–297. DOI: 10.1016/j.chb.2014.05.002

9. Moreira G.A., Pradella-Hallinan M. Sleepiness in Children // Sleep Med. Clin. – 2017. – № 12. – P. 407–413. DOI: 10.1016/j.jsmc.2017.03.013

10. Screen time and young children: Promoting health and development in a digital world. Position Statement [Электронный ресурс] // Canadian Paediatric Society. – URL: https://www.cps.ca/en/documents/position/screen-time-and-young-children (дата обращения: 20.09.20).

Раздел II

Международная встреча RISE-2121. Санитарно-эпидемиологическая ситуация и риски здоровью в период пандемии COVID-19

Обзор ситуации и вопросы о пандемии COVID–19

Ж. Рейс[1], Р. Фрутос[2], А. Буге[3], А. Ле Фау[4], Г. Санднер[1], П.С. Спенсер[5], Дж. Роман[6]

[1]Университет Страсбурга,
г. Страсбург, Франция,
[2]Французский центр сельскохозяйственных исследований международного развития,
г. Монферье-Сюр-Лес, Франция,
г. Монпелье, Франция,
[3]Служба здравоохранения французской армии, Университет Клода-Бернара,
г. Виллербанн, Франция,
[4]Университет Лотарингии,
г. Нэнси, Франция.
[5]Орегонский университет здоровья и науки,
г. Портленд, США,
[6]Методистская больница Хьюстона,
г. Хьюстон, США

Через семнадцать месяцев после объявления Всемирной организацией здравоохранения 30 января 2020 г. о чрезвычайной ситуации в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение (PHEIC) в отношении распространения COVID-19, SARS-CoV-2 заразил более 145 млн человек во всем мире и убил более 3 млн. Мы критично изучаем информацию о происхождении вируса, когда и где произошли первые случаи заболевания людей, а также о различных клинических проявлениях COVID-19, которые повлияли на выбор лечения.

Официальный пациент «зеро», как сообщается, был госпитализирован в г. Ухань, провинция Хубэй, Китай, 8 декабря 2019 г. Изучено распространение пандемии за пределами Китая по первым зарегистрированным случаям в нескольких странах, при этом подчеркивается важность обнаружения вируса SARS-CoV-2 или его РНК как единственных методов, обеспечивающих этиологическую достоверность. Ретроспективный анализ установил предыдущую циркуляцию вируса, особенно во Франции, Италии и США. Знание о циркуляции такого вируса в Китае имело бы большое научное значение, поскольку оно способствовало бы идентификации происхождения SARS-CoV-2. Присутствие коронавируса у фауны (летучие мыши, ящеры) и животноводческих ферм (например норки) было задокументировано, но вероятность того, что одно (или несколько) из этих животных является причиной пандемии среди людей, остается спорной.

Представлены две модели загрязнения, модель перетока и модель циркуляции; последняя способствует выдвижению некоторых интересных гипотез о предыдущей циркуляции вируса SARS-CoV-2 в человеческой популяции. Дополнительную обеспокоенность вызывают различия в клиническом описании COVID-19. Возрастное распределение госпитализированных пациентов в начале эпидемии различается между Китаем и США – ЕС: госпитализированные пациенты из Китая были заметно моложе. Ранние китайские публикации не описывали аносмию-дисгевзию, которая впоследствии стала основным симптомом COVID-19 в Европе и США. Выраженное поражение эндотелия, связанное с тромботическими осложнениями, было обнаружено поздно, и поэтому применение антикоагулянтной терапии была значительно отложено.

Ключевые слова: SARS-CoV-2, нулевой пациент, зоонозное заболевание, вскрытия, клиническая картина, гипосмия/аносмия.

Неврологические заболевания и последствия COVID–19

П.С. Спенсер[1], Дж. Роман[2], А. Буге[3], Ж. Рейс[4]

[1]Орегонский университет здоровья и науки,
г. Портленд, США,
[2]Методистская больница Хьюстона,
г. Хьюстон, США,
[3]Служба здравоохранения французской армии, Университет Клода-Бернара,
г. Виллербанн, Франция,
[4]Университет Страсбурга,
г. Страсбург, Франция,

Значительные различия в риске заражения и смертности от COVID-19 очевидны во всем мире. По состоянию на начало марта 2021 г. средний мировой уровень смертности (2,22 %) был на 58 % выше в Перу и на 58 % ниже в Тайване. Объяснение различных показателей, связанных с COVID-19, вероятно, многофакторно: возраст населения, плотность его расселения, приобретенный иммунитет к предшествующей коронавирусной инфекции, биологические и социологические факторы, соединенные с риском заражения, и практика ношения маски, другие факторы, в частности, различная реакция правительства до и во время пандемии. В то время как неврологические проявления (ослабление/потеря обоняния и вкуса, изменение психического статуса, менингит, судороги, миелит) могут присутствовать при COVID-19, сердечно-сосудистые (например полиорганная недостаточность, артериальный и венозный инсульт) и легочная дисфункция обычно преобладают в острой фазе болезни. Хотя считается, что проникновение SARS-CoV-2 в мозг происходит через обонятельные и другие пути, вирус может быть не обнаружен в ткани мозга после смерти на фоне свидетельств мультифокального микрососудистого повреждения с утечкой фибриногена, периваскулярно активированной микроглии, инфильтратов макрофагов и гипертрофических астроцитов. Нейронофагия может присутствовать в обонятельной луковице, черной субстанции, дорсальном двигательном ядре блуждающего нерва и мозговом центре, отвечающем за спонтанное ритмичное дыхание. У ряда (10–20 %) пациентов (женщины>мужчины) развиваются постострые осложнения («COVID-19 на длительный срок»), отмеченные рецидивирующими и ремиттирующими симптомами (например головной болью, усталостью, непереносимостью физических упражнений, гипотонией, когнитивными функциями, расстройства настроения, дизавтономия, нарушения сна и бодрствования), которые могут сохраняться в течение многих месяцев. Также могут возникать поражения спинного мозга, черепных нервов, периферических нервов и мышц. COVID-19 на длительных сроках поражает как взрослых, так и детей, в том числе тех, кто перенес легкое острое заболевание. В редких случаях у детей развивается воспаление головного мозга и органов (мультисистемное воспалительное заболевание, опосредованное цитокинами). Риск долгосрочных изменений функции мозга у детей и взрослых неизвестен, но особую озабоченность вызывают пациенты со стойкой гипосмией/аносмией, поскольку в других условиях этот симптом может предвещать начало прогрессирующего нейродегенеративного заболевания. Пациентам с COVID-19 необходимы стандартизированная оценка и постоянное отслеживание, чтобы включать доступные биомаркеры целостности мозга, клиническое обследование и визуализацию, а также посмертный анализ биологических образцов. Осмотрительность требует мер по снижению риска инфекции, глобальной иммунизации, мер общественного здравоохранения и подготовки служб здравоохранения к потенциальным долгосрочным неврологическим и психоневрологическим последствиям COVID-19.

Ключевые слова: SARS-CoV-2, мозг, дальнемагистральный COVID-19, гипосмия/аносмия.

Воздействие первой полной изоляции в 2020 г. во Франции на госпитализацию пациентов с инсультом и транзиторной ишемической атакой

М. Гирод[1], А.-С. Мариет[1], Ж. Рейс[4], К. Квантин[1,5], Я. Бежот[1]

[1]Университетская больница Дижона,
г. Бургонь-Франш-Конте, Франция,
[2]Университет Страсбурга,
г. Страсбург, Франция,
[3]Университет Париж-Сакле,
г. Вильжюиф, Франция

Пандемия COVID-19 привела к сокращению госпитализаций в связи с чрезвычайными ситуациями, не связанными с COVID-19. Число случаев инсульта и транзиторной ишемической атаки (ТИА) снизилось с пандемией COVID-19 во всех развитых странах. Первая полная изоляция во Франции с 17 марта по 11 мая 2020 г. была связана с уменьшением госпитализаций по поводу инсульта и ТИА. Глубина снижения варьировалась в зависимости от развитых стран. Но данных о тенденциях выздоровления после окончания блокирования инсульта и транзиторных ишемических атак нет.

Мы стремились оценить влияние пандемии COVID-19 на тенденции госпитализаций до, во время и после окончания карантина во Франции (с 17 марта по 11 мая 2020 г.).

Были оценены два контрастных французских региона, в которых COVID-19 распространялся с разной скоростью. Административные данные были предоставлены Национальной базой данных о выписках из больниц Франции и Национальным комитетом по защите данных.

Данные больницы:

– были исследованы два контрастных региона: регион Гранд-Эст (5,5 млн жителей, 111 больниц и 15 706 пациентов с инфекцией COVID-19) и Окситания (5,9 млн жителей, 121 больница и только 4075 пациентов с инфекцией COVID-19);

– все пациенты из всех государственных и частных больниц были собраны с января по июнь 2020 г., включая изоляцию (17 марта – 11 мая 2021 г.), по сравнению с аналогичными данными за 2017, 2018 и 2019 гг.;

– коды для ишемического инсульта были I63 и I64, для геморрагического инсульта (I60, I61, I629) и ТИА (G45).

Использовались точный критерий Фишера (качественные переменные) и *t*-критерий Стьюдента, *U*-критерий Манна – Уитни (количественная переменная).

Результаты. Наблюдалось значительное снижение частоты госпитализаций по поводу инсульта/ТИА в наиболее пострадавшем регионе в течение апреля 2020 г. по сравнению с предыдущими годами, в отличие от отсутствия значительного снижения в наименее пораженном регионе.

Напротив, отмечено быстрое сокращение количества госпитализаций в наиболее пострадавшем регионе, в отличие от более медленного восстановления в наименее пораженном регионе.

Наши результаты демонстрируют значительное снижение частоты госпитализаций после инсульта / ТИА во время изоляции, отраженное также в литературе (падение от 25 до 48 %), с быстрым падением в Гранд-Эст (наиболее пострадавший регион) и медленным падением в Окситании (наименее пострадавший регион). Впервые мы сообщаем о быстром и

значительном восстановлении после окончания блокировки в пострадавшем Гранд-Эсте, но не в Окситании.

Причины падения многочисленны: приоритет для пациентов с COVID-19, риск заражения COVID-19 в больницах, публичный призыв оставаться дома, чтобы избежать дополнительного давления на больницы и медицинских работников, смерть дома, неправильный диагноз в отделении неотложной помощи, возможное снижение заболеваемости из-за уменьшения загрязнения воздуха – основного фактора инсульта.

Последствия падения могут быть серьезными: отсутствие доступа к активным методам лечения (тромболизис и механическая тромбэктомия), преждевременная смерть, тяжелые осложнения, отсутствие доступа к вторичной профилактике.

Возможные механизмы скорости догоняющего процесса после блокировки заключаются в том, что при инсульте / ТИА требуется неотложная помощь, наблюдалось снижение госпитального давления, а скорость наверстывания зависит от глубины падения, так как наш работа вроде бы наблюдаю.

Необходимы дальнейшие работы по оценке исходов у пациентов с инсультом / ТИА, которые не обращались в больницу, по рекомендованной неотложной помощи и вторичной профилактике, различиям в интенсивности инфекции COVID-19 и роли снижения загрязнения воздуха.

Ключевые слова: инсульт, транзиторная ишемическая атака, изоляция, госпитализация, COVID-19.

Инсульт и факторы риска инсульта в общем бремени болезней

С. Озтурк

Медицинский университет Селькука,
г. Конья, Турция

Инсульт – самая частая причина инвалидности и смерти в мире. Частота сердечно-сосудистых заболеваний увеличивается с возрастом (10,9 % в возрасте от 20 до 30 лет и 85,3 % в возрасте старше 80 лет). Ишемическая болезнь сердца является основной причиной смерти от сердечно-сосудистых заболеваний в Соединенных Штатах, за ней следуют инсульт, высокое давление, сердечная недостаточность, болезни артерий и другие сердечно-сосудистые заболевания. Отчет о глобальном бремени неврологических расстройств показал, что это бремя составляет 35,7 % геморрагического инсульта и 22,4 % ишемического. Семь показателей здоровья важны и имеют стратегическое значение для предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний: здоровый режим питания, достаточная физическая активность, отказ от курения, поддерживание соответствующего индекса массы тела (ИМТ), пониженный уровень холестерина, нормальные величины артериального давления и уровня глюкозы в крови натощак. Эти показатели включают также поведение в отношении здоровья (качество диеты, давление, курение, ИМТ), которые так же важны, как и факторы состояния здоровья (холестерин в крови, артериальное давление, глюкоза в крови). Существует прочная защитная связь между идеальными показателями здоровья сердечно-сосудистой системы и многими клиническими и доклиническими состояниями, включая преждевременную смертность от всех причин, инсульт, смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, смертность от ишемической болезни сердца, сердечную недостаточность, тромбоэмболию

глубоких вен и тромбоэмболию легочной артерии. Фибрилляция предсердий, метаболический синдром, почечная недостаточность, апноэ являются важными факторами риска, которые поддаются коррекции и лечению. Сообщено, что загрязнение воздуха является растущим и очень важным фактором риска инсульта. Кроме того, выявлено, что COVID-19 стал еще одним новым фактором риска инсульта во время пандемии. Будущие цели должны включать каждый показатель здоровья сердечно-сосудистой системы, чтобы снизить бремя риска инсульта и риск инсульта.

Ключевые слова: цереброваскулярные заболевания, COVID-19, бремя болезней, окружающая среда, профилактика, факторы риска, инсульт.

Риск, связанный с иммунотерапией, у больных COVID–19

Э. Якобей[1], И. Бострум[2], К. Жуковская[2], Ш.Г. Бернтссон[2], А.–М. Ландблом[2]

[1]Каролинский университет, больница Каролинского университета, г. Стокгольм, Швеция,
[2]Университет Уппсалы, г. Уппсала, Швеция

Иммуномодулирующие препараты важны для контроля активности заболевания при рецидивирующем ремиттирующем рассеянном склерозе (РС). Анти-CD20-терапия – одно из таких лекарств. В Швеции задокументировано обширное количество прописанных не по назначению ритуксимаба (RTX) при РС, и его назначают более чем половине всех пациентов с РС. Основанием для увеличения назначения RTX послужили предыдущие данные фазы II и наблюдательные исследования, подтверждающие высокую эффективность и безопасность в дополнение к финансовому аспекту. Мы сообщаем национальные данные об использовании RTX и риске тяжелого COVID-19 у пациентов с РС.

Шведский национальный регистр РС (SMSreg) стремится охватить всех пациентов с РС в стране (n = приблизительно 18 000, январь 2021 г.). После начала пандемии COVID-19 в Швеции был создан новый раздел для регистрации клинических и демографических параметров пациентов, инфицированных COVID-19.

По данным SMSreg, почти 1 % из 5927 шведских пациентов с РС, получавших RTX, были госпитализированы по поводу COVID-19 (по состоянию на 25 января 2021 г.), и скорректированный анализ показал увеличение риска в 2–3 раза (OR = 2,89; P = 0,001) для госпитализации пациентов, пролеченных анти-CD20. Весной 2020 г. было введено изменение протокола лечения, в результате чего большинство пациентов получали инфузии RTX с увеличенными интервалами.

Иммуномодулирующая терапия хронических заболеваний может измениться во время пандемии, последствия которой трудно предвидеть.

Ключевые слова: рассеянный склероз, иммунотерапия, COVID-19.

Ментальное здоровье мужчин трудоспособного возраста, ассоциированное с новой коронавирусной инфекцией COVID–19

И.В. Лапко

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

Для изучения ментального здоровья мужчин трудоспособного возраста, переболевших новой коронавирусной инфекцией COVID-19, проведено нейропсихологическое тестирование 60 пациентов в возрасте от 34 до 57 лет с использованием специализированных опросников оценки психоэмоционального состояния, нарушений сна, когнитивных функций. Установлено, что основными психоневрологическими проявлениями у перенесших COVID-19 являются астеноневротические, диссомнические и облигатные когнитивно-мнестические расстройства. Предложены лечебно-профилактические рекомендации по оптимизации нарушений ментального здоровья переболевших коронавирусной инфекцией с использованием психотерапевтического лечения и методов психологической и функциональной реабилитации.

Ключевые слова: ментальное здоровье, психоэмоциональные расстройства, новая коронавирусная инфекция, нейропсихологическое тестирование, трудоспособный возраст.

Пандемия COVID-19 стала серьезным вызовом для мировой системы здравоохранения и даже сегодня, спустя полтора года после регистрации первых случаев заболевания, остается одной из самых серьезных проблем во всем мире. В настоящее время сведения об эпидемиологии, клинических особенностях, осложнениях заболевания уточняются. Общеизвестно, что наиболее распространенным осложнением коронавирусной инфекции является пневмония, у значительного числа пациентов зарегистрировано развитие острого респираторного дистресс-синдрома [2]. Однако за время пандемии стало очевидно, что у переболевших COVID-19 имеются не только нарушения функционирования организма, но и изменения ментального здоровья. Мировая статистика свидетельствует, что у значительной части пациентов в острой фазе коронавирусной инфекции, возникают нарушения, клинически проявляющиеся вегетативной дисфункцией, тревожностью, депрессией, астеновегетативным синдромом, нарушением сна. Перечисленные симптомы могут проявляться и спустя месяц после окончания лечения у 28 %, приобретая черты посттравматического стрессового расстройства [9].

Уже с момента начала заболевания у пациентов отмечаются отдельные неврологические симптомы, описаны подтвержденные случаи поражения центральной нервной системы и периферических нервов вирусом SARS-CoV-2. Причем риском для их появления были тяжелая форма течения болезни или трудоспособный возраст [6, 8].

После перенесенного вирусного заболевания у пациентов увеличивался уровень психических расстройств, деменции, депрессии и бессонницы [1]. При этом последние два нарушения чаще встречались у пациентов молодого возраста, а женщины чаще страдали от тревожности и от депрессии, нежели мужчины [4],

Представлены данные о формировании у трети пациентов с COVID-19 тяжелого течения дизрегуляторного синдрома различной степени выраженности, включающего проблемы общения (проблемы с речью или письмом), когнитивный и поведенческий дефицит (сложности с памятью и мышлением, регулированием эмоций, невнимательность и дезориентация), изменения в режимах сна [3].

Социальное дистанцирование, самоизоляция, утрата близких, потеря структурированной образовательной базы, изменение условий занятости, финансовые затруднения – дополнительные стрессоры в эпидемии COVID-19, способствующие возникновению психоэмоциональных нарушений или же усугублению уже существующих расстройств. Установлено, что каждый пятый пациент столкнулся с психическими расстройствами в течение трех месяцев после диагностирования у него COVID-19 [5].

Кроме того, у большинства переболевших коронавирусной инфекцией на фоне иммунной дисфункции от трех до шести месяцев могут сохраняться проявления постковидного синдрома, признаками которого являются выраженная слабость, ощущение неполного вдоха, головные, суставные и мышечные боли, приступы головокружения, нарушения сна, депрессия, снижение когнитивных функций, вегетативные расстройства и др. [7].

Цель исследования – оценка ментального здоровья мужчин трудоспособного возраста, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19, с использованием специализированных опросников оценки психоэмоционального состояния, нарушений сна, когнитивных функций.

Материалы и методы. Исследование проводилось на 60 мужчинах трудоспособного возраста, переболевших COVID-19 (средний возраст 46,2 ± 7,4 г.), обследованных в течение 14 дней. Группу контроля составили 30 пациентов, не болевших новой коронавирусной инфекцией.

Оценка неврологического статуса по общепринятой методике и нейропсихологическое тестирование проводилось с использованием специализированных опросников: шкалы астенического состояния (ШАС) Л.Д. Малковой, адаптированной Т.Г. Чертовой, Госпитальной шкалы тревоги и депрессии HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale), опроснику нарушений сна Шпигеля, шкалы дневной сонливости Эпворта, опросников по оценке когнитивных функций (по тестам запоминания 10 слов, Мюнстерберга, на «механическую память»).

Результаты. У пациентов, переболевших новой коронавирусной инфекцией COVID-19, характерно преобладание жалоб астенического и депрессивного характера: повышенная утомляемость – 78,3 %, чувство пассивности/вялости – 18,3 %, сенситивность и ранимость – 26,7 %, астенический ментизм – 38,3 %, суточные колебания состояния с улучшением к вечеру и присутствием тимического компонента (13,3 %), отдельные проявления моторного компонента депрессии (медлительность, неловкость, угловатость, неточность тонких движений) – 21,7 %. Имели место эпизоды повышенной раздражительности – 28,3 %, тревога – 20,0 %, адинамия – 21,6 %. Вышеперечисленную симптоматику дополняли вегетативные расстройства: колебания артериального давления – 41,7 %, тахикардия/брадикардия – 11,7 %, гипергидроз – 23,3,1 %, диспептические расстройства – 15,0 %, головокружение (21,7 %). У 31,7 % обследуемых сохранялись невосстановившиеся обоняние, вкус и онемение в конечностях.

Оценка нарушений сна по опроснику Шпигеля показала, что диссомнические расстройства диагностировались у 43,3 %. Наиболее часто выявлялись интрасомнические нарушения (большое количество ночных пробуждений, частые сновидения и снижение качества ночного сна) – 46,2 %, реже пресомнические нарушения (увеличение времени засыпания) – 30,8 %. Постсомнические расстройства (снижение качества утреннего пробуждения) отмечены у 23,0 %. Изолированные нарушения сна выявлены у 69,2 %, признаки двух или даже трех нарушений (смешанные нарушения) – у 30,8 %. Субъективная оценка сна составила 16,3 ± 0,37 балла, что, согласно опроснику Шпигеля, расценено как умеренные инсомнические нарушения. Анкета качества сна, характеризующая скорость засыпания, продолжительность и глубину сна, самочувствие после утреннего пробуждения, свидетельствовала, что нарушения сна у пациентов, перенесенных COVID-19, выражены умеренно, что требует уточнения у сомнолога с возможной компенсацией терапевтическими средствами (оценка 14,6 ± 1,2 балла). Средний балл (9,4 ± 1,6 баллов) показателя дневной сонливости по шкале Эпворта свидетельствовал об умеренной ее выраженности и указывал на целесообразность комплексного обследования у специалиста для исключения соматической патологии.

Применение Госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS) позволило дать количественную оценку психоэмоционального состояния работающих мужчин, переболевших COVID-19. В группе перенесших новую коронавирусную инфекцию достоверно чаще выявлялись легкие и умеренные астенические состояния (36,6 %), субклинические проявления тревоги и депрессии (31,6 %), выраженная форма астенического синдрома, проявления тревоги и депрессии (свыше 11 баллов по шкале HADS) – у 18,4 %. Установлено, что психоэмоциональные расстройства формируются при различных формах течения вирусной инфекции. Легкая форма заболевания приводит к развитию легких и умеренных астенических состояний (43,3 %), субклиническим проявлениям тревоги и депрессии (28,3 %). Наиболее тяжелые формы COVID-19 приводят к выраженному астеническому или тревожно-депрессивному синдромам (свыше 11 баллов по шкале HADS). Почти у половины пациентов в картине астенического или тревожно-депрессивного симптомокомплекса отмечались вегетативные расстройства (колебания артериального давления и пульса, легкость покраснения или побледнения кожных покровов, усиленная локальная потливость (ладони, стопы, подмышечные впадины)).

Для переболевших коронавирусной инфекцией были характерны когнитивные расстройства, которые затрагивали психические познавательные процессы – внимание и память: снижение концентрации внимания – 21,7 %, повышенная истощаемость внимания – 23,3 %, нарушение краткосрочной памяти – 13,3 %, нарушение скорости обработки информации – 11,7 %. Изучение когнитивных функций по предложенным методикам выявило облигатные когнитивно-мнестические расстройства в виде вязкости мышления, плохой памяти, нарушения концентрации и переключения внимания, снижения подвижности нервных процессов (31,7 %). Оценка по тесту Мюнстерсберга и на «механическую память» в основной группе составила 1,09 ± 0,52 и 5,72 ± 1,14 балла соответственно, кривая запоминания 10 слов не достигает нормы и носит инертный характер. Это проявляется в замедлении заучивания слов, нарастании истощения, которое не сопровождается повы-

шением показателя воспроизведения после интерференции, что свидетельствует об усугублении процессов утомляемости и легких мнестических расстройствах.

Выводы. Изучение ментального здоровья трудоспособных мужчин, переболевших новой коронавирусной инфекцией COVID-19, свидетельствовало о формировании психоневрологического дефицита, проявляющегося астеноневротическими расстройствами, нарушением сна и когнитивно-мнестических функций (у 48,3 % обследуемых). Несмотря на небольшое количество исследований, посвященных нейропсихологическим осложнениям COVID-19, доказано, что нейротропный эффект коронавируса, а также психологические и социальные последствия пандемии, связанные со стрессом, вызывают нейрокогнитивные нарушения, долгосрочные психические изменения или усугубляют ранее существовавшие психические состояния.

В связи с этим очень важно своевременно выявлять нейропсихологические нарушения и разрабатывать лечебно-профилактические программы по улучшению ментального здоровья различных групп населения во время пандемии различных вирусных инфекций.

В лечебно-профилактический комплекс больных «коронавирусным синдромом» необходимо включать методы когнитивно-поведенческой терапии с нарративным и экспозиционным подходами, фармакотерапию, направленную на купирование различных астеноневротических отклонений и восстановление сна, психологическую и функциональную реабилитацию, использующуюся с целью повышения общей резистентности организма (физиотерапия, диетотерапия, рефлексотерапия, фитотерапия, музыкотерапия, аутогенная тренировка и другие методы). Необходимо помнить об адекватной физической активности, которая должна быть регулярной и дозированной. Адекватная физическая активность уменьшает симптомы астенизации и депрессии, снижает беспокойство и тревожность, уменьшает слабость, нормализует сон.

Список литературы

1. Холмс Е.А., О'Коннор Р.С., Перри В.Х. Приоритеты междисциплинарных исследований пандемии COVID-19: призыв к действию для науки о психическом здоровье // Ланцетная психиатрия. – 2020. – № 7. – С. 547–560.

2. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation report-45 [Электронный ресурс] // World Health Organisation. – 2020. – URL: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situa-tion-reports/20200305-sitrep-45-covid-19.pdf?sfvrsn=ed2ba78b_2 (дата обращения: 03.04.2021).

3. Dong L., Bouey J. Public mental health crisis during COV-ID-19 Pandemic, China // Emerging infectious diseases. – 2020. – Vol. 26, № 7. – P. 1616–1618. DOI: 10.3201/ eid2607.200407

4. Duan L., Zhu G. Psychological interventions for people affected by the COVID-9 epidemic // Lancet Psychiatry. – 2020. – Vol. 7, № 4. – P. 300–302.

5. Horesh D., Brown A.D. Traumatic stress in the age of COVID-19: A call to close critical gaps and adapt to new realities // Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy. – 2020. – Vol. 12, № 4. – P. 331–335.

6. Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China / L. Mao, H. Jin, M. Wang [et al.] // JAMA Neurol. – 2020. – Vol. 77, № 6. – P. 683–690. DOI: 10.1001/ jamaneurol.2020.1127

7. Nervous system involvement after infection with COVID-19 and other coronaviruses / Y. Wu, X. Xu, Z. Chen [et al.] // Brain Behav Immun. – 2020. – № 87. – P. 18–22. DOI: 10.1016/j.bbi.2020.03.031

8. Pérez C.A. Looking ahead: The risk of neurologic complications due to COVID-19 // Neurology: Clinical Practice. – 2020. – Vol. 10, № 3. – P. 265–272. DOI: 10.1212/CPJ.00000000000 00836

9. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence / S.K. Brooks, R.K. Webster, L.E. Smith [et al.] // Lancet. – 2020. – Vol. 395, № 10227. – P. 912–920. DOI: 10.1016/S 0140-6736 (20) 30460-8

Профессиональная патология в Республике Башкортостан в период коронавирусной пандемии

Э.Р. Шайхлисламова[1,2], Э.Т. Валеева[1,2], В.Т. Ахметшина[1], А.И. Маликова[1], Р.Ф. Сагадиева[1]

[1]ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
[2]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Уфа, Россия

Коронавирусная инфекция COVID-19 как новое заболевание профессиональной этиологии медицинских работников привело к изменению статистических показателей и структуры профессиональной заболеваемости. Впервые за все годы наблюдения произошло изменение структуры профессиональной патологии в Республике Башкортостан вследствие появления новой коронавирусной инфекции, что вывело группу заболеваний от воздействия производственного биологического фактора на лидирующую позицию. Сложная эпидемиологическая ситуация явилась причиной резкого снижения диагностики других форм профессиональной патологии.

Ключевые слова: профессиональные заболевания, структура, пандемия, новая коронавирусная инфекция, медицинские работники.

Годом потрясения и огромных людских потерь стал для всего мира 2020 г. Медицинское сообщество всех профессиональных групп было задействовано в ликвидации последствий, нанесенных новой коронавирусной инфекцией (НКИ) [1–12].

Врачи-профпатологи всей страны столкнулись с диагностикой нового профессионального заболевания COVID-19, которое, в большинстве своем, было связано с установлением причинно-следственной связи заболевания медицинских работников с выполнением ими трудовых обязанностей. Практически никогда ранее профпатология не была связана с массовой диагностикой профессиональных забо-

леваний посмертно. Это не только высокая ответственность за результат и скорость принятия решения, но и тяжелый моральный груз для врачей-экспертов.

На основании актов о случае профессионального заболевания (ПЗ) и учетной формы № 30 за 2020 г. проведен анализ причин изменения структуры профессиональных заболеваний в Республике Башкортостан (РБ).

За анализируемый период в РБ установлено 48 случаев ПЗ у 42 человек (у 6 человек по 2 случая). Впервые за всю историю наблюдения наибольшее количество ПЗ зарегистрировано среди женщин – 54,7 % (23); в прошлые годы максимальное количество женщин среди первичных профессиональных больных составляло от 32,4 до 43,0 %.

Почти половина профессиональных заболеваний, как среди женщин, так и среди мужчин, установлена в возрасте 50–59 лет (43,4 и 47,3 % соответственно), в возрасте 60 лет и старше – 30,4 % среди женщин и 36,8 % среди мужчин. Наименьшее число случаев ПЗ выявлено в возрасте 40–49 лет – 21,7 % у женщин и 15,8 % у мужчин. Один случай ПЗ диагностирован в возрасте 30–39 г. Средний возраст больных на момент установления ПЗ составил 52,4 ± 0,6 г. Удельный вес профессиональных заболеваний у лиц, достигших пенсионного возраста, среди женщин составил 16,6 % и 11,9 % – среди мужчин. Следует отметить, что такая возрастная структура ПЗ наблюдалась и в предыдущие годы.

При анализе показателей ПЗ по видам экономической деятельности оказалось, что в 2020 г. самый высокий удельный вес первичных профессиональных заболеваний приходился на раздел Q «Здравоохранение и предоставление социальных услуг» – 54,8 %. Далее следовал раздел А «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» и раздел С «Обрабатывающие производства» – по 11,9 %. На раздел В «Добыча полезных ископаемых» в изучаемом году пришлось 7,1 %.

Таким образом, впервые за все годы наблюдения число профессиональных больных в здравоохранении почти в 5 раз (4,6) превысило число случаев в отраслях, исконно являвшихся на протяжении многих лет основными поставщиками ПЗ.

В таблице представлена структура профессиональных заболеваний, установленных впервые у работников РБ. Проведенный анализ показал, что в 2020 г. произошло резкое изменение структуры хронических профессиональных заболеваний. На первое место вышли заболевания, связанные с воздействием биологических производственных факторов, – 43,7 % (2019 г. – 8,5 %): НКИ – 18 случаев и туберкулез легких – 3 случая. Все болезни диагностированы среди медицинских работников.

Структура профессиональной патологии в Республике Башкортостан в 2020 г.

Этиологические факторы, нозологические формы	Количество			
	муж.	жен.	итого	%
	абс	абс		
1	2	3	4	5
Болезни, связанные с воздействием производственных химических факторов	3	4	7	*14,6*
Болезни органов дыхания	3	4	7	
а) бронхиальная астма	–	3	3	
б) пневмокониоз	2	–	2	
в) силикотуберкулез	–	1	1	
г) гиперчувствительный пневмонит	1		1	

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
II. Болезни, связанные с воздействием производственных физических факторов	6	–	6	*12,5*
а) вибрационная болезнь	2	–	2	
б) нейросенсорная тугоухость	4	–	4	
III. Болезни, связанные с физическими перегрузками и перенапряжением отдельных органов и систем	8	6	14	*29,2*
а) болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	6	6	12	
б) болезни нервной системы	2	–	2	
IV. Болезни, связанные с воздействием биологических производственных факторов	6	15	21	*43,7*
а) туберкулез легких	–	3	3	
б) новая коронавирусная инфекция	6	12	18	
Итого	23	25	48	*100,0*

В 2020 г. сотрудниками Центра профпатологии РБ рассмотрено 24 санитарно-гигиенические характеристики условий труда работника на предмет проведения экспертизы связи инфекционных заболеваний, вызванных НКИ (2019-nCoV), с профессией в отношении работников (в том числе умерших) медицинских организаций, подведомственных Министерству здравоохранения РБ, в целях единовременной страховой выплаты по Указу Президента РФ от 06.05.2020 г. № 313 (ред. от 30.07.2020 г.) «О предоставлении дополнительных страховых гарантий отдельным категориям медицинских работников» (подпункт «а» пункта 2).

В пяти случаях при анализе представленной медицинской документации (санитарно-гигиеническая характеристика условий труда, карта эпидемиологического обследования, посмертный эпикриз, данные патолого-анатомического вскрытия, лабораторно-инструментальных методов обследования и др.) связь заболевания с профессиональной деятельностью не установлена. В ряде случаев источник заражения НКИ у работников в процессе выполнения трудовых обязанностей не установлен или причиной заражения по данным эпидемиологического расследования явились близкие родственники умершего.

Заболевания, связанные с физическими перегрузками и перенапряжением отдельных органов и систем, занимали второе ранговое место в структуре впервые выявленных профессиональных заболеваний – 29,2 % (2019 г. – 45,7 %). Почти у половины работников, представленных на экспертизу (42,8 %), установлено одновременно два профессиональных заболевания.

Болезни, связанные с воздействием производственных химических факторов, заняли в ранговой таблице третье место – 14,6 % (2019 г. – 6,5 %), потеснив на четвертую строчку болезни, связанные с воздействием производственных физических факторов – 12,5 % (2019 г. – 37,0 %).

Таким образом, НКИ оказала значительную роль на изменение структуры профессиональной патологии в нашем регионе, заняв в 2020 г. лидирующую позицию. Кроме того, значительно меньше по сравнению с прошлым годом диагностировано и других нозологических форм профзаболеваний. Одним из важнейших факторов, который повлиял на динамику, структуру ПЗ явилась сложная эпидемиологическая обстановка в стране, когда практически полностью была парализована деятельность многих медицинских учреждений, в том числе и центров профпатоло-

гии. В течение полугода пациенты не направлялись для решения экспертных вопросов, что и явилось одной из причин сложившейся ситуации.

Тяжелая эпидемиологическая ситуация по этой же причине привела и к резкому снижению диагностики других форм профессиональной патологии и повлияла на изменение ее структуры.

Список литературы

1. Атьков О.Ю., Горохова С.Г., Пфаф В.Ф. Коронавирусная инфекция – новая проблема в профессиональной заболеваемости медицинских работников // Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 1. – С. 40–48.

2. Бухтияров И.В. Эпидемиологические и клинико-экспертные проблемы профессиональной инфекционной заболеваемости работников при оказании медицинской помощи в условиях пандемии COVID-19 // Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 1. – С. 4–12.

3. Cheese F., Coulton H. Predicting the COVID-19 Pandemic: The Perceptions of Healthcare Workers and the General Public // Cureus. – 2021. – Vol. 13, № 1. – P. e12615. DOI: 10.7759/cureus.12615

4. COVID-19 and the risk to health care workers: a case report / K. Ng, B.H. Poon, T.H. Kiat Puar, J. Li Shan Quah, W. Jia Loh, Y.J. Wong, T.Y. Tan, J. Raghuram // Ann Intern Med. – 2020. – Vol. 2, № 172. – P. 766–767. DOI: 10.7326/L20-0175

5. COVID-19 risk factors among health workers: a rapid review / M. Mhango, M. Dzobo, I. Chitungo, T. Dzinamarira // Saf Health Work. – 2020. – Vol. 11, № 13 (1). – P. 262–265. DOI: 10.1016/j.shaw.2020.06.001

6. Epidemiology of and risk factors for coronavirus infection in health care workers / R. Chou, T. Dana, D.I. Buckley, S. Selph, R. Fu, A.M. Totten // Ann Intern Med. 2020. – № 173. – P. 120–136. DOI: 10.7326/M20-1632

7. Infection and mortality of healthcare workers worldwide from COVID-19: a systematic review / S. Bandyopadhyay, R.E. Baticulon, M. Kadhum, M. Alser, D.K. Ojuka, Y. Badereddin, A. Kamath, S.A. Parepalli [et al.] // BMJ Global Health. – 2020. – № 5. – P. e003097. DOI: 10.1136/bmjgh-2020-003097

8. Preliminary findings of COVID-19 infection in health workers in Somalia: a reason for concern / A. Abdi, A.Y. Ahmed, A. Mohamed, M. Karanja, A. Solomon, F. Muhammad, M. Kumlachew, M. Obtel, Sk Md M.R. Malik // Int. J Infect Dis. – 2021. – № 104. – P. 734–736. DOI: 10.1016/j.ijid.2021.01.066

9. Risk assessment of healthcare workers at the frontline against COVID-19 / S. Ali, S. Noreen, I. Farooq, A. Bugshan, F. Vohra // Pak J Med Sci. – 2020. – № 36. – P. S99. DOI: 10.12669/pjms.36.COVID19-S4.2790

10. Risk factors of healthcare workers with corona virus disease 2019: a retrospective cohort study in a designated hospital of Wuhan in China / L. Ran, X. Chen, Y. Wang, W. Wu, L. Zhang, X. Tan // Clin Infect Dis. – 2020. – Vol. 19, № 71 (16). – P. 2218–2221. DOI: 10.1093/cid/ciaa287

11. Risk of COVID-19 among front-line health-care workers and the general community: a prospective cohort study / L.H. Nguyen, D.A. Drew, M.S. Graham, A.D. Joshi, Ch.-G. Guo // Lancet Public Health. – 2020. – Vol. 5, № 9. – P. E475–E483. DOI: 10.1016/S2468-2667 (20) 30164-X

12. The Lancet COVID-19: protecting health-care workers // Lancet. – 2020. – Vol. 395. – P. 922. DOI: 10.1016/S0140-6736 (20) 30644-9

Гигиеническая оценка профессиональных рисков здоровью медицинских работников станции скорой медицинской помощи в условиях пандемии COVID–19

Т.А. Болобонкина, А.А. Дементьев, Н.В. Минаева

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава РФ,
г. Рязань, Россия

Пандемия COVID-19 привлекла внимание к проблеме формирования безопасных условий труда в медицинской среде с позиций риск-ориентированного подхода. Медицинские работники выездных бригад станций скорой медицинской помощи имеют особую подверженность контактам с возбудителем COVID-19. Осуществлен анализ профессионального риска инфицирования COVID-19 медицинских работников выездных бригад скорой медицинской помощи.

Комплексная оценка профессионального риска проводилась на основании категорирования риска по классам условий труда, медико-биологической оценки заболеваемости COVID-19 с учетом категории тяжести заболевания, эпидемиологических данных о степени связи инфицирования сотрудников с профессиональной деятельностью путем расчета относительного риска и этиологической доли, показателей смертности и недожития.

Установленная экспозиция биологического фактора, в частности, контакта с SARS-CoV-2, относящегося ко II группе патогенности, позволяет определить класс условий труда изучаемой группы работников по биологическому фактору как вредный третьей степени. Причинно-следственная связь нарушений здоровья медицинских работников скорой медицинской помощи с работой определена как почти полная, вследствие чего выявленные случаи инфицирования можно рассматривать как профессиональные. Установленный класс условий труда по биологическому фактору, индекс профессиональных заболеваний, материалы лабораторных исследований, подтверждающие инфицирование работников SARS-CoV-2, а также результаты анализа заболеваемости и эпидемиологические данные позволяют определить категорию профессионального риска как высокий (непереносимый), по степени весомости доказательств – как доказанный. Профессиональный риск заражения SARS-CoV-2 выражен для сотрудников реанимационных бригад по сравнению с другими профилями. Более высокие индивидуальные риски заражения присутствуют у работников в возрасте 51–55 лет и со стажем работы 11–25 лет.

Ключевые слова: профессиональный риск, COVID-19, медицинские работники, скорая медицинская помощь.

Среди факторов, негативно влияющих на здоровье работников системы здравоохранения, биологический фактор традиционно играет ведущую роль в определении класса вредности условий труда. В 2020 г. изучение действия биологического фактора на эту профессиональную группу приобрело высокую актуальность ввиду распространения в мире новой коронавирусной инфекции, вследствие чего появилась необходимость формирования безопасных условий труда в медицинской среде с применением риск-ориентированного подхода. Среди медицинских работников, наиболее подверженных контактам с возбудителем COVID-19, сотрудники

выездных бригад скорой медицинской помощи (СМП) занимают лидирующие позиции [8].Установлено, что показатели заболеваемости COVID-19 таких работников существенно превышают уровни заболеваемости населения, проживающего на обслуживаемых выездными бригадами СМП территориях. При этом риск инфицирования, длительность и тяжесть течения инфекции имеют различия в зависимости от возраста, должности и профиля бригады работника [1]. В связи с этим оценка профессионального риска инфицирования COVID-19 в этой группе работающих имеет высокое значение.

Целью исследования являлся анализ профессионального риска инфицирования COVID-19 медицинских работников выездных бригад скорой медицинской помощи.

Материалы и методы. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (протокол № 2 от 08.10.2019 г.). В нем приняли участие 311 сотрудников (53 врача, 258 фельдшеров) выездных бригад городской клинической станции СМП г. Рязани. Комплексная оценка профессионального риска проводилась на основании категорирования риска по классам условий труда [5, 6], медико-биологической оценки заболеваемости COVID-19 с учетом категории тяжести заболевания, эпидемиологических данных о степени связи инфицирования сотрудников с профессиональной деятельностью путем расчета относительного риска (*RR*) и этиологической доли (*EF*), показателей смертности и недожития [2]. Учету подлежали установленные у работников в 2020 г. диагнозы коронавирусной инфекции (U07.1 и U07.2), подтвержденные лабораторными исследованиями (выявление РНК вируса или определение антител к нему). Проведена оценка экспозиции работников по уровню фактора и времени его воздействия путем анализа количества и продолжительности выездов к больным с диагнозом коронавирусной инфекции (U07.1 и U07.2) в 2020 г. на основе анализа нозологической структуры вызовов автоматизированной системы управления «Скорая помощь». Для проведения анализа связи возможного действия фактора и нарушений здоровья работников проанализированы данные журналов учета инфекционных заболеваний (форма № 060/у) среди сотрудников городской клинической станции СМП г. Рязани [3], электронного журнала вызовов СМП к пациентам с признаками острых респираторных заболеваний (ОРЗ), материалы статистического анализа распространения новой коронавирусной инфекции в Рязанской области [4].

Сравнение относительных величин проводилось по критерию (*t*) Стьюдента; значения переменных представлены в виде $M \pm tm$ (M – среднее арифметическое значение показателя, выраженное в абсолютных цифрах; m – средняя ошибка среднего арифметического значения, t – критерий достоверности при заданном размере выборки). Проверка нормальности распределения переменных осуществлялась при помощи теста Шапиро – Уилка. Установление статистической взаимосвязи между явлениями при нормальном распределении переменных производилось посредством расчета *r*-коэффициента корреляции Пирсона. При расчете *RR* вывод о статистической значимости влияния фактора на частоту исхода формировался путем совокупной оценки показателя *RR* (показатели больше единицы принимались как значимые) и наличия значений границ 95%-ного доверительного интервала (ДИ), не включающих в себя единицу ($p < 0,05$). Показатель недожития определялся как коэффициент Potential Years of Life Lost (PYLL) [6].

Статистическая обработка проводилась при помощи пакетов программ Microsoft Excel 2007 с надстройкой «Анализ данных».

Результаты. В 2020 г. доля выездов к больным с диагнозом коронавирусной инфекции (U07.1 и U07.2) составила 0,8 % от их общего количества. При этом время, проведенное в контакте с пациентом, «у постели больного», составляло в среднем 63,5 ± 2,96 мин, что составляет около 50 % от общего времени, затраченного на вызов. Данные журнала учета вызовов к инфекционным больным указывают на потенциальную возможность контакта каждого сотрудника выездной бригады СМП в исследуемый период с пациентами с подозрением на COVID-19, что связано с острой нехваткой медицинских кадров в период пандемии и необходимостью быстрой отправки на вызов любой свободной бригады. Динамика заболеваний COVID-19 медицинских работников выездных бригад станции СМП и выездов к больным с признаками ОРЗ в г. Рязани представлена на рисунке.

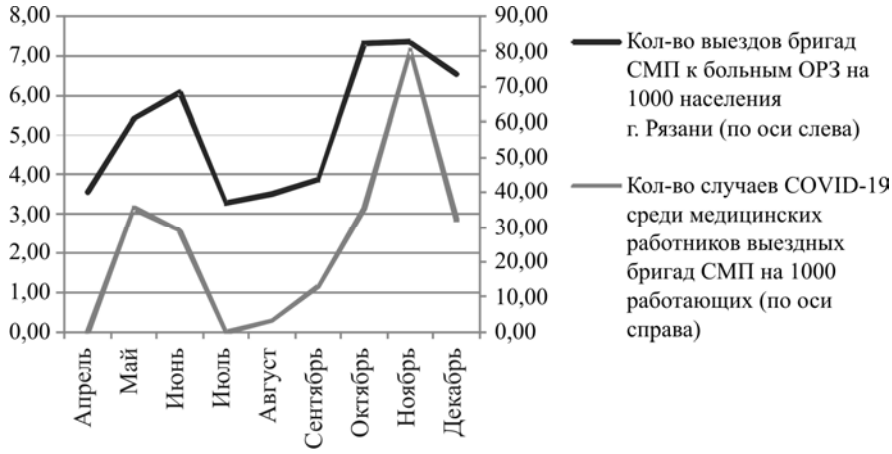


Рис. Динамика заболеваний COVID-19 медицинских работников выездных бригад станции СМП и выездов к больным с признаками ОРЗ в г. Рязани

Между частотой выездов к пациентам с признаками ОРЗ и частотой новых заражений медицинских работников выездных бригад СМП установлена статистически значимая ($p = 0{,}003419$) прямая сильная корреляционная связь ($r = 0{,}870$).

В 2020 г. COVID-19 был выявлен у 24,1 % медицинских работников выездных бригад городской станции СМП, что в 9,5 раза выше ($p < 0{,}001$), чем аналогичный показатель среди населения Рязанской области (*RR* 9,577 [7,861–11,668], *EF* 89,6 %). Данные лабораторных исследований, подтверждающих заболевание сотрудника COVID-19, в 62 % случаев были представлены выявлением РНК вируса и, соответственно, в 38 % случаев серологическими пробами. Во всех случаях, подтвержденных только наличием титра антител к SARS-CoV-2, лечение проводилось амбулаторно. Летальность составила 1,3 %. Коэффициент PYLL составил 36,0 на 100 работающих.

При идентификации факторов индивидуального риска статистически значимые ($p < 0{,}05$) величины *RR* определялись в возрастной группе медицинских работников 51–55 лет, стаж работы 11–25 лет, а также реанимационном профиле бригады (таблица).

Факторы относительного риска инфицирования COVID-19 у медицинских работников выездных бригад СМП

Показатель	Возраст 51–55 лет	Стаж 11–25 лет	Профиль бригады – специализированная реанимационная
Класс условий труда по биологическому фактору	3.3	3.3	3.3
RR [ДИ 95 %]	1,883 [1,100–3,223]	1,564 [1,058–2,311]	2,220 [1,335–3,691]
EF	46,9 %	36,1 %	54,9 %
Связь инфицирования с работой	Средняя	Средняя	Высокая

Наиболее выраженный относительный риск и высокая степень вероятности связи развития заболевания с работой установлен для профессиональной группы работников реанимационных бригад.

Широкий охват сотрудников выездных бригад, участвующих в оказании помощи лицам с диагнозом или подозрением на COVID-19, а также наличие достоверной корреляционной связи между выездами к больным с признаками ОРЗ и случаями заражений работников, подтверждают наличие экспозиции биологического фактора, в частности контакта с SARS-CoV-2. Принадлежность данного вируса ко II группе патогенности позволяет определить класс условий труда по биологическому фактору как вредный третьей степени [6, 7]. В то же время провести детальную оценку экспозиции SARS-CoV-2 по уровню фактора не представляется возможным, в том числе по причине отсутствия утвержденных методик.

Установленные значения *RR* и *EF* этиологической доли позволяют оценить степень причинно-следственной связи нарушений здоровья медицинских работников СМП с работой как почти полную и рассматривать выявленные случаи инфицирования как профессиональные. При средней длительности периода нетрудоспособности у работников более трех недель (4-я категория по тяжести) и выявлении заболевания более чем у 10 % работников (1-я категория по риску) индекс профзаболевания (ИПЗ) составил 0,25, что соответствует ранее определенному классу вредности условий труда (3.3) и категории высокого (непереносимого) профессионального риска [5].

Установленный в ходе гигиенической оценки вредный третьей степени класс условий труда работников, материалы лабораторных исследований, подтверждающие инфицирование работников SARS-CoV-2, а также результаты анализа заболеваемости и эпидемиологические данные позволяют считать по степени весомости доказательств профессиональный риск доказанным [5].

Профиль бригады может служить также и критерием для определения группового профессионального риска сотрудников отдельных специализаций. Значение ИПЗ 0,25 и вредный третьей степени класс условий труда по изучаемому фактору среди сотрудников реанимационных бригад свидетельствуют о принадлежности профессионального риска к категории высокого (непереносимого). Совокупность примененных методик позволяет также считать установленный профессиональный риск для сотрудников этой профессиональной группы доказанным [5].

Выводы. Комплексная оценка риска заражения SARS-CoV-2 медицинских работников выездных бригад станции СМП на основании категорирования риска

по классам условий труда, медико-биологической оценки заболеваемости COVID-19, показателей смертности и недожития, эпидемиологических данных о степени связи инфицирования сотрудников с профессиональной деятельностью позволяет сделать заключение о наличии доказанного высокого (непереносимого) профессионального риска. Профессиональный риск заражения SARS-CoV-2 также выражен для сотрудников реанимационных бригад по сравнению с другими профилями. Более высокие индивидуальные риски заражения присутствуют у работников в возрасте 51–55 лет и со стажем работы 11–25 лет.

Список литературы

1. Заболеваемость новой коронавирусной инфекцией медицинских работников станции скорой медицинской помощи / Т.А. Болобонкина, А.А. Дементьев, Н.В. Минаева [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – № 12 (333). – С. 50–55. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-333-12-50-55

2. Методические рекомендации по использованию показателя «Потерянные годы потенциальной жизни» (ПГПЖ) для обоснования приоритетных проблем здоровья населения России на федеральном, региональном и муниципальном уровнях / И.А. Красильников, А.Е. Иванова, В.Г. Семенова [и др.]. – М.: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. – 32 с.

3. О введении измененных форм статистической отчетности учреждений и органов здравоохранения об инфекционных заболеваниях и утверждении медицинской документации: Приказ от 29 декабря 1978 года № 1282 Министерства Здравоохранения СССР [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/551388153 (дата обращения: 02.04.2021).

4. Официальный сайт администрации города Рязани [Электронный ресурс] // Администрация города Рязани. – URL: https://admrzn.ru/ (дата обращения: 02.04.2021).

5. Р 2.2.1766-03. 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.06.2003 // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130907/ (дата обращения: 02.04.2021).

6. Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и класссификация условий труда [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85537/ (дата обращения: 02.04.2021).

7. СП 1.3.3118-13. Безопасность работы с микроорганизмами I - II групп патогенности (опасности): санитарно-эпидемиологические правила [Электронный ресурс] / утв. постановлением врио Главного государственного санитарного врача РФ от 28 ноября 2013 г. № 64) // Гарант: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://base.garant.ru/70663038/ (дата обращения: 02.04.2021).

8. Lapolla P., Mingoli A., Lee R. Deaths from COVID-19 in healthcare workers in Italy-What can we learn? // Infect Control Hosp Epidemiol. – 2020. – Vol. 42, № 3. – P. 364–365. DOI: 10.1017/ice.2020.241.

Осуществление контроля за объектами коммунально-бытового назначения в период распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 в г. Москве

А.И. Худобородов

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, г. Москва, Россия

Объектом исследования является деятельность Управления Роспотребнадзора по г. Москве по контролю за соблюдением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий на объектах коммунально-бытового назначения в 2020 г., направленная на снижение заболеваемости новой коронавирусной инфекцией COVID-19 в г. Москве.

Целью исследования является выявление «критических точек контроля» среди объектов коммунально-бытового назначения в части эпидемиологической значимости по распространению инфекционных заболеваний с воздушно-капельным механизмом передачи (в том числе новой коронавирусной инфекции), разбор конкретных механизмов контроля (надзора) и санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий, позволивших добиться статистически достоверного снижения уровня заболеваемости в г. Москве к концу 2020 г., с оценкой их эффективности; выявление дополнительных проблемных вопросов, возникающих при введении на территории субъекта Российской Федерации ограничительных мероприятий; проработка организации межведомственного взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъекта РФ и муниципальных органов; разработка универсального алгоритма контроля (надзора), состоящего из ряда типовых механизмов, применимого в случае возникновения новых санитарно-эпидемиологических вызовов.

Проанализированы основные этапы распространения новой коронавирусной инфекции в Москве и принимаемые ограничительные меры / меры по снятию ограничений, адекватные сложившейся эпидемиологической обстановке и экономической ситуации в регионе и в государстве в целом. Описан комплекс мер, направленных на прерывание эпидемиологического процесса с участием различных факторов среды обитания (питьевая вода, сточные воды), – оценка возможности передачи вируса через данные факторы была необходима на начальном этапе развития пандемии, до подтверждения репрезентативной выборкой исследований основных путей передачи инфекции (воздушно-капельного и контактно-бытового). Проработаны алгоритмы организации дезинфекционных работ: в очагах и работ по текущей дезинфекции. Основное внимание в предлагаемой статье уделено контролю за коммунальными объектами, наиболее «опасными» с точки зрения распространения эпидемиологического процесса инфекции с воздушно-капельным и контактно-бытовым механизмом передачи (кальянным, вузам, объектам культуры, спорта, похоронного назначения), а также санитарно-просветительской работе среди населения, предпринимательского сообщества, в том числе и с активным использованием средств массовой информации.

Ключевые слова: Москва, новая коронавирусная инфекция COVID-19, объекты коммунально-бытового назначения, санитарно-противоэпидемические (профилактические) мероприятия, надзор, контроль, Управление Роспотребнадзора по г. Москве.

Представленная работа проведена с помощью экспериментального метода исследования (характеризующегося активным вмешательством в изучаемые процессы) с использованием социологических количественных показателей. В качестве материалов исследования использованы разделы Управления Роспотребнадзора по г. Москве за 2018–2020 гг. в Государственные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации» за 2018–2020 гг. [19].

В 2020 г. весь мир впервые за последнее столетие столкнулся с эпидемией подобного масштаба – с пандемией новой коронавирусной инфекции, которая продолжается до настоящего времени. Подобное испытание для человечества вскрывает недостатки в организации систем профилактической медицины в отдельных странах, проверяет их на готовность справляться с эпидемиологическими вызовами. Ближайшие последствия пандемии уже отразились не только на системе здравоохранения стран, но и на всех сферах человеческой деятельности, жизненном укладе и привычках людей, кардинально изменили ориентиры в экономике, повлияли на внешнеполитические связи между государствами.

Особенности распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 в Москве в 2020 г. Этапы введения и снятия ограничительных мероприятий. Работа Управления Роспотребнадзора по г. Москве. В марте 2020 г. столица Российской Федерации Москва, будучи основным транспортным узлом страны, приняла на себя первый и основной удар пандемии. В связи с тем что в жизни нынешнего поколения врачей и сотрудников профилактической медицины подобная эпидемия возникла впервые, органам Роспотребнадзора во взаимодействии с органами исполнительной власти субъектов России приходилось «с колес» внедрять профилактические меры, разные по эффективности, иногда перестраховываясь, осознавая необходимость максимально обезопасить жизнь и здоровье людей от распространяющейся в геометрической прогрессии инфекции. Если в марте 2020 г. ежедневный прирост заболевших в сутки составлял от нескольких человек до 100, то уже в начале апреля количество ежедневно заболевавших перешагнуло тысячный рубеж, достигнув к 1 мая количества более 5000 человек. В этих условиях на федеральном уровне, а также на уровне субъекта – г. Москвы предпринимались беспрецедентные меры, направленные на сдерживание распространения инфекционного процесса – введение режима «самоизоляции», периода «нерабочих недель», обязательного масочно-перчаточного режима, закрытие большинства предприятий города, за исключением объектов жизнеобеспечения (первый указ мэра Москвы о введении режима повышенной готовности вступил в силу с 5 марта) [1, 2].

Только налаженное взаимодействие между органами исполнительной власти, самоотверженная работа медицинских работников, комплексность и «жесткость» ограничительных мер позволили стабилизировать к середине мая эпидемиологическую обстановку в городе, спасти тысячи жизней москвичей, а к концу мая достигнуть статистически достоверного снижения уровня заболеваемости и уже 1 июня начать отмену ряда ограничительных мер, позволить людям выходить из дома, провести в самом начале июня на Красной площади первое массовое мероприятие – «Книжный фестиваль», пусть и с задержкой, но все же достойно организовать в июне 2020 г. с соблюдением всех санитарно-противоэпидемических норм проведение Парада и Празднования 75-летней годовщины Победы в Великой Отечественной войне [13]. Поэтапно в летний период в Москве под неусыпным контролем

Управления Роспотребнадзора по г. Москве возобновляли работу объекты культуры, отдыха и развлечений, спорта и торговли. К началу учебного года была проведена колоссальная работа совместно с Советом ректоров Москвы и Московской области для обеспечения эпидемиологической безопасности учебного процесса для студентов и преподавателей [3].

К сожалению, не только сезонные особенности эпидемического процесса коронавирусной инфекции (схожей по сезонности с другими респираторными заболеваниями), но и снижение настороженности со стороны граждан и предпринимательского сообщества, потерявших бдительность и «расслабившихся» после снятия части ограничительных мер, привели осенью к очередному подъему заболеваемости. Если на протяжении всего летнего периода темп ежедневного прироста не превышал отметки в 1 тыс. человек, уже к началу октября – опять вырос до 3 тыс. человек и более.

С самого начала пандемии в марте 2020 г. Управление осуществляло постоянный контроль за выполнением санитарно-противоэпидемических мероприятий на объектах города [16], в первую очередь тех, где возможно массовое пребывание людей. Всего за год Управлением было обследовано около 20 тыс. объектов, в 8 тыс. случаев выявлялись нарушения «антиковидных» мер, вследствие чего оперативно принимались предусмотренные законом меры, направленные на защиту здоровья граждан. Несмотря на масштабность этих цифр, характеризующих надзорную функцию Управления, следует отметить, что еще большую работу сотрудники Управления проводили в профилактическом направлении – совместно с предпринимательским сообществом, организаторами массовых мероприятий реализовывали противоэпидемические меры на объектах массового пребывания людей, совместно с сотрудниками объектов контролировали выполнение гражданами требований социального дистанцирования, масочно-перчаточного режима, помогали в организации термометрии.

В связи с ростом заболеваемости с конца сентября 2020 г., ввиду прогнозируемых явных катастрофических последствий для экономики города и страны в целом в случае возобновления «полного режима ограничений» (по аналогии с весной 2020 г.), не вводя новых ограничений для работы объектов, Управлением совместно с органами исполнительной власти правительства Москвы осенью 2020 г. был максимально усилен контроль за соблюдением противоэпидемических мероприятий на объектах города как со стороны организаций (Управление Роспотребнадзора по г. Москве), так и со стороны граждан (департаменты и инспекции правительства Москвы). Для популяризации антиковидных мер и информировании граждан и организаций о неизбежности наказания в случае их игнорирования к проводимым рейдам сотрудников Управления и инспекций города привлекались средства массовой информации регионального и федерального уровня (более 70 осмотров объектов на предмет антиковидных мер было проведено с участием СМИ).

Также с целью стабилизации ситуации в распорядительные документы правительства Москвы были включены положения, в рамках которых почти все массовые культурные, спортивные и иные мероприятия готовились и проводились с непосредственным участием сотрудников Управления, под их постоянным контролем.

Указанная работа привела к тому, что после пиковых значений уровня заболеваемости в двадцатых числах декабря 2020 г., в январе 2021 г. эпидемиологическая

обстановка стабилизировалась, отметилось статистически достоверное снижение заболеваемости, что в совокупности с активно проводимой в настоящее время в стране и городе вакцинацией против коронавирусной инфекции позволяет с оптимизмом смотреть в будущее и надеяться на возвращение к привычной жизни и наступление «мирного времени» для врачей и работников профилактической медицины.

Осуществление контроля за объектами коммунально-бытового назначения в 2020 г. Порядок осуществления планового и внепланового надзора за объектами коммунально-бытового назначения в 2020 г., так же, как и за другими объектами, осуществлялся с учетом изменений, установленных правительством Российской Федерации в связи с пандемией коронавируса, при этом большая часть плановых проверок была исключена из плана. Таким образом, основной задачей при осуществлении надзора являлся контроль за выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий на объектах с целью предотвращения распространения новой коронавирусной инфекции.

На основании методических рекомендаций Роспотребнадзора по работе различных типов коммунальных объектов в период распространения коронавирусной инфекции Управлением были направлены предписания о проведении противоэпидемических мероприятий – 41 в адрес профильных департаментов, 3500 – на объекты надзора, 8 – в адрес основных религиозных конфессий, 9 – в судебные органы на территории Москвы.

С целью доведения требований санитарного законодательства и необходимых мер профилактики до предпринимательского сообщества в доступной, наглядной форме правительством Москвы при участии Управления разработаны «защитные протоколы» (21), в том числе для объектов торговли, бытового облуживания, культуры, спорта, зрелищных объектов и др., а также «Антиковидный паспорт объекта», включающий формы учета противоэпидемических мероприятий на объектах.

Для контроля выполнения предписаний о проведении противоэпидемических мероприятий обследовано более 3,5 тыс. коммунальных объектов [20], связанных с массовым посещением людей [20]:

– торговые центры (254) [12];
– объекты ЖКХ (407);
– МФЦ, ЗАГСы, офисы (243);
– театры (109);
– кинотеатры (49);
– объекты ритуальных услуг (75);
– салоны красоты (419);
– ветклиники (28);
– музеи (18);
– магазины (866);
– вузы (120);
– спортивные объекты (129);
– общежития (35);
– АЗС (24);
– аквапарки (4);
– кальянные (159);
– развлекательные центры (25);
– гостиницы (106) [9];

– хостелы (217);

– места проведения массовых мероприятий (55).

За нарушения «антиковидных мер» на коммунальных объектах составлена 1 тыс. протоколов об административном нарушении, вынесено 780 штрафов на 13,5 млн руб., закрыто и опечатано 94 объекта [2].

Система жилищно-коммунального хозяйства. На основании предложений Управления с февраля Мосводоканалом усилен режим обеззараживания питьевой воды и сточной воды, включены дополнительные УФ-лампы, дополнительные режимы обеззараживания, изменена скорость потока. Управлением в рамках мониторинга увеличена кратность отбора проб воды на 4 станциях водоподготовки и 4 водоочистки до 2 раз в неделю. С целью мониторинга РНК вируса в факторах среды обитания отобрано 347 проб сточной воды, 1236 проб питьевой воды, 1030 проб воды источников водоснабжения, 123 пробы воды в зонах отдыха, 2293 смывов. По результатам исследований РНК вируса не обнаружено.

21 февраля 2020 г. дано предписание Департаменту ЖКХ об усилении режима текущей дезинфекции в жилом фонде силами управляющих компаний. В марте 2020 г. разработан, согласован с заместителем мэра Москвы П.П. Бирюковым и внедрен алгоритм взаимодействия и передачи информации между Управлением, Департаментом ЖКХ, префектурами, Московским городским центром дезинфекции и управляющими компаниями о местах проживания/работы заболевших и контактных с целью оперативного проведения заключительной дезинфекции в жилом фонде, в местах общего пользования жилых домов. По состоянию на 31.12.2020 г. обработано 700 млн $м^2$. В марте 2020 г. совместно с ГУП МГЦД разработаны и распространены через Департамент ЖКХ памятки для населения и инструкции для управляющих компаний по дезинфекционной обработке квартир, подъездов, открытых пространств. В начале апреля разработан и внедрен через Департамент ЖКХ алгоритм обращения отходов, образующихся в квартирах негоспитализированных заболевших. В связи с поступлением в апреле 2020 г. обращений ЖСК и ТСЖ о невозможности обеспечения необходимым количеством дезсредств и средств индивидуальной защиты Управление обратилось к заместителю мэра П.П. Бирюкову, по поручению которого были организованы поставки необходимых средств не только в государственные управляющие компании, но и в ТСЖ и ЖСК. В период ухудшения эпидемиологической ситуации в конце марта и в октябре 2020 г. на основании предписаний / писем Управления в адрес заместителя мэра Москвы П.П. Бирюкова в соответствии с рекомендациями Роспотребнадзора проводилась обработка открытых пространств: аэропортов, вокзалов, торговых центров, рынков, парков, остановочных площадок [6].

Взаимодействие с органами исполнительной власти Москвы. В связи с наделением Указом Мэра Москвы № 40 от 04.04.2020 г. ряда московских департаментов и инспекций полномочиями по контролю за выполнением на объектах «антиковидных» мер, с апреля 2020 г. было организовано взаимодействие с данными организациями с еженедельным информированием Управления о выявленных нарушениях указов мэра и принятых мерах с целью анализа соблюдения законности и выполнения «антиковидных мер» в различных сферах деятельности города, а также о нарушениях санитарного законодательства. На основании донесений из ОАТИ (объединение административно-технических инспекций), Департамента торговли и услуг, государственной инспекции по контролю за использованием объектов недвижимости

было проверено более 1,5 тыс. объектов, в том числе более 300 объектов проверено совместно с ОАТИ, МАДИ, Департаментом торговли и услуг при информационной поддержке СМИ (в 90 % случаев были выявлены нарушения, возбуждены дела в соответствии с КоАП РФ, деятельность 50 объектов приостановлена) (рисунок).

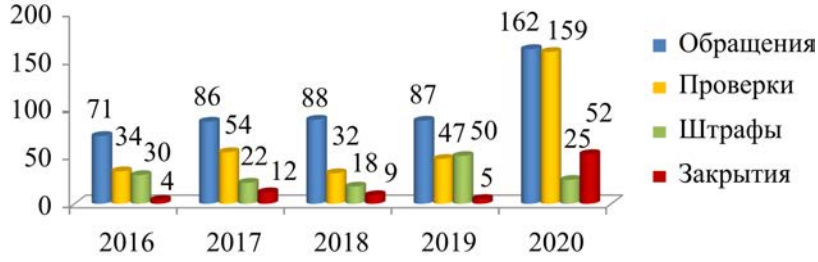


Рис. Осуществление контроля за объектами коммунально-бытового назначения в 2020 г.

Кальянные. 25 марта 2020 г. работа кальянных в Москве была запрещена указом мэра, вместе с тем большое количество подобных заведений продолжало работать, создавая угрозу распространения воздушно-капельной инфекции, способной передаваться через кальяны неиндивидуального использования. Также с октября вступили изменения в «антитабачный» федеральный закон № 15, согласно которым запрещено курение кальянов в объектах общественного питания. На основании данных норм законодательства, а также по факту выявления многочисленных нарушений «антиковидных» мер по итогам проверок специалистов Управления было закрыто 52 кальянные.

Основные нарушения в кальянных:

– курение кальянов в общественных местах (нарушение указа мэра г. Москвы);

– курение кальянов в объектах общепита (ФЗ-15);

– нарушение дезинфекционного режима (отсутствие санитайзеров, дезсредств, антисептиков);

– нарушения к оборудованию вентиляционной системы;

– нарушения к организации общественного питания и антитабачного законодательства, в том числе использование курительных смесей с табаком, либо неизвестного состава и происхождения;

– отсутствие медицинской документации на сотрудников (в том числе результатов ПЦР обследования на COVID-19);

– бактериальная обсемененность трубок кальянов (в 15 из 57 случаев);

– несоответствие содержания кальянных смесей информации на упаковке, в том числе по содержанию никотина (в 6 из 15 случаев).

Высшие учебные заведения. Огромное значение было уделено работе с вузами ввиду того, что работа данных объектов связана с постоянным тесным контактом молодых людей и преподавателей, в том числе и пожилого возраста. В августе Управление напомнило ректорам вузов Москвы о старте вакцинальной компании против гриппа и эпидемических рисках этого сезона с учетом возможности развития «микст-инфекции». Вместе с тем по состоянию на середину октября было вакцинировано только 37 тыс. из 104 тыс. преподавателей (35 %) и 92 тыс. из 354 тыс. студентов (26 %). Данная информация была доведена до министра науки и высшего об-

разования РФ в ходе совещания в режиме ВКС 7 октября, по итогам которого Управлением организована работа с Советом ректоров вузов. К середине ноября охват вакцинацией студентов и преподавателей превысил 75 % [16].

В рамках Приказа Министерства науки и высшего образования РФ, в связи с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой в Москве, с марта большинство вузов приступили к дистанционному обучению. В августе Управлением была собрана и проанализирована информация с целью оценки возможности работы вузов в очном формате, в том числе о наличии в вузах помещений для изоляции, закупленных дезсредствах, масках и антисептиках, об установленных облучателях для обеззараживания воздуха, о наличии бесконтактных термометров для организации «входного контроля». По итогам анализа Управление проинформировало председателя Совета ректоров вузов Москвы о готовности вузов к очному обучению при условии неукоснительного соблюдения противоэпидемических мер [5].

Шестого октября 2020 г. специалистами Управления обследовано 107 учебных корпусов 62 наиболее крупных вузов Москвы. Было установлено, что в большинстве вузов противоэпидемические мероприятия выполняются в должном объеме, системных нарушений установлено не было, организовано информирование студентов и преподавателей о необходимости выполнения мер профилактики посредством аудиосообщений, трансляции видеосюжетов, размещения плакатов. В отдельных учебных корпусах недостаточно контролировалось соблюдение масочного режима, норм социального дистанцирования. 7 октября 2020 г. информация об итогах «рейда» была доложена в ходе вышеуказанного ВКС-совещания с министром науки и высшего образования РФ. Руководство вузов, где были выявлены нарушения, в течение 2 суток отчиталось в их устранении.

Объекты культуры. После улучшения эпидобстановки со второй половины мая в рамках поэтапного снятия ограничений указом мэра от 8 июня Управлением налажено взаимодействие с Департаментом культуры Москвы с целью организации противоэпидемических мероприятий на возобновляющих функционирование объектах культуры. Было проведено 3 совместных совещания с работниками крупнейших объектов культуры Москвы (театров, музеев и библиотек), на которых разъяснялась необходимость выполнения «антиковидных» мер и требований Роспотребнадзора [11]. На основании рекомендаций Роспотребнадзора и предписаний Управления были изданы распоряжения Департамента подведомственным театрам, музеям, концертным залам, разработаны «защитные протоколы», организован контроль силами департамента с информированием Управления в случае нарушений антиковидных мер. С целью объективной оценки состояния систем вентиляции, работа которой крайне важна для профилактики COVID-19, при проверке кинотеатров была опробована методика контроля бактериальной обсемененности воздуха в начале и конце рабочего дня, которая зарекомендовала себя положительно, давая возможность объективно подтвердить недостаточную эффективность работы вентиляционной системы [10]. Всего проведено 172 обследования культурно-зрелищных объектов, в 45 случаев были выявлены нарушения и приняты меры. За грубые нарушения антиковидных мер, представляющие реальную угрозу для жизни и здоровья граждан, закрыто 13 развлекательных объектов (концертные залы, ночные клубы) [4].

Так, были опечатаны помещения клуба «Известия HALL» на Пушкинской площади за многочисленные нарушения мер профилактики коронавируса, выявленные в ходе обследования, проведенного совместно с ОАТИ 23 октября.

На основании материалов органов внутренних дел о нарушении санитарно-эпидемиологического режима во время концерта музыканта В.А. Кипелова в концертном зале «Адреналин Стадиум» на Ленинградском проспекте, в том числе о превышении 50%-ного лимита заполнения зала, неиспользования средств индивидуальной защиты, нарушения норм социального дистанцирования сотрудниками территориального отдела в Северном округе с полицией проведен осмотр помещений, в ходе которого подтвердился факт многочисленных нарушений. Помещение концертного зала было опечатано, по решению суда назначено приостановление деятельности на 30 суток.

В тех случаях, когда организаторы сообщали Управлению о планируемом массовом мероприятии, специалисты службы оказывали помощь при подготовке мероприятия для определения потребностей в оборудовании, в дезсредствах, определении порядка «входного контроля». На наиболее масштабных мероприятиях организовывались дежурства специалистов для помощи организаторам в предотвращении нарушений. Так была организована и проведена в начале июня Книжная ярмарка – первое массовое мероприятие после периода самоизоляции, Праздник ВДВ, церемония вручения премии «Золотой Граммофон», новогодние праздничные шоу и около 40 других массовых мероприятий.

Объекты спорта. Также было организовано взаимодействие с Департаментом спорта. Накануне частичного снятия ограничений руководителями Управления и департамента проводились видеоселекторные совещания с руководителями спортивных объектов и фитнес-индустрии [7], Российской федерации футбола и регби, в ходе которых представителям спортивного сообщества подробно разъяснялся порядок выполнения основных профилактических мероприятий, предписываемых распоряжениями департамента и предписаниями Управления, выполнение которых обязательно для обеспечения безопасности граждан при поэтапном открытии объектов. В соответствии с регламентом проведения спортивных мероприятий, утвержденным Роспотребнадзором и Минспорта, на основании указов мэра г. Москвы Управлением было согласовано более 400 спортивных мероприятий после детального анализа информации, полученной от организаторов, на предмет достаточности сил и средств для обеспечения безопасности гостей и спортсменов [8]. На 18 наиболее масштабных спортивных мероприятиях было организовано дежурство специалистов Управления, в 2 случаях были выявлены нарушения – организаторы матчей, проводившихся в начале октября на стадионах «Спартак» и «ЦСКА», не приняли достаточных мер для соблюдения болельщиками норм социального дистанцирования и масочного режима. За данные нарушения виновные были привлечены судом к ответственности в виде штрафов. Управлением давались предписания правообладателям данных стадионов о сокращении числа зрителей на стадионах до количества, которое могут проконтролировать организаторы мероприятия.

На основании предписаний Управления руководство стадионов приняло меры по недопущению нарушений из расчета своих возможностей по контролю за болельщиками определило для себя максимальную квоту вместимости, параллельно с этим усилив контроль за ними, что обеспечило проведение последующих игр без нарушений противоэпидемического режима. Также с соблюдением мер безопасности прошли и прочие, организованные с участием Управления спортивные мероприятия: скачки на московском ипподроме, Кубок силовых структур по руко-

пашному бою памяти В.В. Черникова, московский полумарафон, Чемпионат России по фигурному катанию среди юниоров и многие другие.

Работа с жалобами на выполнение строительных работ. В Управление с конца марта по конец апреля поступило более 100 жалоб от граждан, находящихся на самоизоляции, на шум от проведения строительных работ вблизи их дома. В связи с тем, что надзор за строящимися объектами органы Роспотребнадзора не осуществляют, Управление обратилось к заместителю мэра А.Ю. Бочкареву, которым были даны указания подведомственным городским структурам о принятии оперативных мер, в том числе Мосгосстройнадзору – об усилении контроля за стройками, что привело к значительному снижению числа жалоб [17].

Контроль за соблюдением «антиковидных» мер на объектах похоронного назначения. Объекты похоронного назначения, кладбища в системе риск-ориентированного надзора являются объектами высокого риска ввиду массовости их посещения гражданами (по данным Департамента торговли и услуг г. Москвы в дни массового посещения на наиболее крупные из них приходит до 8–10 тыс. человек).

Вместе с тем, в нарушение предписания, выданного по итогам плановой проверки ГБУ «Ритуал» в июле 2019 г., до настоящего времени не выполнены наиболее значимые его пункты, что подтвердили проверки в феврале и октябре 2020 г.: не организован поверхностный сток с территорий кладбищ, не оборудованы стационарные туалеты с подводкой городских инженерных систем.

За невыполнение Предписания ГБУ «Ритуал» дважды привлечен судом к административной ответственности по ч. 1 ст. 19.5 КоАП РФ.

С целью контроля за местами массового посещения людей в декабре выборочно обследованы 58 кладбищ. Были установлены факты невыполнения противоэпидемических мероприятий, в том числе отсутствие условий для соблюдения посетителями правил личной гигиены.

В рамках совещания, проведенного по итогам рейда, руководителем Управления Е.Е. Андреевой с министром правительства Москвы А.А. Немерюком, а также руководством ГБУ «Ритуал» и АО «Мосводоканал» были приняты решения о разработке дорожной карты по обеспечению кладбищ города стационарными туалетами с подключением городских систем канализации и водоснабжения и организации поверхностного ливнестока с включением данных мероприятий в адресную инвестиционную программу города Москвы.

В настоящее время специалистами ГБУ «Ритуал» и АО «Мосводоканал» организованы обследования кладбищ города с целью определения на местности возможностей технического подключения объектов на кладбищах к инженерным сетям.

Выводы. Результаты проделанной работы:

1. Показывают эффективность работы по контролю за объектами коммунально-бытового назначения и средой обитания человека в г. Москве в период распространения новой коронавирусной инфекции в 2020 г.

2. Подтверждают правильность выбранных механизмов контроля, взаимодействия с органами исполнительной власти субъекта РФ, средствами массовой информации для достижения поставленной задачи по предотвращению распространения инфекционного процесса среди населения Москвы.

3. Демонстрируют опасность ослабления контроля за объектами (в первую очередь, связанными с местами массового пребывания людей) со стороны органов федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, опасность ис-

ключения из норм санитарного законодательства требований, направленных на санитарно-эпидемиологическую безопасность граждан, а также иных требований, позволяющих эффективно осуществлять надзор.

4. Указывают на необходимость разработки и утверждения на федеральном уровне алгоритмов действий по организации санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий на уровне субъектов РФ на основании опыта работы в г. Москве.

5. Указывают на необходимость включения в федеральные нормы санитарного законодательства обязательных и однозначных требований о необходимости выполнения хозяйствующими субъектами необходимого перечня санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий (исходя из профиля объекта), обоснованных с гигиенической позиции.

6. Указывают на необходимость разработки механизмов объективного контроля и гигиенического нормирования показателей микробиологического загрязнения воздуха закрытых помещений, зданий, транспорта, в том числе с целью объективной оценки эффективности работы систем вентиляции.

7. Указывают на необходимость продолжения в г. Москве работ по контролю за выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий на объектах массового пребывания людей, эпидемически значимых объектах, по контролю за недопущением функционирования кальянных, по контролю за проведением массовых развлекательных, культурных и спортивных мероприятий, в том числе на основании поступающей информации от органов исполнительной власти г. Москвы (ОАТИ, МАДИ, Департаментом торговли и услуг г. Москвы, Государственной инспекции по контролю за использованием объектов недвижимости г. Москвы), от организаторов массовых мероприятий, во взаимодействии с ними.

Список литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30 ноября 1994 года № 51-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (дата обращения: 03.04.2021).

2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 03.04.2021).

3. МР 3.1.0178-20. Определение комплекса мероприятий, а также показателей, являющихся основанием для поэтапного снятия ограничительных мероприятий в условиях эпидемического распространения COVID-19. – М., 2020. – 6 с.

4. МР 3.1/2.1.0202-20. Рекомендации по проведению профилактических мероприятий по предупреждению распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) при осуществлении деятельности театров и концертных организаций [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1403241/ (дата обращения: 03.04.2021).

5. МР 3.1/2.1.0205-20. Рекомендации по профилактике новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в образовательных организациях высшего образования. – М., 2020. – 8 с.

6. МР 3.1/2.1.0170/1-20. Рекомендации по проведению дезинфекционных мероприятий на открытых пространствах населенных пунктов и в многоквартир-

ных жилых домах в целях недопущения распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74110030/ (дата обращения: 03.04.2021).

7. МР 3.1/2.1.0183-20. Рекомендации по профилактике новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в учреждениях физической культуры и спорта (открытых и закрытых спортивных сооружениях, физкультурно-оздоровительных комплексах, плавательных бассейнах и фитнес-клубах). – М., 2020. – 5 с.

8. МР 3.1/2.1.0184-20. Рекомендации по организации работы спортивных организаций в условиях сохранения рисков распространения COVID-19. – М., 2020. – 6 с.

9. МР 3.1/2.1.087-20. Рекомендации по профилактике новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в учреждениях, осуществляющих деятельность по предоставлению мест для временного проживания (гостиницы и иные средства размещения). – М., 2020. – 6 с.

10. МР 3.1.2.1.0189-20. Методические рекомендации по проведению профилактических мероприятий по предупреждению распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в кинотеатрах. – М., 2020. – 7 с.

11. МР 3.1/2.1.0194-20. Рекомендации по проведению профилактических мероприятий по предупреждению распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в музеях, музеях-заповедниках, дворцово-парковых музеях [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74482276/ (дата обращения: 03.04.2021).

12. МР 3.1/2.3.5.0191-20. Рекомендации по профилактике новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в предприятиях торговли. – М., 2020. – 5 с.

13. Об этапах снятия ограничений, установленных в связи с введением режима повышенной готовности: Указ мэра Москвы от 08 июня 2020 г. № 68-УМ – М., 2020. – 6 с.

14. О введении режима повышенной готовности: Указ Мэра Москвы от 5 марта 2020 г. № 12-УМ. – М., 2020. – 4 с.

15. О дополнительных мерах по недопущению завоза и распространения новой коронавирусной инфекции, вызванной 2019-nCoV: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 24.01.2020 г. № 2. – М., 2020. – 6 с.

16. О мероприятиях по профилактике гриппа и острых респираторных вирусных инфекций, в том числе новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в эпидемическом сезоне 2020–2021 годов: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 13.07.2020 № 20. – М., 2020. – 9 с.

17. О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации: Федеральный закон от 02.05.2006 № 59-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_59999/ (дата обращения: 03.04.2021).

18. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 03.04.2021).

19. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации» (за 2018–2020 гг.): Государственный доклад. – М.: Феде-

ральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. – 299 с.

20. СП 3.1.3597-20. Профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19). – М., 2020. – 14 с.

Соблюдение требований биологической безопасности для снижения уровня риска при проведении диагностических работ с подозрительным на содержание вируса SARS–CoV–2 (COVID–19) материалом

Е.А. Тюрин, Л.В. Чекан, М.В. Храмов

ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора,
п. Оболенск, Россия

Проанализировано состояние биологической безопасности для снижения уровня риска на различных этапах практики диагностических исследований в лабораториях различных уровней защиты в условиях пандемии COVID-19, вызванной вирусом SARS-CoV-2.

Осуществлены определение и анализ уровня риска на каждом этапе работы с материалом, подозрительным на содержание коронавируса, выявление и оценка их положительных и отрицательных моментов.

Основным методом являлся метод эпидемиологического анализа с последующей оценкой. По итогам работы были определены наиболее опасные этапы этой работы. Предложены пути совершенствования лабораторной практики: расширение требований биологической безопасности, распространения их не только на лаборатории, но и на клинические (инфекционные и соматические) стационары, что существенно снизит риск возможного заражения врачей-специалистов; организация подготовки в области биологической безопасности практикующих врачей-специалистов не только для лабораторий, но и для лечебных учреждений, разработка для этого отдельной программы повышения квалификации; привлечение к работе над программой специалистов в области биологической безопасности, молекулярной биологии, эпидемиологии, лечебного дела и других специальностей медико-биологического и инженерно-технического направлений; рассмотрение вопроса о разработке санитарно-эпидемиологических правил по безопасности при лечении больных для врачей-специалистов, работающих в больницах и госпиталях.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция, риск, биологическая безопасность, лабораторная диагностика.

Основное требование биологической безопасности в современных условиях – соблюдение положений, обеспечивающих безопасную работу персонала лабораторий и снижение биологического риска при проведении диагностических, научно-исследовательских и производственных (технологических) работ путем использования раз-

личных мероприятий организационно-профилактического, медико-биологического и инженерно-технического и характера [1, 2, 10, 11].

«Классические» коронавирусы (*Coronaviridea*) по классификации, принятой в РФ, относят к четвертой группе патогенности и опасности для человека и животных. Они могут вызывать острые респираторные вирусные инфекции (ОРВИ), проявляющиеся в виде профузионного насморка без температуры и энтеритов [9–11]. Однако в конце 2020 г. возникла ситуация, когда резко повысилась заболеваемость предположительно ОРВИ в некоторых странах, в частности в Китае. Анализ ситуации показал, что это коронавирус, изменивший по каким-то причинам свои свойства, приобретя способность быстро проникать в организм человека и вызывать заболевание различной степени тяжести вплоть до летального исхода. При этом вирус ещё и мутирует, что создает дополнительный риск для работников и населения. В настоящее время все мировое сообщество продолжает бороться с новой коронавирусной инфекцией, которая поражает с разной степенью интенсивности людей во всем мире.

Специальным заявлением Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) от 12 марта 2020 г. ситуация в мире, связанная с распространением коронавирусной инфекции COVID-19, которая получила статус пандемии в соответствии с положением Международных санитарных правил [1, 2, 13, 16], назван новый вид коронавируса – SARS-CoV-2. В России возбудитель новой коронавирусной инфекции специальным распоряжением отнесен ко второй группе патогенности (опасности) [4]. ВОЗ и структуры Российской Федерации оперативно отреагировали на появление новой инфекционной патологии. Были подготовлены и разосланы информационные письма, методические рекомендации, практические пособия по лабораторной диагностике, временные санитарно-эпидемиологические правила, руководства и другие нормативно-методические документы [3, 4, 5, 16].

По сообщению руководителя Роспотребнадзора А.Ю. Поповой к началу 2021 г. в Российской Федерации сделано уже более 90 млн анализов на коронавирус в лабораториях различного уровня защиты и ведомственной принадлежности, и лабораторные исследования будут продолжены.

Все это заставляет оценивать и анализировать сложившуюся ситуацию с точки зрения соблюдения положений и требований биологической безопасности и снижения уровня риска для сотрудников диагностических лабораторий и других медицинских работников во время ликвидации последствий пандемии.

Целью исследования является определение и анализ уровня риска на каждом этапе работы с материалом, подозрительным на содержание коронавируса, выявление и оценка их положительных и отрицательных моментов. На наш взгляд, это позволит в будущем решить ряд организационных вопросов и других проблем и разработать определенные подходы, логистику поведения специалистов диагностических лабораторий и сотрудников лечебно-профилактических учреждений.

Примерная процедура от момента выявления больного новой коронавирусной инфекцией или контактного лица до получения результатов лабораторной диагностики для оценки ситуации может состоять из нескольких этапов:

– выявление больного или подозрительного на заболевание;

– проведение диагностических исследований отобранного материала (мазок из носоглотки или ротоглотки, исследование сыворотки крови на наличие антител к вирусу);

– изоляция или госпитализация больного, выявление контактных лиц первого и второго порядка;

– лечение больного, выписка и реабилитация в социуме.

В случае выявления больного или при его обращении в общую медицинскую сеть, или при вызове сотрудника лечебного учреждения на дом необходимо собрать анамнез: когда, где, при каких обстоятельствах заболел человек, вызвавший специалиста. При этом необходимо помнить, что он мог контактировать с членами семьи, коллегами и просто общаться с гражданами по месту жительства (общественный транспорт, магазины и т.п.). Поэтому контактные лица делятся на три категории [3, 12]:

– первая категория – лица, имевшие близкий контакт с больным или инфицированным на расстоянии менее 1,5 м более 15 мин и длительный контакт (более 30 мин) в закрытых помещениях с недостаточным притоком свежего воздуха, не оборудованных механической вентиляцией и без использования систем очистки и вентиляции воздуха;

– вторая категория – лица, входящие в эту категорию, не имели признаков контактов, как у первой категории – контакт с больным или инфицированным на расстоянии менее 1,5 м боле 15 мин и длительный контакт (более 30 мин) в закрытых с больными или инфицированными COVID-19;

– третья категория – сотрудники медицинских учреждений и сотрудники лабораторий, осуществляющие диагностику COVID-19.

Больной (или инфицированный) человек считается инфицированным за два дня до появления симптомов или же при отсутствии симптомов за два дня до проведения отбора материала для лабораторного исследования, по результатам которого получен положительный ответ и в течение 10 дней после появления симптомов (в случае тяжелого клинического течения болезни возможно дольше) или в течение 10 дней после лабораторного обследования при отсутствии симптомов.

При получении экстренного извещения на лабораторно подтвержденный случай заболевания новой коронавирусной инфекцией в первые 24 ч необходимо провести эпидемиологическое расследование, по результатам которого организуется проведение противоэпидемических мероприятий [3]. Весь материал, отобранный у подозрительных на содержание вируса заболевших и контактных, передают на лабораторное исследование. За контактными лицами устанавливают наблюдение и контролируют их состояние. Выписку контактных лиц осуществляют по такому же принципу, как и выздоровевших после болезни.

Любые клинико-диагностические и лабораторные работы, связанные с увеличенным риском использования потенциально инфицированного или инфицированного новым коронавирусом материала, могут проводиться исключительно в лабораториях, имеющих бессрочную лицензию на осуществление деятельности в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных II степени потенциальной опасности и санитарно-эпидемиологическое заключение, выданное на пять лет о возможности проведения работ и соответствия государственным нормативным документам [5, 10, 11]. Соответственно, проведение всех работ по лабораторной диагностике материала, подозрительного на содержание вирусной РНК, должно соответствовать требованиям санитарных правил для микроорганизмов II группы патогенности и проводиться в условиях изолированной лаборатории, соответствующей 3-му уровню безопасности по рекомендациям ВОЗ [10, 11]. На практике из-за большого объёма проведения диагностических исследований рабо-

ты по анализу биологического материала с подозрением на наличие коронавируса проводят и в лабораториях более низкого уровня защиты (базовых), предназначенных для работы с патогенными биологическими агентами (ПБА) III–IV групп или 2-го уровня биологической безопасности. Без накопления материала допускается исследование биологического материала, подозрительного на инфицирование микроорганизмами II группы патогенности в лаборатории для проведения работ с возбудителями III–IV групп патогенности. Но это можно проводить только в тех случаях, когда разработаны и утверждены нормативные документы, регламентирующие порядок проведения этих исследований в условиях данной лаборатории.

Наиболее опасным этапом проведения противоэпидемических мероприятий является отбор проб. На этом этапе необходима высокая концентрация внимания как работников, отбирающих материал, так и лиц, у которых берут пробы материала для исследования. Для этого делают мазок, отбирая материал из носоглотки или ротоглотки [5]. Материал отбирается в самом начале клинических проявлений (насморк, кашель, субфебрильная температура), когда подозрительный на заболевание еще не знает о том, насколько тяжело он болен. В этом случае сотруднику, отбирающему пробы, необходимо использовать индивидуальные средства защиты (СИЗ) органов дыхания и защитную одежду, которая полностью закрывает его тело и руки. Каждого такого специалиста необходимо обучить правильному использованию защитного костюма и СИЗ, а также правильной процедуре взятия мазков, чтобы был получен правильный результат. Это необходимо сделать, поскольку защитную одежду надевают и делают отбор проб не только специалисты санитарной службы, которых этому обучают, а врачи общей практики в том числе.

Необходимо регулярно проводить инструктаж с членами бригад с напоминанием о порядке соблюдения требований биологической безопасности при подходе или подъезду к месту отбора, порядок надевания защитной одежды, использование дезинфицирующих растворов, наличие отдельного помещения (желательно), оборудованного для отбора проб с учетом требований биологической безопасности, так как риск заражения достаточно высок. В составе укладки для отбора проб нужно предусмотреть наличие герметичных контейнеров для укладки отобранных проб, чтобы доставлять их в лабораторию.

Каждая процедура отбора проб должна сопровождаться проведением дезинфекционных мероприятий, особенно тогда, когда отбирают мазки у разных заболевших людей из территориально разбросанных мест. Руки, пробирки, контейнер должны деконтаминироваться сертифицированным дезинфектантом, который влияет на вирусы и бактерии. При отборе проб желательно использовать одноразовую защитную одежду: комбинезоны типа «Тайвек», очки, плотно прилегающие к коже, и одноразовые бесклапанные респираторы/полумаски фильтрующего типа «ШБ-1» или «Спиро», относящиеся к 3-му классу безопасности (FFP3). Контейнер, в который упаковывают пробы (смывы), должен содержать помимо штативов для установки пробирок место с охлаждающими элементами для поддержания низкой температуры в контейнере во время транспортировки проб. Контейнер маркируют знаком «Биологическая опасность!» международного образца и снабжают опечатывающим устройством для печати ответственного сотрудника.

Материал для проведения диагностических исследований желательно доставлять в лабораторию в течение 2–3 ч, соблюдая при этом не только требования «холодовой цепи», но и все меры предосторожности и требования биологической

безопасности. Материал передают в лабораторию через отдельный вход и шлюз, отделяющий «чистую» зону от «заразной» зоны, оснащенный либо бактерицидными лампами, либо подводкой дезинфицирующего раствора.

Прием материала, его разбор и маркировку, а также регистрацию в специальном журнале, первичную подготовку, объединение или разделение проб на равные объемы (аликвоты), обеззараживание и хранение проб, обеззараживание остатков исследуемого материала осуществляют сотрудники, которые не работают в лабораторном помещении непосредственно с материалом, подозрительным на содержание вируса. Все дальнейшие исследования проводят специально назначенные по приказу сотрудники, используя метод полимеразной цепной реакции [6, 14].

Исследование материала, содержащего или подозрительного на содержание микроорганизмов IIV групп патогенности методами амплификации нуклеиновых кислот, связано с необходимостью одновременного обеспечения и соблюдения персоналом правил биологической безопасности и требований к организации при проведении данных работ с целью предотвращения контаминации помещений и оборудования нуклеиновыми кислотами и/или ампликонами исследуемых проб.

Исследования проводят в лабораториях организаций, имеющих лицензию на деятельность, связанную с возбудителями инфекционных заболеваний человека бактериальной и/или вирусной природы. Лаборатории, в которых проводят диагностические исследования, должны иметь «срочные» санитарно-эпидемиологические заключения выданных в установленном порядке на срок не более пяти лет о соответствии условий государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативным документам [10, 11]. Это положение касается не только специализированных диагностических лабораторий, но и лабораторий, созданных, перепрофилированных специально для диагностики во время пандемии при больницах, госпиталях и т.п.

Соблюдение противоэпидемического режима работы лаборатории должно быть обеспечено в соответствии с положениями санитарно-эпидемиологических правил и требований биологической безопасности, регламентирующих работу с микроорганизмами I–II и III–IV групп патогенности соответственно [10, 11, 14].

В течение 2020 г. в РФ было построено большое количество временных лечебно-профилактических учреждений (больниц, госпиталей) с лабораторной базой или без неё. Естественно, что их сооружение должно было отвечать всем требованиям биологической безопасности. При строительстве новых лабораторий или при реконструкции старых помещений лабораторию стараются размещать в отдельно стоящем здании или изолированной части здания, этажа с соблюдением требований санитарно-эпидемиологических правил, соблюдая условия наличия «чистой» и «заразной» зон [10, 11]. Помещения лаборатории должны быть обустроены в виде боксов с предбоксами с указанием рабочих зон. Боксовые помещения оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией с высокоэффективными фильтрами очистки воздуха класса безопасности не ниже H14, водопроводом, не связанным с централизованной сетью (через бак разрыва струи), канализацией с системой обеззараживания сточных вод, электричеством и отоплением, средствами пожаротушения, естественным и искусственным освещением. Внутренние помещения «чистой» и «заразной» зон лаборатории должны быть непроницаемы для грызунов и насекомых. Стены, пол и потолок помещений отделывают кафелем или краской, устойчивой к действию моющих и дезинфицирующих растворов. Они должны быть гладкими, без щелей, легко обрабатываемыми. В рабочих помещениях «заразной» зоны уста-

навливают бактерицидные лампы [8]. Окна должны быть плотно закрыты, без форточек, возможно использование светозащитных пленок из материала, устойчивого к действию используемых дезинфицирующих средств.

Положения биологической безопасности распространяются на перепрофилируемые учреждения здравоохранения. Расположение лаборатории и расстановка оборудования в «заразной» зоне лаборатории должны обеспечивать безопасную доставку и поточность движения исследуемого материала для снижения уровня риска. При этом расположенная в непосредственной близости лаборатория, в соответствии с этапами проведения анализа, должна иметь определенный набор самостоятельных рабочих помещений-зон или отдельно выделенных рабочих зон в составе других функциональных помещений.

Допуск сотрудников для проведения диагностических работ материала, имеющего в своей основе генетические конструкции, осуществляют на тех же условиях, что и допуск персонала к работам с микроорганизмами бактериальной или вирусной природы [10, 11] – после прохождения входного медицинского осмотра, первичной подготовки на специализированных курсах с основами биологической безопасности и на сертификационных специальных курсах по постановке реакции амплификации, инструктажа по биологической безопасности и сдачи зачета по знанию требований и положений биобезопасности. Очень важно, чтобы сотрудники, привлекаемые к работам с материалом подозрительным на наличие РНК коронавируса, понимали важность и ответственность возложенной на них задачи.

Известно, что в лабораториях, работающих с ПБА III–IV групп, зачастую нет специалистов, окончивших курсы первичной специализации с основами биологической безопасности [10], а значит, нет понимания, как работать с ПБА (пусть и в виде РНК), относящимся ко II группе. На это следует обращать особое внимание при проведении инструктажей и организации мероприятий по обеспечению биологической безопасности.

Сотрудники лабораторий и других организаций (больниц, госпиталей и т.д.), привлекаемые к работам с материалом, содержащим коронавирус, должны быть привиты одной из зарегистрированных в настоящее время в России трёх вакцин: «Гам-КОВИД-Вак» (торговая марка «Спутник V»), «ЭпиВакКорона», «КовиВак». Отличие вакцин друг от друга состоит в том, что они имеют разные платформы для противодействия коронавирусу, но достаточно эффективны против коронавируса. В скором времени, возможно, появятся другие вакцинные препараты, обладающие низкой реактогенностью и высокой иммуногенностью.

Ограничениями при проведении вакцинации являются перенесение коронавирусной инфекции в анамнезе и наличие антител к вирусу, наличие хронических заболеваний, заболевание острой респираторной инфекцией. Необходимо также принимать во внимание возраст людей, прививаемых против коронавируса. Он не должен превышать 65 или 70 лет. Однако в последнее время появилась информация о возможности проведения прививок и более старшим возрастным категориям людей.

Вакцину нельзя вводить во время острых респираторных заболеваний, обострения хронических заболеваний и аллергических реакций. Делать прививку можно только спустя четыре недели после выздоровления. За несколько дней до вакцинации лучше избегать людных мест и контакта с больными ОРЗ. За сутки до процедуры рекомендуется не употреблять спиртное. Кроме того, в день прививки ходить в бассейн, сауну, заниматься спортом, загорать, а также переохлаждаться.

Возобновить физические тренировки можно только через некоторое время (два дня) после прививки.

Обязательным условием при проведении вакцинации является оценка напряженности иммунитета против вируса. Оценка делается за 24–48 ч до вакцинации. Для этого из локтевой вены берут стерильным шприцом до 5,0 мл крови, получают сыворотку стандартным методом и ставят реакцию. Желательно перед отбором крови не принимать пищу и не пить жидкости. Кроме того, необходимо помнить, что иммунитет после прививки проявляется через 28–30 дней и сразу после проведенной процедуры вступать в контакт с возбудителем коронавируса не рекомендуется. Для оценки поствакцинального иммунитета, как впрочем, и после заболевания, необходимо провести мероприятия по определению уровня антител в сыворотке крови переболевшего или вакцинированного.

Необходимо отметить, что все процедуры, связанные с проведением работ по диагностике, должны проводиться под постоянным контролем со стороны компетентных в вопросах биологической безопасности специалистов.

Как уже говорилось ранее, архитектурно-планировочные решения и размещение оборудования в лаборатории должны обеспечивать поточность движения персонала и исследуемого материала. Помещения лаборатории с «чистой» и «заразной» зонами для снижения риска должны быть обустроены в виде боксов с предбоксами [10, 11]. Боксовые помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией с высокоэффективными фильтрами очистки воздуха класса безопасности не ниже H14, водопроводом, не связанным с централизованной сетью (через бак разрыва струи), канализацией с системой химической или термической системой обеззараживания сточных вод, электропитанием и отоплением, средствами пожаротушения, естественным и искусственным освещением. Внутренние помещения «чистой» и «заразной» зон лаборатории должны быть непроницаемы для грызунов и насекомых. Стены, пол и потолок помещений отделывают кафелем или краской, устойчивой к действию моющих и дезинфицирующих растворов. Они должны быть гладкими, без щелей, легко моющимися. Окна плотно закрыты, без форточек, возможно использование светозащитных пленок из материала, устойчивого к действию используемых дезинфицирующих средств.

Особое место в ликвидации последствий пандемии новой коронавирусной инфекции принадлежит врачам, работникам среднего звена, которые порой круглосуточно исполняли свой врачебный долг в стационарных и вновь развернутых госпиталях и больницах. И зачастую они сами разрабатывали и выполняли те меры биологической безопасности, которые, на их взгляд, были необходимы и достаточны в тот или иной период времени. Врачи-специалисты инфекционных отделений и больниц знают о вопросах биологической безопасности, касающихся прохождения санитарного пропускника, переодевания в рабочую и защитную одежду, использования СИЗ органов дыхания, применения дезинфицирующих растворов, а также касающихся сбора, обеззараживания твердых и жидких отходов, их утилизации.

Врачи перепрофилированных учреждений соматического характера со многими противоэпидемическими вопросами, связанными с организацией безопасной работы, знакомы недостаточно, и, следовательно, риск возможного заражения персонала повышается. Поэтому, к сожалению, отмечались несчастные случаи среди медицинского персонала, которые заканчивались летально. В связи с этим обучение медицинского персонала всех больниц, госпиталей и подобных учреждений должно быть поставлено на государственную основу.

Следовательно, обучение медицинских работников является важным вопросом при организации вопросов ликвидации последствий крупных эпидемий или пандемий. При возникновении пандемии коронавирусной инфекции в РФ сразу же были организованы курсы повышения квалификации в различных лечебно-профилактических учреждениях для подготовки медицинского персонала. Существующие программы подготовки специалистов рассчитаны на 72 ч и включают в основном теоретические вопросы диагностики инфекционных заболеваний. Небольшая часть из этого курса отводится основам биологической безопасности. К сожалению, практическая часть при таком способе обучения занимает очень мало времени или полностью отсутствует. Дополнение в виде видеоматериалов полезно, но не всегда достигает своей цели – грамотному соблюдению требований биологической безопасности. Особенно это касается врачей – специалистов лечебно-профилактической сети. По мнению многих специалистов в области биологической безопасности, лекция как односторонняя форма подачи информации малоэффективна. Необходим живой диалог с обратной связью, взаимными вопросами, обменом опыта, обсуждением реальных случаев, откровенным разбором ошибок. Результативно совместное обсуждение прикладных вопросов биологической и инфекционной безопасности с представителями Минздрава, Роспотребнадзора, эпидемиологами, клиницистами, особенно неинфекционного профиля. И, конечно, выбор между комфортом и биологической безопасностью должен быть всегда в пользу безопасности.

В начале 2020 г. при первых появлениях больных коронавирусной инфекцией в ряде организаций Роспотребнадзора были разработаны программы повышения квалификации для врачей-специалистов, работающих в области молекулярно-генетической диагностики коронавирусной инфекции, которые включали в себя следующие разделы [2, 7]:

– обзор нормативных документов, положения которых надлежащим образом обеспечивали биологическую безопасность в лаборатории;

– архитектурно-планировочные и инженерно-технические решения по биологической безопасности при организации лабораторий;

– вопросы организации исследований и их методология;

– требования к использованию средств индивидуальной защиты, ликвидации аварий при работе с подозрительным на содержание вируса материалом, обеззараживание и уничтожение отходов;

– требования биологической безопасности при проведении забора клинического материала, его транспортировка и обеззараживание;

– правила проведения полимеразной цепной реакции с учетом результатов в режиме реального времени.

Мы предполагаем, что обучение медицинских работников необходимо сделать постоянным и более длительным, усилив практическую сторону вопроса. Необходимо введение курса биологической безопасности в медицинских высших и средних учебных заведениях, что значительно повысит уровень подготовки медицинских работников и снизит риск заражения в случае возникновения чрезвычайной ситуации при проведении мероприятий по охране здоровья людей.

Таким образом, проводимые мероприятия в рамках противодействия новой коронавирусной инфекции позволяют сделать некоторые выводы для снижения риска при контакте с коронавирусной инфекцией:

1. Расширить требования биологической безопасности, распространив их не только на лаборатории, но и на клинические (инфекционные и соматические) стационары, что существенно снизит риск возможного заражения врачей-специалистов.

2. Организовать подготовку в области биологической безопасности практикующих врачей-специалистов не только для лабораторий, но и для лечебных учреждений, разработав для этого отдельную программу повышения квалификации.

3. Привлечь к работе над программой специалистов в области биологической безопасности, молекулярной биологии, эпидемиологии, лечебного дела и других специальностей медико-биологического и инженерно-технического направлений.

4. Рассмотреть вопрос о разработке санитарно-эпидемиологических правил по безопасности при лечении больных для врачей-специалистов, работающих в больницах и госпиталях, так как в настоящий момент такой документ государственного нормирования, направленный на обеспечение личной и общественной безопасности, защиту окружающей среды при работе в инфекционных стационарах (отделениях), предназначенных для госпитализации больных (подозрительных) на заболевания, вызванных микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности), который объединил бы требования отдельных санитарных норм, правил, гигиенических нормативов, СНиПов к организационным, санитарно-противоэпидемическим (профилактическим), инженерно-техническим мероприятиям, отсутствует.

Список литературы

1. Биологическая безопасность. Термины и определения / под ред. Г.Г. Онищенко, чл.-корр. РАМН В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 152 с.

2. Биологическая безопасность: реферативный сборник / под ред. В.В. Кутырева. – Саратов, 2020. – Т. 20. – 36 с.

3. Временные рекомендации ВОЗ: аспекты введения карантина в отношении лиц, контактирующих с заболевшим COVID-19 от 19.08.2020 с обновлениями от 16.11.2020. – 2020. – 7 с.

4. Информационное письмо Руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) Поповой А.Ю. от 06.03.2020 № 02/3739-2020-32. – М., 2020. – 2 с.

5. МР 3.1.0221-20. Организация работы в очагах COVID-19: методические рекомендации. – 2020. – 10 с.

6. МУ 1.3.2569-09. Организация работы лабораторий, использующих методы амплификации нуклеиновых кислот при работе с материалом, содержащим микроорганизмы I–IV групп патогенности: методические указания. – 2009. – 52 с.

7. Обучение медицинских работников основам обеспечения биологической безопасности и проведения молекулярной диагностики опасных инфекционных заболеваний в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции: материалы научно-практической конференции по вопросам противодействия новой коронавирусной инфекции и другим инфекционным заболеваниям / М.В. Гордеева, М.В. Гордеева, Н.А. Осина [и др.]; под ред. А.Ю. Поповой, В.В. Кутырева. – Саратов: Амирит, 2020. – С. 75–77.

8. Р 3.5.1904-04. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях: руководство. – 2004. – 48 с.

9. СП 1.2.036-95. Порядок учета, хранения, передачи и транспортирования микроорганизмов I–IV групп патогенности: санитарные правила [Электронный ре-

сурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901799960 (дата обращения: 13.03.2021).

10. СП 1.3.2322-08. Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней: санитарно-эпидемиологические правила. – 2008. – 92 с.

11. СП 1.3.3118-13. Санитарно-эпидемиологические правила. «Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности). – 2014. – 195 с.

12. СП 3.1.3597-20. Санитарно-эпидемиологические правила. Профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19). – 2020. – 14 с.

13. СП 3.4.2318-08. Санитарная охрана территории Российской Федерации: санитарно-эпидемиологические правила с изменениями 2016 г. – 2016. – 45 с.

14. Тюрин Е.А., Чекан Л.В., Храмов М.В. Обеспечение требований биологической безопасности в диагностических лабораториях различных уровней защиты, использующих экспресс методы ПЦР // Генетические технологии и право в период становления биоэкономики: монография / под ред. А.А. Мохова, О.В. Сушковой. – М.: Проспект, 2020. – 632 с.

15. Черкасский Б.Л. Глобальная эпидемиология – М.: Практическая медицина, 2008. – 447 с.

16. Что такое пандемия согласно Всемирной организации здравоохранения [Электронный ресурс] // ТАСС. – URL: https://tass.ru/info/7952651 (дата обращения: 13.03.2021).

Этиологическая структура доминирующих возбудителей оппортунистических инфекций дыхательных путей у ВИЧ–инфицированного населения

А.Л. Байракова[1,2], О.Г. Гречишникова[1,2], Ю.А. Федькина[2]

[1]ФБУН «Московский научно-исследовательский институт имени Г.Н. Габричевского» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова»,
г. Москва, Россия

Общепризнано, что темп развития ВИЧ-инфекции определяется уровнем СД4+ клеток и вирусной нагрузкой, где немаловажная роль отводится возможности прогрессирования заболевания, определяющегося сочетанностью инфекции с многочисленными патогенами. В настоящем исследовании установлена структура доминирующих инфекционных агентов оппортунистических инфекций на примере 96 образцов биологического материала, полученных от ВИЧ-инфицированных пациентов – потребителей инъекционных нар-

котиков, у которых имела место клинико-рентгенологическая картина поражения нижних дыхательных путей.

Материалом для исследования служили мазок из ротоглотки, мокрота и сыворотка крови данных пациентов. Анализ микробиологического исследования отделяемого дыхательных путей показал, что на первой ступени по частоте выявления лидируют микроорганизмы рода *Streptococcus* и *Neisseria*, на втором располагаются штаммы рода *Staphylococcus*. Завершает значимость приоритетных штаммов в лидирующей таблице патогенов грибы *Candida albicans*. Идентификационная характеристика грамотрицательных микроорганизмов показала, что основную долю составляют *Escherichia coli* и *Klebsiella sp*. Лидером по частоте обнаружения антител в сыворотке крови является *Mycoplasma hominis.*

Ключевые слова: ВИЧ-инфекция, оппортунистическая инфекция, условно-патогенная микрофлора, грибы рода *Candida.*

Согласно эпидемиологическим исследованиям последних лет, от 30 до 60 % человек во всём мире страдают иммунологическими нарушениями [2]. Причиной этого служит состояние урбанизационной экологии, связанное с повсеместной агломерацией – в таком случае негативные тенденции современности отражаются даже на социально-активном трудоспособном населении. Особенное влияние это находит у иммунорезистентной части населения. Развитие инфекции, прежде всего, зависит от восприимчивости организма к инфекционному агенту, в основе которого лежит ответная иммунная реакция. Успех эрадикации возбудителя во многом определяется реакцией гуморальной, клеточной и другими звеньями иммунной системы, при этом собственно заболевание сопровождается иммунным дисбалансом.

Механизм диссеминации возбудителя в организме сложен и многогранен, а его распространение вызывает широчайший спектр клинических симптомов. Однако в диапазоне клинических заболеваний следует особое внимание уделить инапарантным формам, т.е. заболеваниям с отсутствием клинических симптомов. Нельзя также не отметить и распространение манифестно-протекающих инфекций. Возбудители таких болезней таксонометрически разнообразны, неоднородны, но имеют одно общее свойство: наиболее интенсивно протекают у лиц с иммунодефицитным состоянием любой природы. На сегодняшний день такие инфекционные агенты принято называть оппортунистической инфекцией (ОИ) [1]. В настоящее время не вызывает сомнений тот факт, что в условиях иммунокомпрометации, распространение условно-патогенной микрофлоры признается одной из актуальных проблем здравоохранения.

Всесторонний анализ этой проблемы позволяет выявить основные отличия данной инфекции: протекают с опасной для жизни клинической симптоматикой; полиморфизм симптомов определяется вирулентными свойствами микроорганизма, в том числе антигенной нагрузкой; обладают способностью к сочетанности и инвазиям; малая специфичность и слабовыраженный патогенный потенциал, заставляют проявить себя только при дисбалансе иммунной системы. Причем последнее может быть связано с множеством разнообразных причин, среди которых можно выделить возрастной фактор, наличие сопутствующих заболеваний таких, как ВИЧ-инфекция, заболевания бронхолегочной, сердечно-сосудистой и ретикулоэндотелиальной системы, оперативные вмешательства (в том числе трансплантация), медикаментозная терапия и прочее.

Возбудителей ОИ условно можно разделить на несколько групп, если их рассматривать согласно критериальным механизмам патогенности микроорганизма.

К первой относят возбудители, которые могут вызвать инфекционный процесс у фактически здоровых людей, в том числе с нарушениями иммунной системы или сопутствующими заболеваниями. К ним относятся туберкулез, вирусы простого герпеса, цитомегаловирус, гепатиты В и С, микоплазмы, уреаплазмоз. Вторая группа состоит из микроорганизмов, не опасных для здорового человека, но вызывающих развитие заболевания при значительных нарушениях иммунитета. К ним относят *Mycobacterium avium-intracellulare* (*M. avium complex*), *Serratia marcescens*, пневмоцисты и криптоспоридии. Необходимо отметить, что данные бактерии-оппортунисты особенно явно проявляют свои слабопатогенные свойства у ВИЧ-инфицированных и больных СПИДом. Третью, «нетипичную» или, как их называют, «парадоксальную», группу составляют аттенуированные вакцинные штаммы, предназначенные для профилактики эпидемиологически опасных заболеваний. Особого внимания заслуживает четвёртая группа «условно-патогенных» бактерий, являющихся потенциально-патогенными (микробами-оппортунистами). Это самая большая и неоднородная группа, включающая в себя микроорганизмы эндогенного (собственная микрофлора хозяина) или экзогенного происхождения (внутрибольничная инфекция). Под такими инфекционными агентами принято понимать микроорганизмы с низкой степенью патогенных свойств для человека, но для их диссеминации и проявления клинической картины требуются определенные условия.

Особую тревогу вызывает развитие сочетанной инфекции у больных с пожизненной иммуносупрессией. Например, известно, что у ВИЧ-инфицированных пациентов в дальнейшем происходит присоединение других видов инфекционных агентов, зачастую определяющих антигенную нагрузку, формирующую клиническую картину протекания заболевания. Изучая литературные данные последних лет, интересно отметить полиморфизм сочетанности ВИЧ-инфекции с выявлением прогрессивной роли сопутствующих инфекционных агентов у лиц, страдающих наркотической зависимостью.

Цель исследования – выявить этиологическую значимость доминирующих ОИ в структуре выделенных микроорганизмов у ВИЧ-инфицированных пациентов.

Материалы и методы. Всего было исследовано 96 образцов биоматериала, полученных от ВИЧ-инфицированных пациентов, употребляющих инъекционные наркотики, поступивших на лечение в ГБУЗ ИКБ № 2 ДЗМ. Критериями включения в исследование были добровольное согласие больных на участие и использование результатов их обследования. Диагноз ВИЧ-инфекции устанавливали на основании совокупности результатов иммуноферментного анализа (ИФА) и иммуноблоттинга. Использовали методы определения иммунного статуса больных путем определения количества CD4+ лимфоцитов и количественное определение концентрации ВИЧ в крови методом полимеразной цепной реакцией (ПЦР). Методом ИФА определяли антитела к *Mycoplasma pneumoniae*, *Mycoplasma hominis Chlamydia pneumoniae.* Методом ИФА и ПЦР определяли вирус простого герпеса (ВПГ) 1-го и 2-го типов, вирус Эпштейна – Барр (ВЭБ), цитомегаловирус (ЦМВ), *Toxoplasma gondii.* Бактериологическое исследование мокроты и мазков-соскобов слизистой полости рта проводилось на базе ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского Роспотребнадзора. Выделение культур осуществляли на соответствующих дифференциально-диагностических питательных средах. Видовую идентификацию бактерий с использованием коммерческих тест-систем для стрептококков – «Стрептотест-24» (Чехия, «Лахема»), грамотрицательных неферментирующих бактерий – «Неферм-Тест-24» (Чехия, «Лахема»);

Нейссерий – «Neisseria-Тест» (Чехия, «Лахема»); стафилококка – «*Staphy*-Тест24» (Чехия, «Лахема»); энтерококков – «*Enterococcus*-Тест» (Чехия, «Лахема»). Видовую характеристику культур грибов рода *Candida* – посевом на хромогенный агар (OXOID, Великобритания).

Исследование соответствует этическим нормам, данные по отдельным пациентам не освещаются.

Статистическую обработку полученных данных проводили на ПК с помощью общепринятых методов статической обработки программы Excel.

Результаты. Эпидемиологическая характеристика включала в себя оценку клинико-лабораторных данных 32 ВИЧ-инфицированных пациентов, страдающих наркотической зависимостью. В частности, 12,5 % (4/32) имели алкогольную зависимость, 34,4 % (11/32) являлись лицами без определенного места жительства, 53,1 % – люди с абстинентной наркотической зависимостью и только 6,2 % составляли социально-трудоспособное население. У 2 человек из отобранной группы имелась приверженность к самостоятельному лечению, в то время как у 30 пациентов отсутствовало адекватное восприятие относительно своего физического и соматического состояния по отношению к заболеванию. Вышеуказанные данные свидетельствует практически об однородности образа жизни, что нивелирует данные относительно качества поддержания здоровья, в том числе элементарной гигиены относительно стоматологического состояния полости рта.

Исследование крови данных пациентов показало, что в спектре инфекционных заболеваний диагностированы антитела или генетический материал таких патогенов, как *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia pneumoniae, Micoplasma hominis,* вирусов папилломы человека, вирусов простого герпеса, вируса Эпштейна – Барр и цитомегаловируса. Отмечено, что моноинфекция встречалась у 1 % больных, в то время как в остальных случаях наблюдались двух- или трёхкомпонентные ассоциации микроорганизмов. Четырёхкомпонентные встречались реже и ограничивались количественной сочетанностью разных типов ВПЧ в комбинации с микоплазмой – 25,6 %, уреаплазмой – 11,8 % случаев. Анализ результатов изучения сыворотки крови показал, что наиболее частая детекция среди дуплекс и трио-сочетаний было ассоциирована с микоплазменной инфекцией, в то время как максимальное разнообразие типов отмечалось для ВПЧ. Таким образом, анализ видового состава показал, что лидером по частоте обнаружения является *Mycoplasma hominis.* Данный факт еще раз подтверждает потенциально опасное значение *Mycoplasma sp.*, особенно как сочлена, способного проявить агрессивное действие в условиях иммуносупрессии.

Исследование микробной обсемененности верхних дыхательных путей показало, что в составе микробиоценоза было выявлено разнообразие грамположительной и грамотрицательной микрофлоры. Интересно отметить, что средний уровень микробной обсемененности α-гемолитического стрептококка практически во всех образцах оказался выше нормативных значений (10^9 КОЕ/мл), что составляло 86,7 % и 100 % случаев для микроорганизмов рода *Neisseria* (10^7–10^8 КОЕ/мл). В составе микрофлоры обнаружены грамположительные бактерии рода *Staphylococcus sp.* (25/64 образцов), *Corynebacterium и Candida sp.* – в 9 и 38 образцах соответственно. Высеваемость *Enterococcus sp., Aerococcus sp.*, *Micrococcus sp.* не превышала 7,9 %. Общее количество для микроорганизмов рода *Staphylococcus* варьировалось от 10^2–10^8 КОЕ/тампон; количественное содержание для *Corynebacterium* и *Enterococcus sp.*

не превышало 10^5 КОЕ/мл. Показано увеличение удельного количества грибов рода *Candida* – данные изоляты встречались в 59,4 % случаев при интенсивности колонизации от 10^2 до 10^8 КОЕ/тампон. Из грамотрицательных патогенов по частоте выделения лидировала *Escherichia coli* – 29,7 %, или 19/64 образцов, *Klebsiella sp.* (28,1 %), *Enterobacter sp.* (25 %), *Citrobacter sp.* и *Proteus sp.* были выделены практически поровну и составляли 18,75 и 12,5 % случаев. Детализированный анализ обсемененности грамотрицательными микроорганизмами позволил выявить, что количественные показатели уровня обсемененности значительно варьировались и составляли от 10^2 до 10^6 КОЕ на тампон для *Escherichia coli*, 10^1 до 10^5 – для *Klebsiella sp.*, $10^2 – 10^4$ – для *Citrobacter sp.* и *Proteus sp.* соответственно. Необходимо отметить, что в 9/64 случаев из материала высевались неидентифицируемые грамположительные/грамотрицательные микроорганизмы. Таким образом, в 9,4 % образцов выявлена двухкомпонентная сочетаемость микрофлоры, в 90,6 % – 3–5-компонентные ассоциации, состоящие из 4–9 родов микроорганизмов и в 2 образцах (3,1 %) – 11-компонентная ассоциация различных микроорганизмов.

Для выявления информационной составляющей о лидирующих штаммах следующим этапом стало сравнение бактериологического исследования мокроты и мазков-соскобов, взятых с поверхности слизистой верхних дыхательных путей. Дополнительной характеристикой значимости выделенных изолятов стало установление видовой характеристики штаммов.

Исследование микрофлоры показало, что в 5 образцах мокроты (1,6 %) полностью отсутствовали микроорганизмы, и данный материал трактовался как стерильный образец, в то время как в 27 образцах были обнаружены микробные сообщества, отличающихся качественно-количественного разнообразием микроорганизмов. В наибольшем проценте (78,1 %) наблюдалось сходство качественного состава встречаемых бактерий. Бактериологический анализ соскоба и содержимого мокроты показал, что в 100 % случаев в обоих материалах наблюдается совпадение выявляемости таких видов, как *Streptococcus oralis/mitis, Streptococcus salivarius, Streptococcus bovis*. В порядке ранжирования совпадения культуры *N.sicca+/mucosa* опередила *N. subflava*; в то время как для *Staphylococcus aureus* и *haemolyticus* наблюдалось параллельность выделения (86 и 87,9 % случаев); у грибов рода *Candida – C. albicans, C. tropicalis* и, в меньшей степени, для *C. krusei, C. glabrata*. Частота совпадений для микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* не превышала 37,5 %, из них – в 34,4 % выявляемость наблюдалась для *Escherichia coli* и в 18,75 % для *Klebsiella pneumoniae*; по 28,1 % для *Enterobacter sp.* и *Citrobacter sp.* соответственно. Параллельность выделения *Proteus vulgaris* в образцах была менее 3,1 %. Совпадение КОЕ составило 15,6 % для грамположительных микроорганизмов и 25 % случаев для грамотрицательной микрофлоры. В подавляющем большинстве в мокроте наблюдалось превышение титра (84,4 %) КОЕ, и только в 4 образцах (12,5 %) количественные показатели были снижены на $10^1–10^3$ КОЕ/мл относительно значений, определенных в мазке-соскобе.

Верификационный анализ микробиологического исследования образцов мокроты/соскобов показал, что на первой ступени по частоте совпадений выявления лидируют микроорганизмы рода *Streptococcus* и *Neisseria*, на втором располагаются штаммы рода *Staphylococcus.* Завершает значимость приоритетных штаммов в лидирующей таблице патогенов грибы *Candida albicans*. Идентификационная характеристика грамотрицательных микроорганизмов показало, что в 80,4 % лиди-

рующими штаммами являются *Escherichia coli* и *Klebsiella sp*. В данном случае выявление культур *Streptococcus sp.* и *Neisseria sp.* не является удивительным фактом, так как они относятся к известным симбионтами микрофлоры верхних дыхательных путей. Однако необходимо обратить внимание, что такие симбиотические бактерии в условиях иммуносупрессии организма способны из состояния нормофлоры переходить в возбудителей инфекционного заболевания, изменяя свое количественное соотношение, в том числе формируя хронические патологические процессы.

Завершающим этапом нашей работы стало морфоструктурное ранжирование выделенных организмов согласно объединенной значимости ведущей микрофлоры. Оценка ролевой принадлежности включало в себя следующие факторы: сочетанность (параллельность) выделения в образцах, постоянство положения в составе микробиоценоза (постоянные, добавочные или случайные виды); оценку количественной составляющей. Сочетаемость данных факторов позволит не только выявить спектр доминирующих штаммов, но и установить их этиологическую роль в структуре вторичных инфекционных процессов у ВИЧ-инфицированных пациентов. В ходе проведенного исследования было установлено, что наиболее высокая корреляция данных параметров наблюдается для следующих ассоциаций: *Mycoplasma hominis* + *Streptococcus oralis/mitis* + *Neisseria sicca+/mucosa* + *Staphylococcus haemolyticus* + *Escherichia coli* и/или *Klebsiella pneumoniae.* Необходимо отметить, что вне зависимости от количественных показателей выявление грибов рода *Candida* позволяет их отнести к лидирующим штаммам. Это, в первую очередь, связано с их патогенностью: способностью существования в разнообразных морфофункциональных формах.

Список литературы

1. Никульшина Л.Л. Эпидемиология оппортунистических инфекций в хирургии: что изменилось со времен Н.И. Пирогова? // Вестник совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. – 2018. – Т. 3, № 3 (22). – С. 29–33.

2. Шкарин В.В., Саперкин Н.В. Эпидемиологические особенности сочетанных оппортунистических инфекций (обзор) // Медицинский альманах. – 2017. – Т. 49, № 4. – С. 22–28.

Раздел III

Санитарные и медико-демографические проблемы регионов на современном этапе

К вопросу о влиянии пестицидов на органолептические свойства воды и процессы самоочищения водных объектов

О.О. Синицына, О.С. Пивнева, В.В. Турбинский, Л.Ф. Морозова, О.Н. Козырева, Т.М. Ряшенцева, Е.А. Кириллова

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

Информация о величине ПДК (ориентировочно допустимые уровни (ОДУ)) и лимитирующем признаке вредности является важной для анализа опасности химических веществ в воде водных объектов для здоровья населения, служит основной для разработки профилактических мероприятий по обеспечению безопасных условий водопользования населения. Для целей конкретизации возможных неблагоприятных эффектов влияния химических веществ на гигиенические условия водопользования населения необходимы сведения о всём спектре воздействий химических веществ на показатели качества воды.

Объектом исследования служили препаративные формы и действующие вещества пестицидов. Изучение их влияния на органолептические свойства воды и общесанитарного режима водоема проводилось в соответствии с действующими методическими указаниями по гигиеническому нормированию химических веществ в воде водных объектов.

Результаты исследований включали пороговые концентраций препаративных форм и действующих веществ пестицидов по влиянию на запах, окраску и пенообразование воды, биохимическое потребление кислорода и концентрацию минерального азота в воде.

Сделаны выводы о том, что использование баз данных для анализа результатов исследований зависимости «концентрация – эффект» с приведением данных о характере зависимости признаков воды от концентрации пестицидов повышает достоверность и точность обоснования их пороговой концентрации в воде для различных лимитирующих признаков вредности.

Ключевые слова: органолептический, общесанитарный, пороговая концентрация, пестициды, действующее вещество пестицида, водные объекты.

Методология гигиенического нормирования химических веществ в воде водных объектов, пройдя (в 1941 г. были установлены первые ПДК для трех веществ: свинца, мышьяка, фенола) сложный путь развития на протяжении многих лет, сформировалась как сложная, многокомпонентная система, учитывающая все виды неблагоприятного влияния загрязняющих веществ на санитарные условия водопользования населения [12]. Многогранность использования воды для питьевых нужд, приготовления пищи, личной гигиены и хозяйственно-бытовых, рекреационных целей определяет и необходимость исследования множества свойств воды. Поэтому нормирование химических веществ в воде учитывает как их влияние на организм (санитарно-токсикологический показатель вредности), так и их влияние на эстетические свойства воды и процессы самоочищения воды водоемов (органолептический и общесанитарный лимитирующие показатели вредности). Минимальная из установленных подпороговых концентраций вещества по влиянию на лимити-

рующие признаки вредности рекомендуется как ПДК (ОДУ) с указанием соответствующего лимитирующего признака вредности [5].

Понимание эффектов влияния химических веществ сточных вод на органолептические, токсикологические свойства воды и общесанитарный режим водоема является необходимым условием разработки эффективных санитарно-профилактических мероприятий по охране источников водопользования [3, 7, 9, 11]. Самоочищение водных объектов представляет собой сложный биологический (биохимический) процесс, обусловленный нормальной жизнедеятельностью водного биоценоза [1]. Влияние химических веществ в воде на органолептические свойства воды, как правило, определяется прямой зависимостью. Для прогнозирования возможных эффектов вредного действия химических веществ на условия водопользования необходимы сведения о закономерностях такой зависимости, подлежащих компьютерной обработке [2, 8].

Вместе с тем для целей конкретизации возможных неблагоприятных эффектов влияния химических веществ на гигиенические условия водопользования населения необходимы сведения о всём спектре воздействий химических веществ на показатели качества воды, которые, как правило, отсутствуют в справочных данных о величинах ПДК (ОДУ). В связи с изложенным представляется целесообразным публикация не только выходных данных о значениях ПДК (ОДУ), но и пороговых концентраций (ПК) химических веществ по влиянию на отдельные показатели лимитирующих признаков вредности, аналитические сведения о характере зависимости «концентрация вещества – эффект». Определение ПК по органолептическому признаку вредности необходимо не только для выбора наименьшего значения для придания ему статуса ПДК (ОДУ), но и для определения класса опасности в воде водных объектов [5].

Таким образом, **цель исследования** заключалась в определении особенностей соотношения пороговых концентраций пестицидов по влиянию на органолептические свойства воды и общесанитарный режим водоемов.

Материалы и методы. Были исследованы 134 препаративные формы (п.ф.) и действующих веществ пестицидов (д.в.п.), включая 76 гербицидов, 24 инсектицида, 6 поверхностно-активных вещества, 28 фунгицидов. Химические классы действующих веществ пестицидов включали: алкилазины, алоксилаты, анилинопиримидины, арилоксифеноксипропионаты, бензамиды, карбаматы, карбоксамиды, неоникотиноиды, неонолы, пиразолы, пиретроиды, пиридины, пиримидины, соль параквата, диквата сульфонилмочевины, тетроновые кислоты, триазолы, триазолпиримидин, трикетоны, угольной кислоты, хлорацетанилиды.

Были исследованы показатели качества воды: по органолептическому признаку вредности: запах при 20 °С и 60 °С, окраска при 10 см и 20 см водного столба, мутность при 10 см и 20 см водного столба, пенообразование при 20 °С и 60 °С; по общесанитарному признаку вредности: биохимическое потребление кислорода за 20 сут ($БПК_{20}$), влияние на процессы нитрификации (аммиак и ионы аммония, нитраты, нитриты).

Изучение зависимости органолептических свойств воды и общесанитарного режима водоемов от концентрации химических веществ в воде проводилось в соответствии с действующими методическими указаниями по гигиеническому нормированию химических веществ в воде водных объектов [5].

Оценка интенсивности изменений органолептических свойств осуществляется специалистами (одораторами), имеющими опыт в данной области. Группа одораторов состояла не менее чем из 5–7 человек. Исследования проводили в хорошо проветренном помещении, без посторонних запахов. Одораторы допускались к оценке воды через 1,5–2 ч после приема пищи, воды с предварительным ознакомлением с характером запаха исследуемой воды. Интенсивность запаха оценивали по пятибалльной шкале от 0 до 5 баллов. На основании исходных данных рассчитывали среднегеометрические концентрации, соответствующие 1 и 2 баллам. За пороговую концентрацию принимали нижнюю доверительную границу средней величины, которая обеспечивает 95%-ную достоверность.

Определение пороговых концентраций по влиянию на окраску, мутность воды приводили в столбе раствора высотой 10 и 20 см с помощью цилиндров Генера, которые устанавливались на белой и черной поверхности при равномерном освещении.

Пороговая концентрация по пенообразованию определяется с помощью градуированных цилиндров емкостью 1000 мл с притертыми пробками. За пороговую принимается концентрация, при которой отсутствует стабильная крупнопузырчатая пена, а высота мелкопузырчатой у стенок цилиндра не превышает 1 мм.

Исследования проводили на дехлорированной водопроводной воде. Исходную концентрацию исследуемых веществ определяли весообъемным методом. Для приготовления серии растворов использовали метод последовательного разбавления исходного раствора. Каждый показатель исследовался в 3 сериях опытов. Контролем служила разводящая вода без вещества. Определение БПК, аммиака, нитритов, нитратов проводится общепринятыми методами [12].

Для обработки данных использован стандартный аппарат электронных таблиц субБД Excel. Статистические расчеты включали параметры: проверку опытных данных на нормальность распределения методом Шапиро – Уилка, расчет средней, стандартной ошибки средней, коэффициента регрессии, коэффициента детерминации, коэффициента Стьюдента [4].

Результаты. При определении пороговых концентраций исследованных препаративных форм пестицидов и их действующих веществ по влиянию на запах воды при 20° и 60 °С использовали значительный диапазон концентраций от 0,003 до 182 мг/дм^3.

Сравнительный анализ влияния нагрева воды от 20° до 60 °С на пороговую концентрацию пестицидов по влиянию на запах воды установил, что для большей части пестицидов нагрев воды не сопровождается изменением их пороговой концентрации (29 веществ). Но вместе с тем у 15 веществ наблюдалось снижение пороговой концентрации при увеличении температуры воды, а у 5 пестицидов отмечалось парадоксальное увеличение пороговой концентрации по влиянию на запах воды при температуре воды 60 °С по сравнению с температурой 20 °С.

Исследование влияния пестицидов на окраску воды в столбе воды 10 см показало, что пороговые концентрации основной части пестицидов по данному признаку находятся в диапазоне концентраций до 105 мг/дм^3.

По влиянию на мутность воды в столбе 10 см значения пороговых концентраций пестицидов в большей своей части не превышали 75 мг/дм^3.

Общесанитарный режим водоемов является наиболее распространенным лимитирующим признаком вредности для влияния пестицидов при оценке их влияния на санитарные условия водопользования населения [10].

Анализ величин пороговых концентраций пестицидов по влиянию на биохимическое потребление кислорода и содержание минерального азота позволяет оценить потенциальную опасность пестицидов для процессов самоочищения водных объектов и обеспечения безопасности водопользования населения [5].

По данным распределения пестицидов по значению пороговой концентрации по влиянию на биохимическое потребление кислорода и содержание азота отмечается, что наиболее распространенные значения пороговых концентраций находятся в диапазоне 0,25–5 мг/дм^3. При этом наиболее часто встречаемым значением пороговой концентрации пестицидов по влиянию на БПК является 1,0 мг/дм^3, а по влиянию на минерализацию азота – 1,0 и 3,0 мг/дм^3.

Можно отметить, что в основной своей части пестициды имеют аналогичные значения пороговых концентраций по влиянию на биохимическое потребление кислорода и на содержание минерального азота в воде. За исключением фунгицидов и гербицидов, имеющих в своем составе действующие вещества из класса карбаматы, у которых пороговая концентрация по влиянию на БПК на порядок меньше, чем по влиянию на содержание минерального азота, – 0,3 и 3,0 мг/дм^3 соответственно. Кроме того, в группе гербицидов содержатся также пиридины, пороговая концентрация которых в три раза меньше по влиянию на БПК (1,0 мг/дм^3), чем по влиянию на содержание минерального азота (3,0 мг/дм^3).

Результаты, полученные при испытании 136 пестицидов и их действующих веществ по гигиенической оценке влияния на органолептические свойства воды и общий санитарный режим водоема, показали, что большинство исследованных пестицидов, с одной стороны, имеют весьма ограниченную растворимость в воде, что делает их распространение в водных объектах ограниченным. Но даже при такой ограниченной растворимости в воде пестициды и их действующие вещества способны оказывать негативное влияние на санитарные условия водопользования населения, придавая воде посторонних запах, окраску, повышенную способность к пенообразованию, нарушая процессы самоочищения вод. Интенсивность такого негативного влияния пестицидов на санитарные условия водопользования населения зависит как от температуры воды, что важно как для организации горячего водоснабжения, так и толщины водного слоя.

Получено, что значения пороговых концентраций пестицидов в препаративной форме часто не совпадают с пороговыми концентрациями отдельных действующих веществ пестицидов. Причем наиболее часто несовпадения пороговых концентраций наблюдались по следующим показателям: запах, пенообразование (100 %) и окраска (92 %), мутность (94 %), и исключительно за счет гербицидов. По показателям «биохимическое потребление кислорода» и «содержание минерального азота» совпадения пороговых концентраций пестицидов в препаративной форме и действующих веществ пестицидов составили 31 и 23 % соответственно.

Можно отметить различие пороговых концентраций д.в.п. и препаративной формы с точки зрения увеличения или уменьшения величины порога. Очевидно, что меньшая пороговая концентрация д.в.п. по сравнению с пороговой концентрацией препаративной формы по влиянию на лимитирующий признак характеризует д.в.п. как более агрессивный и значительное присутствие менее агрессивных добавок в препаративной форме. Такие соотношения наиболее характерны для признаков «биохимическое потребление кислорода», «минеральный азот», «запах воды», «окраска воды», «мутность», причем вне зависимости от действующего вида пес-

тицида. В то же время для признаков «мутность» и «пенообразование» соотношение пороговых концентраций д.в.п. к препаративной форме в значительной мере смещено в сторону более высоких пороговых концентраций у д.в.п. по сравнению с препаративной формой, что может свидетельствовать о меньшем влиянии этих д.в.п. на данные признаки воды по сравнению с другими добавками в препаративной форме.

Выводы. Установлен широкий диапазон колебания пороговых концентраций исследованных препаративных форм пестицидов и их действующих веществ по влиянию на запах воды при 20° и 60 °С. Влияние нагрева воды от 20° до 60 °С на пороговую концентрацию пестицидов по влиянию на запах воды для значительной части пестицидов отсутствует (29 веществ) или даже увеличивается (5 пестицидов).

Пороговые концентрации основной части исследованных пестицидов по влиянию на окраску воды в столбе воды 10 см находятся в диапазоне концентраций до 105 мг/дм^3, по влиянию на мутность воды в столбе 10 см не превышали 75 мг/дм^3,

Наиболее распространенные значения пороговых концентраций исследованных пестицидов по влиянию на общесанитарный режим водоема находятся в диапазоне 0,25–5 мг/дм^3, а чаще встречаемой пороговой концентрацией пестицидов по влиянию на БПК является 1,0 мг/дм^3, а по влиянию на минерализацию азота – 1,0 и 3,0 мг/дм^3.

Список литературы

1. ВПК Биохимическое потребление кислорода водах // Справочник химика 21. Химия и химические технологии [Электронный ресурс]. – URL: https://www.chem21.info/info/472204/ (дата обращения: 14.02.2021).

2. К вопросу об оперативной диагностике дисбиотических состояний применительно к задачам космической медицины / В.К. Ильин, З.О. Соловьёва, М.А. Скедина [и др.] // Научное значение трудов К.Э. Циолковского: история и современность: материалы 55-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. – Калуга, 2020. – С. 287–293.

3. К вопросу оптимизации санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения / С.И. Плитман, Л.Е. Беспалько, И.Т. Ибрагимова [и др.] // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2009. – № 3. – С. 13–15.

4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.

5. МУ 2.1.5.720-98. Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно бытового водопользования. – М., 1999. – 30 с.

6. Огудов А.С., Креймер М.А., Турбинский В.В. Применение дозовой зависимости и показателя хпк в установлении класса опасности отходов // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 3. – С. 140–146.

7. Охрана водных объектов при добыче и обогащении руд и углей / под ред. Е.М. Трофимовича, С.М. Гурвича. – М.: Недра, 1985. – 192 с.

8. Развитие базы данных «лесная растительность северной Евразии» в центре по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН / Т.Ю. Браславская, Е.В. Тихонова, Е.В. Басова [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 1–23.

9. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы / под ред. С.Н. Черкинского. – М.: Стройиздат, 1977. – 224 с.

10. Синицына О.О., Пивнева О.С., Козырева О.Н. Использование метода определения дегидрогеназной активности бактерий e.coli при гигиеническом нормировании действующих веществ пестицидов в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности // Медицина труда и экология человека. – 2020. – Т. 2, № 22. – С. 78–84.

11. Сохраняйте чистоту водоемов / под ред. Ю.В. Новикова. – М.: Медицина, 1983. – 80 с.

12. Университет Шакарима. Официальный сайт [Электронный ресурс] // Shakarim Universiteti Semei. – URL: http://ebooks.semgu.kz/content.php?cont=d;1749 (дата обращения: 13.02.2021).

Современные эпидемиологические особенности и оценка реального риска заболеваемости злокачественными новообразованиями населения промышленного города

Л.А. Дерябкина[1], Б.И. Марченко[1,2], К.С. Тарасенко[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

Представлены результаты осуществляемого при ведении социально-гигиенического мониторинга ретроспективного и проспективного анализа частоты, структуры и динамики заболеваемости злокачественными новообразованиями в г. Таганроге Ростовской области за период 2006–2020 гг. Сравнительный анализ онкологической заболеваемости выполнен на основе расчета показателей реального (эпидемиологического) риска и рассчитанных региональных оценочных критериев для городского населения. Продолжены исследования структуры потенциальных факторов риска при злокачественных новообразованиях приоритетных для населения города локализаций. С указанной целью на основе сведений специализированной базы данных персонифицированного учета больных раком ободочной кишки за период 1988–2019 гг. с применением многомерных статистических методов – факторного анализа и иерархического кластерного анализа корреляций – выполнены аналитические процедуры структурирования и классификации исходной информации.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, злокачественные новообразования, критерии оценки риска, факторы риска, факторный анализ, кластерный анализ.

В качестве наиболее актуальных направлений деятельности по оптимизации информационно-аналитического обеспечения системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ) в настоящее время рассматривается широкое внедрение методологии оценки риска здоровью (risk assessment) и системных подходов к проведению аналитических исследований [6, 7, 10]. Важным источником сведений о со-

стоянии здоровья населения при ведении СГМ на уровне муниципальных образований, наряду с категорированными данными, представленными в формах государственной и отраслевой статистической отчетности, должны стать формируемые базы данных специального персонифицированного учета, что позволит существенно повысить информативность и достоверность результатов выполняемых аналитических исследований, включая применение многомерных статистических методов [5, 8].

Заболеваемость злокачественными новообразованиями (ЗН) в связи с ее высокой медицинской и социально-экономической значимостью, а также существенной ролью средовых и индивидуальных факторов риска в возникновении отдельных нозологических вариантов данной патологии относится к числу наиболее информативных характеристик состояния популяционного здоровья в системе СГМ. Интенсивному развитию такого направления, как эпидемиология злокачественных новообразований, в значительной степени способствует отлаженная система государственного статистического учета данной патологии, ее аналитические исследования в системе СГМ, формирование с 90-х гг. XX в. профильных популяционных регистров, обеспечивающих организационно-методическую и информационную основу для полноценного учета выявляемых онкологических заболеваний [5, 9].

Цель работы – изучить современные эпидемиологические особенности онкологической заболеваемости в г. Таганроге Ростовской области с оценкой реального (эпидемиологического) риска на основе региональных критериев и продолжить исследования потенциальных факторов риска при злокачественных новообразованиях приоритетных локализаций.

Материалы и методы. В работе применены данные отчетных форм № 35 «Сведения о больных злокачественными новообразованиями» за 1984–2015 гг. и № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях» за 2016–2020 гг. При аналитической обработке материалов использован комплекс традиционных методов вариационной статистики, включая *t*-критерий Стьюдента с процедурой φ*-углового преобразования Фишера. Анализ многолетней динамики выполнен путем подбора адекватных аппроксимирующих функций и построения теоретических линий тенденций методом наименьших квадратов с последующей характеристикой их скоростных параметров по среднегодовым темпам прироста. Сравнительный анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями и разработка региональных оценочных критериев выполнены на основе авторского метода расчета фоновых уровней, частных и комплексных показателей реального (эпидемиологического) риска [2, 3]. Продолжены исследования потенциальных факторов риска при злокачественных новообразованиях приоритетных локализаций [1]. Были использованы репрезентативные сведения персонифицированной базы данных о 2198 случаях заболеваний ЗН ободочной кишки, зарегистрированных за период 1988–2019 гг. С применением метода факторного анализа выделены, количественно определены и качественно интерпретированы групповые (латентные) факторы, представляющие собой комплексы тесно коррелирующих между собой регистрируемых (первичных) факторов риска. Корреляционные матрицы рассчитывались на основе информации, содержащейся в специальных «Картах расследования случая злокачественного новообразования с впервые установленным диагнозом». Извлечение групповых факторов проведено методом главных компонентов, их число определено на основе критериев Кайзера и Кеттелла. Вращение факторов осуществлялось по методу Varimax. Приемлемость исходных данных для процедуры факторного анализа оце-

нивалась по критериям адекватности выборки Кайзера – Мейера – Олкина и сферичности Барлетта. Извлеченные групповые факторы объединяют в себе регистрируемые факторы риска с наибольшими значениями факторных нагрузок, которые отражают степень их долевого участия. Как высокоинформативные и значимые учитывались регистрируемые факторы риска с величинами факторных нагрузок 0.500 и более. Основой качественной интерпретации извлеченных групповых (латентных) факторов являлась смысловая идентификация через составляющие их регистрируемые факторы риска, которые в последующем подвергались процедуре классификации методом иерархического кластерного анализа корреляций с графическим представлением результата в виде дендрограммы [4]. В работе использовано программное обеспечение собственной разработки, включая программный комплекс Turbo oncologist, version 2.01, для ретроспективного анализа частоты, структуры, многолетней динамики и пространственной характеристики на основе оценки реального риска; 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 (факторный анализ и иерархический кластерный анализ корреляций).

Результаты. Высокая актуальность выявления потенциальных факторов канцерогенного риска в г. 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, равном 480,11 $^{o}/_{oooo}$, что превышает показатель для городского населения Ростовской области (373,98 $^{o}/_{oooo}$) в 1,28 раза и соответствует первому ранговому месту. Среднегодовой темп прироста многолетней тенденции общей онкологической заболеваемости составляет +0,28 %, причем тенденции к росту частоты сформировались в том числе для ЗН полости рта и глотки (+1,15 %), прямой кишки (+0,57 %), кожи без учета меланомы (+1,89 %), молочной железы (+1,95 %), шейки матки (+3,44 %), предстательной железы (+3,95 %), щитовидной железы (+4,42 %) и злокачественных лимфом (+1,04 %). Первое ранговое место в структуре онкологической заболеваемости занимают ЗН кожи (без меланомы) при удельном весе 15,08 %, второе – ЗН молочной железы (12,50 %), третье – ЗН трахеи, бронхов и легкого (9,14 %), затем следуют ЗН ободочной кишки, предстательной железы и желудка – соответственно 6,84; 6,14 и 6,04 % (табл. 1).

Таблица 1

Показатели частоты, структуры и динамики заболеваемости злокачественными новообразованиями населения г. Таганрога за период 2006–2020 гг.

№ п/п	Нозологическая форма, локализация злокачественных новообразований	2006–2020 гг.			
		Частота, на 100 тысяч населения, $^{o}/_{oooo}$	%	Ранг	Среднегодовой темп прироста тенденции, %
1	2	3	4	5	6
1	Злокачественные новообразования – всего	480,11	100,00	н/о	+0,28
2	Дети до 14 лет включительно	7,83	0,22	н/о	–5,15
3	Губа	1,27	0,30	20	–9,86
4	Полость рта и глотки	8,88	1,83	14	+1,15

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
5	Пищевод	3,69	0,76	18	–0,60
6	Желудок	29,09	6,04	6	–4,29
7	Ободочная кишка	33,06	6,84	4	–1,16
8	ПРЯМАЯ кишка	24,61	5,20	7	+0,57
9	Гортань	5,70	1,18	16	–0,44
10	Трахея, бронхи, легкое	44,17	9,14	3	–0,92
11	Кости и мягкие ткани	3,54	0,74	19	–6,60
12	Меланома кожи	9,62	1,99	12	–1,64
13	Кожа (без меланомы)	73,05	15,08	1	+1,89
14	Молочная железа	60,56	12,50	2	+1,95
15	Шейка матки	14,07	2,90	10	+3,44
16	Тело матки	21,65	4,48	8	–0,23
17	Яичник	12,59	2,71	11	–3,24
18	Предстательная железа	29,82	6,14	5	+3,95
19	Мочевой пузырь	14,22	3,04	9	–0,42
20	Щитовидная железа	8,43	1,74	15	+4,42
21	Злокачественные лимфомы	9,04	1,87	13	+1,04
22	Лейкемии	4,05	0,97	17	–12,73

По результатам анализа отчетных форм № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях» за 2016–2020 гг. уточнены половозрастные особенности заболеваемости. Среднемноголетний показатель частоты ЗН среди женщин (512,64 $^{o}/_{oooo}$) превышает соответствующий показатель для мужчин (485,81 $^{o}/_{oooo}$) в 1,06 раза. При этом по частоте ЗН у мужчин сформировалась тенденция к росту, а у женщин – к снижению при среднегодовых темпах прироста соответственно +0,33 % и –0,60 %. Приоритетной локализацией ЗН для женщин является молочная железа при среднемноголетнем уровне заболеваемости 115,25 $^{o}/_{oooo}$ и удельном весе 27,55 %, на втором ранговом месте находятся ЗН кожи без меланомы (86,79 $^{o}/_{oooo}$; 16,91 %), на третьем – ЗН тела матки (36,27$^{o}/_{oooo}$; 7,08 %), на четвертом – ЗН ободочной кишки (34,95 $^{o}/_{oooo}$; 6,82 %), на пятом – ЗН шейки матки (27,56 $^{o}/_{oooo}$; 5,37 %). Среди мужчин первые пять ранговых мест занимают ЗН предстательной железы (81,33 $^{o}/_{oooo}$; 16,74 %), ЗН трахеи, бронхов и легкого (78,83 $^{o}/_{oooo}$; 16,22 %), ЗН кожи без меланомы (68,39 $^{o}/_{oooo}$; 14,08 %), ЗН желудка (30,34 $^{o}/_{oooo}$; 6,25 %) и ЗН ободочной кишки (26,76 $^{o}/_{oooo}$; 5,51 %). Из числа приоритетных локализаций для мужчин сформировались тенденции к росту частоты ЗН трахеи, бронхов, легкого и ЗН кожи без меланомы, среди женщин – по ЗН кожи без меланомы и ЗН шейки матки при среднегодовых темпах прироста соответственно +8,88; +1,21; +17,00 и +2,31 %. Среднемноголетний уровень заболеваемости ЗН ободочной кишки среди мужчин оказался ниже соответствующего показателя для женщин в 1,31 раза (табл. 2).

Наибольшие относительные показатели частоты злокачественных новообразований за 2016–2020 гг. приходятся на старшие возрастные группы населения, причем среди мужчин максимальный среднемноголетний уровень общей онкологической заболеваемости зарегистрирован в группе 80–84 года (2558,42 $^{o}/_{oooo}$), а для женщин – в группе 70–74 года (1486,83 $^{o}/_{oooo}$). Первое ранговое место по частоте ЗН ободочной кишки среди мужчин занимает возрастная группа 75–79 лет, а среди женщин – 80–84 года при среднемноголетних уровнях соответственно 202,20 $^{o}/_{oooo}$ и 147,98 $^{o}/_{oooo}$ (табл. 3).

Таблица 2

Частота, структура и динамика впервые в жизни выявленных злокачественных новообразований среди мужчин и женщин в г. Таганроге за период 2016–2020 гг.

Нозологическая форма, локализация злокачественных новообразований	Пол	Год наблюдения					2016–2020 гг.			
		2016	2017	2018	2019	2020	Среднемноголетние уровни ($p < 0,05$)		Ранг	Среднегодовой темп прироста тенденции, %
		‰	‰	‰	‰	‰	‰	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ВСЕГО	ОП	470,95	535,77	509,46	495,07	487,83	499,82 ± 30,32	100,00 ± 0,05	н/о	+0,48
	Муж.	458,04	517,06	486,67	485,60	481,67	485,81 ± 29,16	100,00 ± 0,07	н/о	+0,33
	Жен.	484,67	552,26	528,59	504,83	492,85	512,64 ± 38,39	100,00 ± 0,06	н/о	–0,60
Губы	Муж.	3,32	0,81	2,39	0,78	0,00	1,46 ± 1,88	0,30 ± 0,21	20	–53,91
	Жен.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	23	н/о
Полости рта и глотки	Муж.	14,11	13,82	11,97	11,67	9,48	12,21 ± 2,60	2,51 ± 0,59	10	–9,02
	Жен.	5,33	3,26	6,41	5,01	6,38	5,28 ± 1,79	1,03 ± 0,33	18	+7,65
Пищевода	Муж.	6,64	13,01	7,18	6,23	7,90	8,19 ± 3,84	1,69 ± 0,48	13	–5,09
	Жен.	2,00	0,65	1,28	1,25	0,00	1,04 ± 1,04	0,20 ± 0,15	22	–32,41
Желудка	Муж.	36,51	22,76	39,89	26,46	26,06	30,34 ± 10,30	6,25 ± 0,91	4	–5,54
	Жен.	15,98	23,50	21,17	21,30	17,88	19,96 ± 4,16	3,89 ± 0,64	7	+0,80
Ободочной кишки	Муж.	24,89	31,71	23,14	28,79	25,27	26,76 ± 4,78	5,51 ± 0,86	5	–0,81
	Жен.	30,62	45,04	32,07	32,57	34,47	34,96 ± 8,06	6,82 ± 0,83	4	–1,36
Прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса	Муж.	20,74	31,71	27,13	31,13	22,11	26,56 ± 6,99	5,47 ± 0,86	6	+0,81
	Жен.	29,29	31,99	23,74	29,44	22,98	27,49 ± 5,45	5,36 ± 0,74	6	–5,39
Печени, желчного пузыря и желчных протоков	Муж.	8,30	9,76	6,38	3,11	9,48	7,40 ± 3,81	1,53 ± 0,46	14	–5,65
	Жен.	7,99	10,44	6,41	10,65	7,02	8,50 ± 2,70	1,66 ± 0,42	16	–2,01
Поджелудочной железы	Муж.	11,62	21,95	17,55	13,23	22,11	17,29 ± 6,72	3,56 ± 0,70	9	7,40
	Жен.	12,65	11,75	12,83	13,15	8,94	11,86 ± 2,38	2,31 ± 0,49	12	–4,96
Гортани	Муж.	10,79	10,57	8,78	10,89	9,48	10,10 ± 1,29	2,08 ± 0,54	11	–2,25
	Жен.	0,67	1,96	0,00	3,13	2,55	1,66 ± 1,81	0,32 ± 0,19	21	+40,94
Трахеи, бронхов, легкого	Муж.	69,70	73,17	67,02	89,49	94,75	78,83 ± 17,31	16,22 ± 1,39	2	+8,88
	Жен.	21,97	14,36	20,53	16,91	21,71	19,10 ± 4,62	3,72 ± 0,62	9	+1,06
Костей, соединительной и других мягких тканей	Муж.	4,15	5,69	2,39	2,33	6,32	4,18 ± 2,54	0,86 ± 0,35	18	+2,37
	Жен.	2,66	3,92	3,85	5,01	1,92	3,47 ± 1,67	0,68 ± 0,27	19	–1,15
Меланома кожи	Муж.	5,81	7,32	9,57	8,56	5,53	7,36 ± 2,42	1,51 ± 0,46	15	+0,93
	Жен.	11,98	14,36	14,75	5,01	8,30	10,88 ± 5,78	2,13 ± 0,47	13	–14,68
Другие новообразования кожи	Муж.	50,62	87,80	73,40	63,03	67,12	68,39 ± 18,98	14,08 ± 1,31	3	+1,21
	Жен.	49,27	84,86	91,73	100,84	107,25	86,79 ± 31,44	16,91 ± 1,23	2	+17,00
Молочной железы	Муж.	0,00	2,44	2,39	1,56	0,79	1,44 ± 1,46	0,30 ± 0,20	21	+4,99
	Жен.	124,50	129,90	134,07	95,83	91,93	115,25 ± 27,55	22,49 ± 1,37	1	–8,33
Шейки матки	Жен.	24,63	29,38	25,66	31,32	26,81	27,56 ± 3,81	5,37 ± 0,74	5	+2,31
Тела матки	Жен.	35,95	46,35	33,36	35,07	30,64	36,27 ± 8,31	7,08 ± 0,84	3	–5,88
Яичника	Жен.	15,31	25,46	21,81	19,42	15,32	19,46 ± 6,04	3,80 ± 0,63	8	–3,05
Предстательной железы	Муж.	84,64	87,80	80,58	77,82	75,80	81,33 ± 6,81	16,74 ± 1,41	1	–3,35
Почки	Муж.	22,40	24,39	18,35	26,46	19,74	22,27 ± 4,59	4,58 ± 0,79	8	–1,45
	Жен.	24,63	14,36	16,04	9,40	14,04	15,69 ± 7,73	3,06 ± 0,57	10	–15,90

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мочевого пузыря	Муж.	23,23	23,58	30,32	25,68	25,27	25,62 ± 3,93	5,27 ± 0,84	7	+2,44
	Жен.	3,33	4,57	7,06	6,26	5,75	5,39 ± 2,03	1,05 ± 0,34	17	+13,14
Головного мозга и других отделов центральной нервной системы	Муж.	7,47	4,88	7,98	7,78	5,53	6,73 ± 1,97	1,38 ± 0,44	16	–1,44
	Жен.	9,32	7,18	9,62	10,65	10,21	9,40 ± 1,86	1,83 ± 0,44	14	+5,78
Щитовидной железы	Муж.	2,49	3,25	7,98	4,67	4,74	4,63 ± 2,92	0,95 ± 0,37	17	+13,97
	Жен.	17,98	15,67	10,91	11,27	17,24	14,61 ± 4,61	2,85 ± 0,55	11	–3,95
Злокачественные лимфомы	Муж.	6,64	3,25	11,17	11,67	9,48	8,44 ± 4,86	1,74 ± 0,49	12	+18,96
	Жен.	9,32	7,18	8,98	10,02	7,66	8,63 ± 1,64	1,68 ± 0,42	15	–0,55
Лейкемиии	Муж.	3,32	4,06	3,19	1,56	1,58	2,74 ± 1,56	0,56 ± 0,28	19	–20,87
	Жен.	2,66	6,53	1,92	1,25	2,55	2,98 ± 2,86	0,58 ± 0,25	20	–17,57
Прочие формы и локализации процесса	Муж.	40,66	33,33	27,92	32,68	33,16	33,55 ± 6,33	6,91 ± 0,96	н/о	–4,57
	Жен.	26,63	19,58	24,38	30,06	31,28	26,39 ± 6,51	5,14 ± 0,73	н/о	+7,85

Таблица 3

Частота впервые в жизни выявленных злокачественных новообразований в половозрастных группах населения г. Таганрога за период 2016–2020 гг.

Возрастные группы, лет	Злокачественные новообразования – сумма локализаций и форм процесса						В том числе злокачественные новообразования ободочной кишки					
	Мужчины		Женщины		Оба пола		Мужчины		Женщины		Оба пола	
	$^{o}/_{oooo}$	Ранг	$^{o}/_{oooo}$	Ранг	$^{o}/_{oooo}$	Ранг	$^{o}/_{oooo}$	Ранг	$^{o}/_{oooo}$	Ранг	$^{o}/_{oooo}$	Ранг
Всего	485,81	н/о	512,64	н/о	500,68	н/о	26,76	н/о	34,96	н/о	31,30	н/о
0–4	0,00	18	16,60	15	8,39	16	0,00	12	0,00	14	0,00	14
5–9	2,62	17	3,12	18	2,84	18	0,00	12	0,00	14	0,00	14
10–14	3,05	16	7,05	16	4,96	17	0,00	12	0,00	14	0,00	14
15–19	19,89	14	3,95	17	12,47	15	0,00	12	0,00	14	0,00	14
20–24	17,46	15	37,79	13	27,27	14	0,00	12	3,29	13	1,59	13
25–29	32,24	13	36,07	14	34,09	13	0,00	12	0,00	14	0,00	14
30–34	32,25	12	94,76	12	63,67	12	0,00	12	3,68	12	1,84	12
35–39	81,07	11	192,00	11	138,12	11	6,10	10	5,81	11	5,96	10
40–44	138,50	10	266,74	10	206,71	10	2,22	11	7,60	10	5,06	11
45–49	227,59	9	429,50	9	336,13	9	9,39	9	15,50	9	12,68	9
50–54	409,08	8	505,86	8	462,94	8	17,18	8	17,68	8	17,41	8
55–59	739,80	7	661,85	7	694,42	7	32,94	7	36,43	7	34,95	7
60–64	1269,54	6	846,08	6	1012,83	6	70,84	6	37,45	6	50,60	6
65–69	1740,95	5	1074,02	5	1320,84	5	86,28	5	90,61	4	89,03	5
70–74	2451,11	2	1486,83	1	1821,13	1	143,96	3	108,00	3	120,52	3
75–79	2283,35	3	1276,56	3	1572,90	3	202,20	1	133,23	2	153,23	1
80–84	2558,42	1	1486,13	2	1783,94	2	111,53	4	147,98	1	137,95	2
85 и старше	1921,29	4	1161,84	4	1336,25	4	166,43	2	90,54	5	108,10	4
Дети до 17	1,51	н/о	9,30	н/о	5,34	н/о	0,00	н/о	0,00	н/о	0,00	н/о

Динамика общей онкологической заболеваемости населения Таганрога за период 1984–2020 гг. характеризуется выраженной тенденцией к росту с варьированием частоты ЗН в значительных пределах – от 260,35 $^{o}/_{oooo}$ в 1986 г. до 535,77 $^{o}/_{oooo}$ в 2017 г. За последние 15 лет сформировалась тенденция к увеличению частоты ЗН со среднегодовым темпом прироста +0,28 %, в том числе в течение последних 5 лет

(+0,48 %) за счет мужчин (+0,33 %). Характеристика многолетней динамики частоты ЗН при ведении СГМ в Таганроге проводится методом трендового анализа с построением способом наименьших квадратов линейных и нелинейных теоретических линий тенденций. Время при этом соответствует порядковым номерам календарных лет в изучаемом динамическом ряду и представляется в качестве независимой переменной (X), а частота ЗН (Y) – в качестве функции времени: $Y = f(x)$. На основе показателей теоретических линий тенденций производится расчет среднегодовых темпов прироста и среднесрочных, на последующие два года – экстраполяционных прогнозов. Для построения адекватных моделей многолетней динамики в большинстве случаев оказывается достаточным набор из прямолинейной и трех нелинейных функций – логарифмической, степенной и экспоненциальной. В качестве формально-статистических критериев при подборе аппроксимирующих функций и оценке их адекватности учитываются статистически значимые ($p < 0,05$) коэффициенты корреляции между фактической частотой зарегистрированных ЗН и расчетными показателями теоретических линий тенденций. Экстраполяционные прогнозы, сопоставляемые с регистрируемыми в ходе последующего динамического наблюдения частотами ЗН, рассматриваются как базис ретроспективной, по принципу обратной связи, оценки эффективности оптимизационных мероприятий. Результаты выполненных исследований свидетельствуют о сформировавшейся за последние 15 лет прямолинейной тенденции к снижению частоты ЗН ободочной кишки при среднегодовом темпе прироста –1,16 %. Однако за предыдущий период 1998–2011 гг. частота ЗН данной локализации характеризовалась интенсивным ростом с тенденцией по типу степенной кривой при среднегодовом темпе прироста +7,34 % (табл. 4, рис. 1).

Таблица 4

Модели многолетней динамики заболеваемости населения г. Таганрога по отдельным локализациям злокачественных новообразований за период 2006–2020 гг. и среднесрочные экстраполяционные прогнозы на 2021 и 2022 гг.

№ п/п	Нозологическая форма, локализация злокачественных новообразований	Модели многолетней динамики (X – порядковый номер года в динамическом ряду)	Среднегодовой темп прироста тенденции, %	Среднесрочные экстраполяционные прогнозы, $^{o}/_{oooo}$		
				2021 г. ($X = 16$)	2022 г. ($X = 17$)	$\Delta^{\pm}_{0,05}$
1	2	3	4	5	6	7
Злокачественные новообразования – всего		Экспоненциальная кривая $Yt = 483,27 \cdot 1,002^{X}$	+0,28	501,43	502,59	± 14,00
1	Пищевод	Прямолинейная функция $Yt = 3,87 – 0,02 \cdot X$	–0,60	3,51	3,49	± 0,59
2	Желудок	Логарифмическая кривая $Yt = 42,48 – 16,57 \cdot log\,(X)$	–4,29	22,52	22,09	± 1,80
3	Ободочная кишка	Прямолинейная функция $Yt = 36,15 – 0,39 \cdot X$	–1,16	29,97	29,59	± 2,54
4	Прямая кишка	Логарифмическая кривая $Yt = 23,81 + 1,69 \cdot log\,(X)$	+0,57	25,84	25,89	± 2,05
5	Трахея, бронхи, легкое	Логарифмическая кривая $Yt = 48,17 – 4,95 \cdot log\,(X)$	–0,92	42,21	42,08	± 3,76
6	Меланома кожи	Степенная кривая $Yt = 11,02 \cdot X^{-0,085}$	–1,64	8,70	8,66	± 1,21

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
7	Кожа (без меланомы)	Прямолинейная функция $Yt = 62{,}17 + 1{,}36 \cdot X$	+1,89	83,92	85,28	± 5,32
8	Молочная железа	Логарифмическая кривая $Yt = 49{,}94 + 13{,}15 \cdot log\,(X)$	+1,95	65,77	66,12	± 3,99
9	Предстательная железа	Степенная кривая $Yt = 20{,}04 \cdot X^{+0{,}201}$	+3,95	34,90	35,33	± 2,78
10	Щитовидная железа	Прямолинейная функция $Yt = 62{,}17 + 1{,}36 \cdot X$	+4,42	11,26	11,61	± 1,05

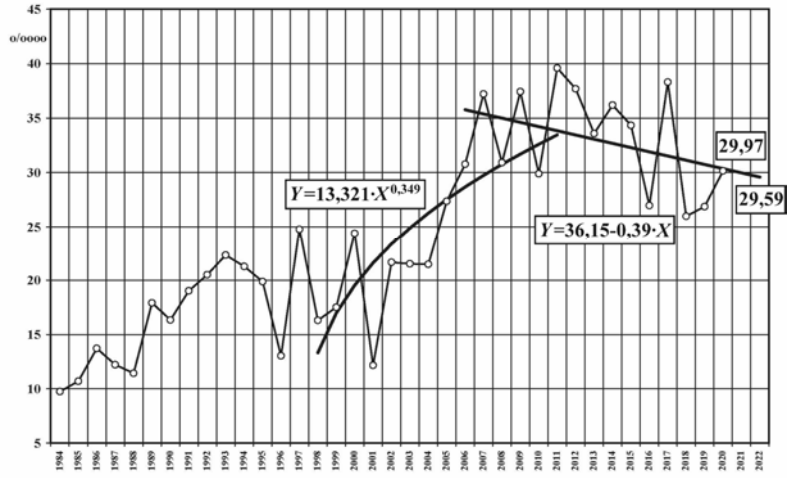


Рис. 1. Многолетняя динамика частоты ЗН ободочной кишки в г. Таганроге за 1984–2020 гг., ее тенденции и среднесрочный экстраполяционный прогноз

Сравнительная характеристика заболеваемости ЗН каждой локализации производится на основе частных показателей реального (эпидемиологического) риска (*Wi*), определяемых как разница между среднемноголетним (или годовым при динамическом наблюдении) стандартизованным показателем частоты ЗН данной локализации (*Pi*) для данной территории и ее фоновым уровнем (*F*), рассчитанным за многолетней период раздельно для городов и сельских районов, нормированная по предельной ошибке ($p < 0{,}05$) фонового уровня (Δf) с применением формулы: $Wi = (Pi–F)/\Delta f$ [3]. Фоновые уровни и их предельные ошибки служат основой при разработке оценочных критериев для характеристики ситуации за многолетний период или отдельный календарный год (табл. 5).

По результатам оценки реального (эпидемиологического) риска общей онкологической заболеваемости и смертности установлено, что за период 2006–2020 гг. Таганрог занимает второе ранговое место среди городов области, а по заболеваемости такими локализациями ЗН, как ободочная и прямая кишка, молочная железа, тело матки, яичник и мочевой пузырь, а также меланомой кожи – первое. Высокая степень неблагополучия, обусловленного заболеваемостью населения ЗН, подтверждается интегральной оценкой реального риска по девяти приоритетным локализациям с расчетом на основе кумулятивной нелинейной модели [2] его обобщенного показателя (табл. 6).

Таблица 5

Региональные критерии оценки реального (эпидемиологического) риска заболеваемости злокачественными новообразованиями городского населения Ростовской области, рассчитанные за период 2006–2020 гг.

Критериальная оценка реального (эпидемиологического) риска	Относительные показатели частоты впервые в жизни выявленных злокачественных новообразований, $^{o}/_{oooo}$	Стандартизованные косвенным методом показатели частоты впервые в жизни выявленных злокачественных новообразований, $^{o}/_{oooo}$
Злокачественные новообразования всех форм и локализаций процесса		
низкий (*Wi*<0,000)	Менее 299,78	Менее 201,60
умеренный (*Wi* от 0,000 до 0,999)	299,78–362,23	201,60–250,76
повышенный (*Wi* от 1,000 до 1,999)	362,24–424,70	250,77–299,92
высокий (*Wi* от 2,000 до 2,999)	424,71–487,17	299,93–349,08
очень высокий (*Wi* 3,000 и более)	487,18 и более	349,09 и более
В том числе: злокачественные новообразования ободочной кишки		
низкий (*Wi*<0,000)	Менее 19,47	Менее 13,94
умеренный (*Wi* от 0,000 до 0,999)	19,47–30,79	13,94–22,00
повышенный (*Wi* от 1,000 до 1,999)	30,80–42,12	22,01–30,08
высокий (*Wi* от 2,000 до 2,999)	42,13–53,46	30,09–38,15
очень высокий (*Wi* 3,000 и более)	53,47 и более	38,16 и более

Таблица 6

Оценка реального (эпидемиологического) риска первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями и онкологической смертности населения г. Таганрога за период 2006–2020 гг.

№ п/п	Нозологическая форма, локализация злокачественных новообразований	Фоновый риск для городов за 2006–2020 гг., $^{o}/_{oooo}$		Стандартизованные косвенным методом показатели заболеваемости и смертности (*P*)	Непосредственный риск заболеваемости и смертности (*HPi*)	Нормированный риск заболеваемости и смертности (*Wi*)	Критериальная оценка реального (эпидемиологического) риска заболеваемости и смертности	Ранг
		F	Δ*f*	$^{o}/_{oooo}$	$^{o}/_{oooo}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Злокачественные новообразования – всего	201,60	49,16	295,48	93,88	1,910	Повышенный	2
2	В том числе дети 0–14 лет	5,25	10,59	7,83	2,58	0,244	Умеренный	6
3	Губа	0,75	1,42	0,80	0,05	0,033	Умеренный	7
4	Полость рта и глотки	3,97	3,42	6,49	2,53	0,739	Умеренный	5
5	Пищевод	1,75	2,19	2,29	0,53	0,243	Умеренный	4
6	Желудок	11,08	6,84	17,44	6,37	0,931	Умеренный	2
7	Ободочная кишка	13,94	8,08	22,40	8,46	1,048	Повышенный	1
8	Прямая кишка	9,72	5,50	15,24	5,52	1,004	Повышенный	1
9	Гортань	3,14	3,13	4,70	1,56	0,498	Умеренный	3
10	Трахея, бронхи, легкое	20,96	9,13	29,33	8,37	0,917	Умеренный	6
11	Кости и мягкие ткани	1,12	1,79	2,27	1,15	0,641	Умеренный	2
12	Меланома кожи	3,51	3,14	6,61	3,10	0,988	Умеренный	1
13	Кожа (без меланомы)	15,67	12,39	41,06	25,39	2,048	Высокий	4
14	Молочная железа	24,27	10,73	36,32	12,05	1,123	Повышенный	1
15	Шейка матки	7,25	4,67	8,80	1,55	0,332	Умеренный	5
16	Тело матки	6,63	4,55	12,55	5,92	1,301	Повышенный	1
17	Яичник	5,37	3,22	7,10	1,73	0,537	Умеренный	1

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	Предстательная железа	11,45	6,27	19,99	8,54	1,362	Повышенный	2
19	Мочевой пузырь	5,96	4,25	9,12	3,17	0,745	Умеренный	1
20	Щитовидная железа	3,52	3,66	5,56	2,04	0,557	Умеренный	2
21	Злокачественные лимфомы	5,35	4,05	6,91	1,56	0,386	Умеренный	4
22	Лейкемии	1,58	2,12	2,82	1,24	0,585	Умеренный	6
Интегральная оценка риска заболеваемости по 9 приоритетным локализациям (формам) злокачественных новообразований						1,346	Повышенный	1
Онкологическая смертность		75,20	32,65	147,33	72,13	2,209	Высокий	2

При изучении потенциальных факторов риска ЗН ободочной кишки установлено, что среди выявленных за период 1988–2019 гг. больных значимыми являются возможная наследственная предрасположенность (у 19,4 % больных кровные родственники имели онкологические заболевания, в том числе в 11,3 % случаев были диагностированы ЗН ободочной кишки), наличие в анамнезе полипов (49,6 % больных) и хронических воспалительных заболеваний (36,2 %) толстой кишки, регулярного употребления спиртных напитков (55,1 %), курения (63,8 %) и профессиональных вредностей (21,9 %). Проведенный факторный анализ позволил за одиннадцать итераций уменьшить число первичных регистрируемых потенциальных факторов риска до 27 со значениями факторных нагрузок 0,500 и более.

Результатом проведенного факторного анализа стало выделение и содержательная интерпретация трех групповых (латентных, скрытых) факторов риска, объясняющих 79,205 % суммарной дисперсии, 33,209 % из которой приходится на приоритетный групповой фактор риска первого ранга, аккумулирующий в себе тринадцать тесно взаимосвязанных первичных регистрируемых факторов риска. В структуре группового фактора риска первого ранга наибольшие факторные нагрузки определены для таких первичных факторов как подтвержденные случаи диффузного семейного полипоза (0,809) и колоректального рака у кровных родственников (0,764), возраст при выявлении заболевания старше 50 лет (0,796) и склонность к употреблению крепких спиртных напитков (0,718). Обращает на себя внимание относительно высокая факторная нагрузка (0,696) в отношении проживания больных в частных домах с приусадебными участками, что обусловливает регулярное употребление сельскохозяйственной продукции (фрукты и овощи), выращенной на территории города со сверхнормативными уровнями содержания в почве 3,4-бенз(а)пирена, в 66,7 % исследованных проб (до 45,5 ПДК). Групповой фактор риска второго ранга с долевым участием в суммарной дисперсии 30,771 % включает в себя меньшее число первичных потенциальных факторов риска – шесть, среди которых наибольшие факторные нагрузки приходятся на наличие в анамнезе аденоматозных полипов и хронических воспалительных заболеваний ободочной кишки (неспецифический язвенный колит и болезнь Крона) – соответственно 0,874 и 0,748. В групповой фактор риска второго ранга включены также злокачественные новообразования других отделов пищеварительной системы, органов малого таза и молочной железы (0,572), лучевая терапия (0,527), сахарный диабет II типа (0,593) и состояния иммунодефицита (0,514). На групповой фактор третьего ранга приходится существенно меньшая доля суммарной дисперсии – всего 15,225 %, формируемой за счет восьми первичных регистрируемых потенциальных факторов риска, включая такие, как избыток в рационе животных жиров (0,599),

красного мяса (0,548) и копченостей (0,522), дефицит в нем растительных волокон и клетчатки (0,573). К групповому фактору риска третьего ранга отнесен также нерегулярный режим питания с факторной нагрузкой 0,557 (рис. 2).

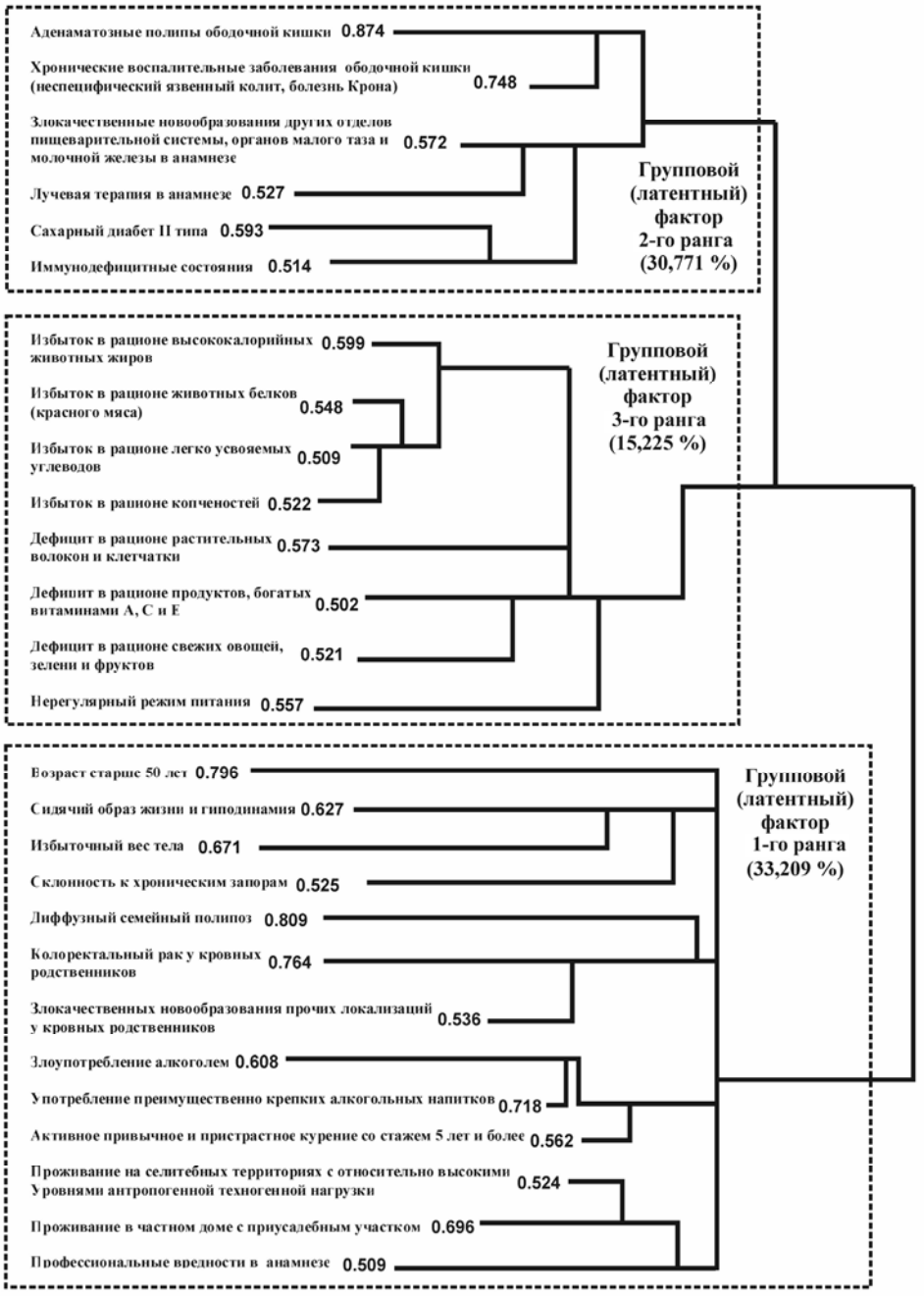


Рис. 2. Дендрограмма факторной структуры и значения факторных нагрузок при злокачественных новообразованиях ободочной кишки в г. Таганроге за период 1988–2019 гг. (по результатам кластерного анализа корреляций)

Кластерный анализ корреляций позволил классифицировать и графически отобразить в виде дендрограммы иерархически организованные подгруппы (кластеры) тесно взаимосвязанных первичных потенциальных факторов риска, что положено в основу смысловой интерпретации выделенных групповых (латентных) факторов риска. Так, в составе группового фактора риска первого ранга были выделены четыре кластера, содержание которых позволяет интерпретировать его как «индивидуальные особенности, отягощенная наследственность, привычные интоксикации и потенциальные факторы риска популяционного уровня». В групповом факторе риска второго ранга удалось дифференцировать два кластера, содержание которых отражено в его смысловой интерпретации как «преморбидный фон и сопутствующая патология ободочной кишки». Групповой фактор риска третьего ранга объединяет в себе три кластера, характеризующие его как «неблагоприятные структура рациона и режим питания».

Таким образом, результаты анализа заболеваемости злокачественными новообразованиями свидетельствуют о сохранении в г. Таганроге Ростовской области крайне неблагополучной ситуации по данной патологии, учет и изучение которой относятся к ключевым компонентам датчиковой среды, обеспечивающей объективную характеристику состояния здоровья населения в системе социально-гигиенического мониторинга с последующим выходом на диагностику эколого-гигиенических детерминант в целях изучения причинно-следственных связей в системе «среда обитания – здоровье населения». Применение при аналитической обработке базы данных персонифицированного учета ЗН ободочной кишки многомерных статистических методов (факторного анализа и кластерного анализа корреляций) позволило упростить факторную структуру; выделить, интерпретировать и количественно оценить по доле вклада в общую дисперсию групповые факторы риска; ранжировать по величине факторных нагрузок первичные регистрируемые потенциальные факторы риска и определить их иерархическую структуру.

Список литературы

1. Айдинов Г.Т., Марченко Б.И., Синельникова Ю.А. Многомерный анализ структуры и долевого вклада потенциальных факторов риска при злокачественных новообразованиях трахеи, бронхов и легкого // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 47–55.

2. Айдинов Г.Т., Марченко Б.И., Синельникова Ю.А. Применение комплексной оценки состояния здоровья населения в задачах совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 10. – С. 980–985.

3. Егорова И.П., Марченко Б.И. Оценка эпидемиологического риска здоровью на популяционном уровне при медико-гигиеническом ранжировании территорий: пособие для врачей / Утверждено секцией по гигиене ученого совета Минздрава РФ 24.12.1999 г., протокол № 9. – М., 1999. – 48 с.

4. Наследов А.Д. SPSS: Компьютерный анализ данных в психологии и социальных науках. – СПб.: Питер, 2005. – 416 с.

5. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 5–9.

6. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Май И.В. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / под. ред.

Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.

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. – 408 с.

8. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиций сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 2 (251). – С. 4–7.

9. Рахманин Ю.А., Леванчук А.В., Копытенкова О.И. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга территорий крупных городов // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 4. – С. 298–301.

10. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–11.

Оценка сокращения прогнозируемой продолжительности жизни населения регионов Российской Федерации на основании эволюционных подходов

Д.Р. Хисматуллин, В.М. Чигвинцев

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

Рассматривается влияние несбалансированного питания на изменение продолжительности жизни. Увеличение ожидаемой продолжительности жизни населения страны – одна из важнейших задач любого государства мира. Корректировка питания, увеличение доли овощей и фруктов в рационе питания, снижение жирной и соленой пищи может заметно продлить ожидаемую продолжительность жизни. Вследствие этого на основании данных о структуре питания и заболеваемости в регионах, полученных из открытых источников Федеральной службы государственной статистики, построены математические модели с использованием эволюционных подходов. Сокращение прогнозируемой продолжительности жизни вычислено на основании разницы между прогнозируемым возрастом смерти без воздействия и при условии воздействия фактора образа жизни. Для каждого региона найдено значение изменения прогнозируемой продолжительности жизни и определена доля вклада несбалансированного питания по классам заболеваний. Регионами, наиболее приближенными к оптимальной структуре питания, и, как следствие, с наименьшим снижением прогнозируемой продолжительности жизни стали: Астраханская и Магаданская область, Чукотский автономный округ и Хабаровский край. Наиболее отдаленная от оптимальных значений структура питания наблюдается в Республике Ингушетия. Снижение прогнозируемой продолжительности жизни в Республике Ингушетия составляет 23 месяца. Основной вклад

в сокращение прогнозируемой продолжительности жизни вносят заболевания системы кровообращения, увеличение количества которых вызвано большой долей продуктов с высоким гликемическим индексом и низким потреблением фруктов и овощей.

Ключевые слова: питание, продолжительность жизни, моделирование, эволюция нарушений.

Сбалансированность питания играет важнейшую роль в правильном функционировании организма. Однако нарушения в соблюдении важных правил здорового питания могут не только нивелировать пользу потребляемых продуктов питания, но и вызвать определенные нарушения в системах организма, повышая вероятность развития заболеваний. Основной причиной смертности населения как Российской Федерации [3], так и всего мира [1] являются болезни системы кровообращения. По данным Росстата, на 2018 г. 28,4 % смертей приходятся на долю ишемической болезни сердца и 14,4 % на долю цереброваскулярных болезней (в том числе инсульта) [1]. Основными факторами риска развития болезней системы кровообращения являются нерациональное питание и низкая физическая активность [2]. Нерациональное питание выражается как в недостаточном, так и чрезмерном потреблении некоторых пищевых веществ и доказано снижает продолжительность жизни [4]. Из этого следует, что коррекция структуры питания увеличивает продолжительность жизни, повышая трудоспособный возраст населения и снижая вероятность возникновения нарушений различных органов и систем организма. Целью работы стала оценка влияния существующей в регионе структуры питания на снижение прогнозируемой продолжительности жизни.

Материалы и методы. В качестве исходных данных для изучения влияния несбалансированного питания на изменение прогнозируемой продолжительности жизни использована информация Федеральной службы государственной статистики (Росстата) о потреблении основных продуктов питания и уровнях заболеваемости по отдельным классам в регионах Российской Федерации. Моделирование связей выполнялось в соответствии с гипотезой, состоящей в двойственной природе влияния элементов, поступающих в организм вместе с продуктами питания. Двойственность состоит в отрицательном воздействии любых отклонений в структуре питания (как в сторону увеличения, так и уменьшения) от нормативных (оптимальных) значений.

Параметризация парных зависимостей проводилась с использованием методов регрессионного анализа, в результате которого были получены линейные модели вида (1):

$$y_{ij} = b_0 + b_1 x_j \,, \qquad (1)$$

где y_{ij} – показатель здоровья населения (заболеваемость по i-му классу), сл./100 тыс.; x – потребление j-го продукта питания отнесенная к норме; b_0, b_1 – параметры математической модели.

Определение параметров математической модели (b_0, b_1) производится методом наименьших квадратов с применением пакета Statistica 10. Каждая полученная модель характеризовалась параметрами статистической достоверности (p) и величиной коэффициента детерминации (R^2). Полученные парные модели прошли экспертизу на соответствие биологическому смыслу и статистическую достоверность.

В процессе исследования проведен анализ 1274 пар взаимосвязей показателей структуры питания и ответов со стороны здоровья. В дальнейший анализ, на основании проведенной экспертизы, было отобрано 46 моделей.

Полученные зависимости были использованы при идентификации параметров системы эволюционных соотношений. При построении эволюционных моделей учитываются процессы накопления функциональных нарушений в организме за счет естественных причин и факторов среды обитания. Сформированная система рекуррентных уравнений учитывает накопления риска неканцерогенных эффектов на критические органы/системы за счет действия продуктов питания (2):

$$R_{t+1}^{i} = R_{t}^{i} + \left(\alpha_i R_{t}^{i} + \sum_{j} \Delta R_{t}^{ij} \right) C, \tag{2}$$

где R_{t+1}^{i} – риск нарушений *i*-й системы организма, в момент времени $t + 1$; R_{t}^{i} – риск нарушений *i*-й системы организма, в момент времени *t*; α_i – коэффициент, учитывающий эволюцию риска за счет естественных причин; ΔR_{t}^{ij} – прирост риск нарушений *i*-й системы организма при воздействии *j*-го фактора; *C* – временной эмпирический коэффициент.

Для оценки сокращения прогнозируемой продолжительности жизни выполняется расчет прогнозируемого возраста смерти без воздействия и при условии вредного воздействия факторов образа жизни. Сокращение продолжительности жизни, связанное с вредным воздействием факторов среды обитания, рассчитывается по формуле (3):

$$\Delta T = T_0 - T_1, \tag{3}$$

где ΔT – сокращение прогнозируемой продолжительности жизни, лет; T_0 – прогнозируемая продолжительность жизни без негативных воздействий, лет; T_1 – прогнозируемая продолжительность жизни с учетом влияния вредных факторов среды обитания.

Результаты. Проведение расчетов на основании эволюционных подходов позволило вычислить снижение прогнозируемой продолжительности жизни за счет ненормативной структуры питания для каждого региона Российской Федерации. Изменение продолжительности жизни объединены в группы с шагом в 3 месяца.

Наименьшее снижение прогнозируемой продолжительности жизни наблюдается в Астраханской и Магаданской областях, Чукотском автономном округе и в Хабаровском крае. Отличие от прогнозируемой продолжительности жизни без негативных воздействий в среднем составляет 1,75 мес. Сложившееся низкое изменение продолжительности жизни связано с положительным влиянием высокой доли рыбных продуктов и растительных жиров в структуре питания на фоне низкого потребления мучных изделий.

Регионами со значительным отклонением прогнозируемой продолжительности жизни стали Удмуртская республика, Республика Северная Осетия – Алания, Амурская и Калининградская области. В данных регионах снижение прогнозируемой продолжительности жизни составляет от 16 до 18 месяцев. Регионом с наибольшим снижением прогнозируемой продолжительности жизни (ППЖ) стала Рес-

публика Ингушетия. Разница между продолжительностью жизни без негативного влияния и под влиянием структуры питания составила 23 месяца. Наибольший негативный эффект в данной областях вносит высокое потребление хлеба и картофеля при минимальных значениях потребления овощей и фруктов. На основании проведенного моделирования рассчитаны процентные доли вклада каждого класса заболевания в снижение прогнозируемой продолжительности жизни. Основной вклад в смертность вносят болезни системы кровообращения, болезни эндокринной системы и болезни кожи и подкожной клетчатки.

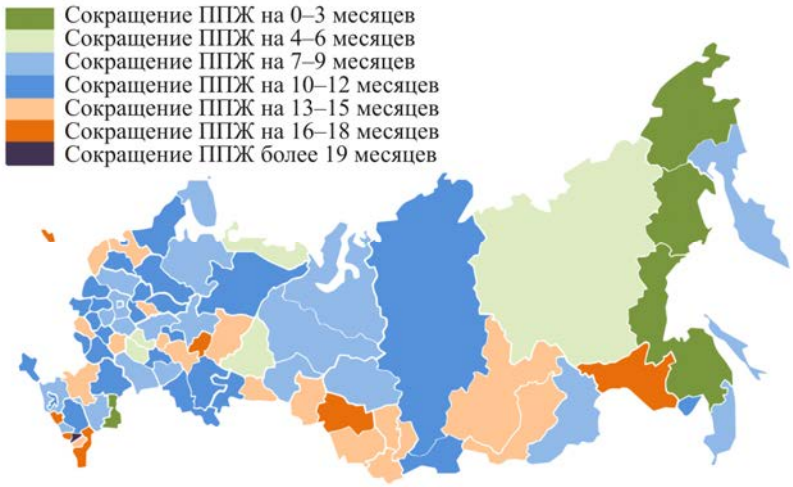


Рис. Уровни уменьшения прогнозируемой продолжительности жизни из-за несбалансированности структуры питания в регионах Российской Федерации

Выводы. Построение математических моделей на основе эволюционных подходов, с использованием имеющихся статистических данных о структуре потребления продуктов питания и их вклада в общую энергетическую ценность позволило получить информацию о снижении продолжительности жизни от негативного влияния факторов образа жизни. Наибольшее снижение продолжительности жизни от фоновой наблюдается в Республике Ингушетии. Наилучшая структура питания в Астраханской и Магаданской областях, Чукотском автономном округе и в Хабаровском крае. Среднее снижение ППЖ в данных регионах составило 1,75 мес. Основной вклад в снижение ППЖ в регионах вносят болезни системы кровообращения, ассоциированные с чрезмерным поступлением продуктов с высоким гликемическим индексом: хлеб, картофель.

Список литературы

1. 10 ведущих причин смерти в мире [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death (дата обращения: 25.03.2021).

2. Сердечно-сосудистые заболевания [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases- (cvds) (дата обращения: 30.03.2021).

3. Смертность по данным Росстат: официальная статистика [Электронный ресурс] // РосИнфоСтат. – URL: https://rosinfostat.ru/smertnost/ (дата обращения: 25.03.2021).

4. Стекольщиков Л.В. Болезни системы кровообращения – одна из основных причин смертности населения трудоспособного возраста // Вестник ЧГУ. – 2012. – № 3. – С. 513–517.

Опыт системного анализа первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями (на примере Иркутской области)

И.В. Безгодов[1], Н.В. Ефимова[1,2], М.В. Кузьмина[1]

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» Роспотребнадзора,
г. Иркутск, Россия,
[2]ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований»,
г. Ангарск, Россия

Разработан и опробован алгоритм выявления зон и факторов риска злокачественных новообразования на примере Иркутской области.

Исследования выполнены по данным социально-гигиенического мониторинга, которые включают сведения о загрязнении объектов среды обитания химическими канцерогенами, о дозах облучения населения за счет радона (ф. № 4 – ДОЗ); об уровнях первичной заболеваемости (ф. № 7 – 2003–2019 гг.) и годовые отчеты медицинских организаций «Основные показатели работы медицинских организаций Иркутской области» (2016–2019 гг.).

На основе системного анализа данных о факторах среды обитания и показателях заболеваемости злокачественными новообразованиями выявлены некоторые особенности: такие локализации опухолей, как трахея, бронхи, легкие и желудок, распространены среди всего населения Иркутской области, а наиболее значимыми оказались различия частот злокачественных новообразований ободочной кишки и молочной железы. Наиболее высокие уровни относительного риска отмечены в промышленных центрах, подвергающихся экспозиции канцерогенов, характерных для автотранспорта, предприятий цветной металлургии, химической промышленности, энергетики. Для территории Иркутской области важным фактором является эмиссия радона в жилые и общественные здания. На следующих этапах исследований необходимо оценить факторы риска, которые характерны для жителей промышленных городов, но не характерны для центральных районов Иркутской области, в том числе этнический, условия и образ жизни.

Ключевые слова: злокачественные новообразования, факторы риска, химические канцерогены, радон, заболеваемость.

Анализ показателей заболеваемости населения в различных регионах выявил тенденцию роста злокачественных новообразований (ЗНО) как в сельской, так и в городской местности [4]. Статистические материалы СФО и ДФО свидетельствуют, что заболеваемость ЗНО населения урбанизированных территорий выше, чем сель-

ских, причем рост повозрастных и стандартизованных показателей заболеваемости свидетельствует, что изучаемое явление обусловлено не только постарением населения региона [7]. Рост онкопатологии сопровождается увеличением ее социальной значимости, которая определяется: длительной утратой трудоспособности, ростом потери общего и трудоспособного населения, расходами на оказание медицинской и медико-социальной помощи онкологическим больным и т.п. Указанное определяет необходимость принятия эффективных социальных мер по предотвращению потерь, научному обоснованию системы мероприятий по профилактике онкопатологии, построению долгосрочного медико-социального прогноза развития и совершенствования противораковой борьбы [3]. Предотвращение ущерба, наносимого обществу ростом онкологической заболеваемости, является одной из актуальнейших проблем современности, которую можно рассматривать как глобальную угрозу. Значимость ее особенно велика в условиях нарастания техногенного изменения природных условий среды обитания. Принято считать, что среди внешних причин возникновения рака 70–80 % относятся к химическим канцерогенам и 10 % – к радиационным факторам [5].

Цель исследования – разработать и опробовать алгоритм выявления зон и факторов риска злокачественных новообразований (на примере Иркутской области).

Материалы и методы. Исследования выполнены по данным социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области», которые включают сведения: о загрязнении химическими канцерогенами объектов среды обитания за 2000–2019 гг. (среднегодовые концентрации в атмосферном воздухе (мг/м^3), питьевой воды (мг/л), почвы (мг/кг)), о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона (годовая эффективная доза, мЗв/г., представлена в форме статистических отчетов № 4 – ДОЗ); об уровнях первичной заболеваемости (ф. № 7 – 2003–2019 гг.) и годовым отчетам медицинских организаций «Основные показатели работы медицинских организаций Иркутской области» (2016–2019 гг.). Ретроспективно проведен комплексный анализ первичной заболеваемости ЗНО населения городских и сельских территорий Иркутской области. В анализ включены 37 локализаций ЗНО в соответствии с МКБ-10. Территория Иркутской области рассматривалась в разрезе существующих административных единиц: 10 городов и 27 районов, включающих города и сельские поселения.

Системный анализ включал три этапа.

Первый этап заключался в выявлении территорий, неблагополучных по уровню первичной заболеваемости ЗНО. С помощью кластерного анализа методом *k*-средних объединены территории в кластеры с учетом показателя среднемноголетней заболеваемости по приоритетным локализациям ЗНО. На *втором этапе* проведено сравнение уровней потенциального канцерогенного риска, обусловленного химическим и радиационным воздействием и выявлением модельных территорий, характеризующихся достаточно полным набором данных мониторинга и отличающихся по уровням экспозиции. Целью *третьего этапа* являлось выявление особенностей формирования заболеваемости ЗНО на модельных территориях с применением методов математического анализа.

Статистическую обработку проводили с применением программ Microsoft Excel и Statistica, версия 10.0. Применяли кластерный анализ методом *k*-средних. Первичная заболеваемость в кластерах представлена с использованием общеприня-

тых показателей параметрической описательной статистики: среднего арифметического (M), его стандартной ошибки (m), минимального и максимального значений. Динамику показателей первичной заболеваемости ЗНО в кластерах изучали с помощью регрессионного анализа. Динамику изменения показателей оценивали по коэффициенту детерминации аппроксимации (R^2) с помощью шкалы Чеддока. Для оценки динамики онкоэпидемиологических показателей рассчитывали темп среднегодового прироста (убыли) ($T_{\text{пр.(уб.)}}$). Анализ статистической значимости различий между средними значениями кластеров проводили с применением коэффициента Стьюдента. Математические зависимости возрастной динамики заболеваемости ЗНО описывали с помощью экспоненциальных моделей. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

Результаты. Проведенный на *первом этапе* анализ показал, что по величине первичной заболеваемости на территориях Иркутской области основные локализации ЗНО имеют следующий ранговый ряд (по убыванию): органов дыхания (С 33, 34), желудка (С 16), молочной железы (С 50), ободочной (С 18) и прямой кишки (С 19–21), шейки матки (С 53), новообразования кожи неуточненных локализаций (С 44, 46), предстательной железы (С 61), почек (С 64), поджелудочной железы (С 25), тела матки (С 54), яичника (56), мочевого пузыря (С 67). Минимальные значения первичной заболеваемости отмечены для ЗНО: губы (С 00); гортани (С 32); пищевода (С 15); желчного пузыря (С 23, 24); щитовидной железы (С 73); печени (С 22); головного мозга (С 70–72); глаза (С 69); полостей носа и среднего уха (С 30); придаточных пазух (С 31); меланома кожи (С 43) и др. Локализации ЗНО с низким уровнем заболеваемости из дальнейшего анализа исключены.

В ходе классификации территории Иркутской области по уровню первичной заболеваемости ведущих локализаций с помощью иерархического кластерного анализа выявлены четыре кластера. Методом k-средних составлены описательные характеристики первичной заболеваемости в сформированных кластерах (табл. 1). Установлены статистически значимые различия между показателями первичной заболеваемости ЗНО в образованных кластерах. Наиболее высокий уровень первичной заболеваемости ЗНО по ведущим локализациям характерен для кластера 1, объединившего 1,3 млн человек, проживающих в восьми городах (г. Иркутск, Братск, Саянск, Усолье-Сибирское, Усть-Илимск, Черемховское ГМО, Свирское ГМО, Ангарский муниципальный район) и двух административных районах (Слюдянский и Шелеховский районы) (численность населения составила 107 тыс. человек, из которых 75,5 тыс. – жители промышленных центров).

Также значительные уровни первичной заболеваемости отмечены на территориях, образовавших кластер 2 и 3. Кластер 2 (482 тыс. человек) включает семь административных районов. Территории, образовавшие кластер 3 (165 тыс. человек), представлены девятью районами. Наиболее низкие значения первичной заболеваемости по ведущим локализациям ЗНО выявлены на территориях 10 административных районов, объединенных 4-м кластером (общая численность населения – 162 тыс. человек – Балаганский, Жигаловский, Ольхонский, Усть-Удинский, Аларский, Баяндаевский, Боханский, Нукутский, Осинский, Эхирит-Булагатский районы).

На *втором этапе* исследования проведена оценка динамики заболеваемости в 2013–2019 гг. на территориях, образовавших кластеры 1, 2, 3, 4 (рисунок).

Таблица 1

Первичная заболеваемость по ведущим локализациям злокачественных новообразований на территориях Иркутской области, $M \pm m$, на 100 тыс. населения

Локализации ЗНО	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4
С 16 – желудок	34,9 ± 1,4	28,4 ± 1,2	36,2 ± 1,6	30,5 ± 1,4
Статистически значимые различия, p =	$^{1–2}p = 0{,}003$ $^{1–4}p = 0{,}039$ $^{2–3}p = 0{,}017$			
С 18 – ободочная кишка	28,6 ± 1	17,5 ± 1,2	19,5 ± 1,5	12,9 ± 0,5
p =	$^{1–2}p = 0{,}000$ $^{1–3}p = 0{,}000$ $^{1–4}p = 0{,}000$ $^{2–4}p = 0{,}001$ $^{2–3}p = 0{,}000$ $^{3–4}p = 0{,}000$			
С 19–21 – прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса	22,5 ± 0,8	15,8 ± 1,1	15,5 ± 1,2	11,7 ± 1,1
p =	$^{1–2}p = 0{,}000$ $^{1–3}p = 0{,}000$ $^{1–4}p = 0{,}000$ $^{2–4}p = 0{,}018$ $^{2–3}p = 0{,}034$ $^{3–4}p = 0{,}020$			
С 25 – поджелудочная железа	14,4 ± 0,7	11,2 ± 0,7	11,5 ± 0,6	10,3 ± 0,9
p =	$^{1–2}p = 0{,}005$ $^{1–3}p = 0{,}007$ $^{1–4}p = 0{,}001$			
С 33, 34 трахеи, бронхов, легкого	52,4 ± 2,7	46,8 ± 1,5	61,3 ± 2,2	42,8 ± 2,2
p =	$^{1–3}p = 0{,}022$ $^{1–4}p = 0{,}013$ $^{2–3}p = 0{,}000$ $^{3–4}p = 0{,}000$			
С 44, 46 – другие новообразования кожи	34,2 ± 1,9	19 ± 1,4	17,7 ± 1,5	11,8 ± 1,3
p =	$^{1–2}p = 0{,}000$ $^{1–3}p = 0{,}000$ $^{1–4}p = 0{,}000$ $^{2–4}p = 0{,}002$ $^{2–3}p = 0{,}008$ $^{3–4}p = 0{,}003$			
С 43 – меланома кожи	15,6 ± 0,5	8,7 ± 0,2	10 ± 0,4	5,8 ± 0,6
p =	$^{1–2}p = 0{,}010$ $^{1–4}p = 0{,}002$ $^{2–3}p = 0{,}024$ $^{3–4}p = 0.000$			
С 50 – молочная железа	48,9 ± 1,7	34,2 ± 1,7	32,6 ± 0,9	22,2 ± 1
p =	$^{1–2}p = 0{,}000$ $^{1–3}p = 0{,}000$ $^{1–4}p = 0{,}000$ $^{2–4}p = 0{,}000$ $^{2–3}p = 0{,}000$ $^{3–4}p = 0{,}000$			
С 53 – шейка матки	15,5 ± 1,4	16,1 ± 0,9	18,8 ± 0,8	19,4 ± 1
p =	$^{1–4}p = 0{,}041$ $^{2–4}p = 0{,}036$			
С 54 – тело матки	15,3 ± 0,9	11,2 ± 1,1	13,3 ± 0,9	7,4 ± 0,7
	$^{1–2}p = 0{,}009$ $^{1–4}p = 0{,}000$ $^{2–4}p = 0{,}008$ $^{3–4}p = 0{,}000$			
С 61 – предстательная железа	24,6 ± 0,6	16,1 ± 1,4	19,3 ± 0,9	13,2 ± 0,7
p =	$^{1–2}p = 0{,}000$ $^{1–3}p = 0{,}000$ $^{1–4}p = 0{,}000$ $^{3–4}p = 0.000$			
С 64 – почки	22,1 ± 0,9	16 ± 0,7	20,2 ± 1,5	13,2 ± 1,1
p =	$^{1–2}p = 0{,}000$ $^{1–4}p = 0{,}000$ $^{2–3}p = 0{,}001$ $^{3–4}p = 0{,}000$			
С 56 –яичника	11,1 ± 0,4	8,4 ± 0,3	10 ± 0,9	8,7 ± 0,7
p =	$^{1–2}p = 0{,}000$ $^{1–4}p = 0{,}009$			
С 67 – мочевого пузыря	11,5 ± 0,3	9,1 ± 0,7	10 ± 0,8	7,2 ± 0,7
p =	$^{1–2}p = \mathbf{0{,}005}$ $^{1–4}p = \mathbf{0{,}000}$ $^{2–3}p = \mathbf{0{,}018}$			

Примечание: статистическая значимость различий по коэффициенту Стьюдента (p<0,017).

Построенные линейные регрессионные модели показателя *заболеваемости* свидетельствуют об увеличении анализируемого показателя, которое оценивается по шкале Чеддока в 1, 2-м и 3-м кластерах как весьма высокое ($R^2 = 0{,}99$, $R^2 = 0{,}95$ и $R^2 = 0{,}92$ соответственно), в 4-м кластере – заметное ($R^2 = 0{,}53$) (рис. 2). При этом максимальные значения заболеваемости отмечены в 1-м ($M \pm m$ – 495,9 ± 9,5, min 458,8 – max 531,8 на 100 тыс. населения) и 3-м кластере (475,9 ± 19,3, min 407,1 – max 538,4 на 100 тыс. населения). Показатели кластера 2 занимали промежуточное положение и характеризовались среднемноголетним значением анализируемого показателя (413,5 ± 11,9, min 373,7 – max 458,3 на 100 тыс. населения). Отмечено,

что среднегодовой темп прироста показателя заболеваемости к 2019 г. достигал максимальных значений во 2-м и 3-м кластерах и составил 22,6 и 27,3 % соответственно. В 1-м кластере среднегодовой темп прироста был ниже, чем во 2-м и 3-м кластерах, − 15,9 %. В кластере 4 заболеваемость имела минимальный уровень (360 ± 13,1, min 328,1 – max 417,2 на 100 тыс. населения) и увеличивалась менее интенсивно – $T_{\text{пр. (уб.)}} = 9{,}3$ %.

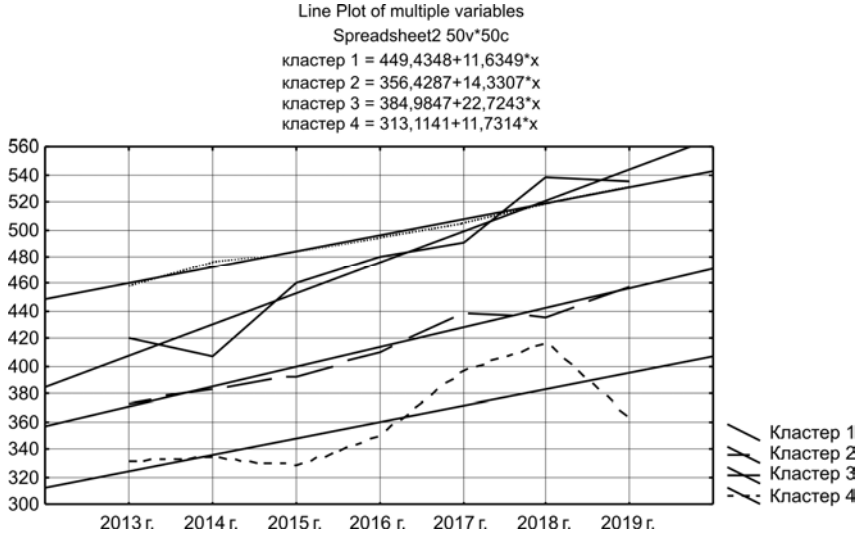


Рис. Динамика показателя заболеваемости населения Иркутской области по кластерам в 2013–2019 гг. (ось ординат – заболеваемость на 100 тыс. населения; ось абсцисс – годы наблюдения)

Высокие уровни онкологической заболеваемости могут объясняться не только качеством диагностики и лечения, но и влиянием техногенных факторов. Роль канцерогенно-опасных предприятий как крупных источников поступления химических примесей в атмосферный воздух и воздух рабочей зоны рассмотрена во многих работах [1, 5, 6, 8, 9].

На втором этапе рассмотрены факторы среды обитания, которые могут быть значимыми для возникновения и прогрессирования бластомогенных процессов. В табл. 2 представлены среднегодовые величины индивидуального и популяционного канцерогенного риска по территориям, вошедшим в 1-й кластер.

Выявлены наиболее высокие уровни химического риска для населения г. Шелехова (основные – источники канцерогенов: производство алюминия, ТЭЦ, кабельный завод, автотранспорт), Братска (производство алюминия, химическая промышленность, ТЭЦ, автотранспорт), Иркутска (автотранспорт, авиационный завод, ТЭЦ), Ангарска (нефтехимический и электролизно-химический комбинаты, ТЭЦ, автотранспорт), Усолье-Сибирское (город с накопленным химическим риском от химического производства, обусловливавшим поступление эпихлоргидрина, тетраэтилсвинца и др. веществ). В качестве основного источника радиационного воздействия рассмотрено поступление радона в жилые и общественные здания. На территории Иркутской области зарегистрированы несколько зон повышенной

эмиссии радона, в том числе в крупных городах (Усть-Илимск: среднее – 7,34, критическая группа – 17,32 мЗв/г.; Иркутск: среднее 2,93, критическая группа – до 18,61 мЗв/г.). В прочих городах, вошедших в 1-й кластер, критические зоны не выявлены.

Таблица 2

Индивидуальный и популяционный канцерогенный риск химической и радиационной природы для населения городов Иркутской области

Территории 1-го кластера	Индивидуальный риск		Популяционный канцерогенный риск (число дополнительных случаев ЗНО)	
	химический (*ICR*)	среднегодовая доза, мЗв/г. (Радон)	химический	радиационный
Ангарск	0,00065	1,72	154,9	22,5
Шелеховский район	0,001	2,13	64,9	7,6
г. Иркутск	0,000731	2,93	449,8	99,2
г. Братск	0,00106	2,56	249,6	33,1
г. Саянск	8,01E-05	1,93	3,1	4,1
г. Усолье-Сибирское	0,000125	2,29	9,9	9,9
г. Усть-Илимск	1,03E-06	7,34	0,1	33,5
Черемхово	0,000025	2,15	1,3	6,1

На третьем этапе проанализированы уровни относительного риска по ЗНО ободочной кишки (*RR* находился в пределах от 1,36 во 2-м кластере до 2,22 – в 1-м кластере), молочной железы (*RR* от 1,47 в 3-м кластере, до 2,15 – в 4-м), предстательной железы (*RR* от 1,22 во 2-м кластере до 1,86 – в 4-м).

Анализ повозрастной динамики ЗНО трахеи легких и бронхов, который чаще всего связывают с воздействием факторов среды обитания [6, 9, 10], показал, что минимальный возраст ЗНО С 33, 34 выявлен в г. Усолье-Сибирском (у женщин группа 24–29 лет, у мужчин – 40–44), Иркутске (группы 35–39 и 40–44 соответственно), Черемхово (30–34 и 35–39), Шелеховском районе (у мужчин – 35–39 лет). Стандартизованный по полу и возрасту показатель заболеваемости максимальный в Черемхово – 67,4, в Усть-Илимске – 61,1 и Усолье Сибирском – 60,1 случая на 100 тыс. населения.

Роль возрастного фактора косвенно подтверждена для г. Усть-Илимска, где зависимость описывается уравнением $У = 0{,}0159x_3 - 0{,}2877x_2 + 1{,}4624x - 1{,}7952$ (коэффициент аппроксимации $R^2 = 0{,}97$) и Иркутска $У = -0{,}002x_4 + 0{,}0672x_3 - 0{,}2 + 2{,}4953x - 2{,}3722$ ($R^2 = 0{,}92$). Наименьшие коэффициенты аппроксимации для эволюционных моделей выявлены для г. Шелехово $У = -0{,}0008x_4 + 0{,}0282x_3 - 0{,}2822x_2 + 0{,}9653x - 0{,}8685$ ($R^2 = 0{,}84$) и г. Черемхово $У = -0{,}0041x_4 + 0{,}1397x_3 - 1{,}4543x_2 + 5{,}3205x - 5{,}1428$ ($R^2 = 0{,}78$).

Площадь Иркутской области составляет 767,9 тыс. км^2, причем для большей части территории характерна малоразвитая транспортная сеть, поэтому фактор удаленности от медицинских учреждений, оказывающих специализированную онкологическую помощь (г. Иркутск, Ангарск, Братск, Усолье-Сибирское), может быть значимым. Наибольшие расстояния до административного центра – г. Иркутска – для семи из девяти районов 3-го кластера более 800 км (Катангский район – 1,5 тыс км). Большинство районов 2-го кластера удалены от онкодиспансеров на 200–300 км, а 4-го на 150–250 км. В связи с этим доступность онкологической по-

мощи (по ее снижению) можно проранжировать следующим образом: 1-й кластер, 4-й кластер, 2-й кластер, 3-й кластер. Вероятно, этот фактор также может быть весомой причиной негативных особенностей динамики первичной заболеваемости.

Выводы. Таким образом, на основе системного анализа данных о факторах среды обитания и показателях заболеваемости ЗНО выявлены некоторые особенности. Вошедшие в 1-й кластер по величине заболеваемости такие приоритетные локализации, как ЗНО трахеи, бронхов, легких (С 33, 34) и ЗНО желудка (С16) распространены среди всего населения Иркутской области, а наиболее значимыми оказались различия частот ЗНО по таким локализациям: ободочная кишка (ранги 1–2) и молочная железа (ранги 1–3), в связи с этим на следующих этапах исследований необходимо оценить факторы риска, которые характерны для жителей промышленных городов и большинства районов Иркутской области, но не характерны для центральных районов Иркутской области, в том числе этнический, образа жизни и другие. Наиболее высокие уровни относительного риска отмечены в промышленных центрах, подвергающихся экспозиции канцерогенов, характерных для автотранспорта, предприятий цветной металлургии, химической промышленности, энергетики. Для территории Иркутской области важным фактором является эмиссия радона в жилые и общественные здания.

Список литературы

1. 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 (279) . – С. 4–7.

2. Гигиеническая оценка канцерогенного риска и онкологической заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния мест складирования отходов горнорудного комбината / И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 5 (302). – С. 40–47.

3. Замятин А.В. Современная организация противораковой борьбы и онкологической помощи в Российской Федерации // Экономика и социум. – 2017. – № 6 (37). – С. 15–17.

4. Заридзе Д.Г., Каприн А.Д., Стилиди И.С. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями и смертности от них в России // Вопросы онкологии. – 2018. – Т. 64, № 5. – С. 578.

5. Мешков Н.А. Приоритетные факторы риска окружающей среды в развитии онкопатологии // Научный альманах. – 2016. – № 5–3 (19). – С. 309–318.

6. Оценка канцерогенного риска для работников предприятий Иркутской области / Н.В. Ефимова, В.С. Рукавишников, В.А. Панков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 12. – С. 1163–1167.

7. Эпидемиологические аспекты заболеваемости злокачественными новообразованиями населения административных центров Сибирского федерального округа / Л.Ф. Писарева, О.А. Ананина, И.Н. Одинцова [и др.] // Профилактическая медицина. – 2015. – № 2. – С. 43–48.

8. Combined analysis of job and task benzene air exposures among workers at four US refinery operations / A. Burns, J.M. Shin, K.M. Unice [et al.] // Toxicol Ind Health. – 2017. – № 33. – P. 193–210. DOI: 10.1177/0748233715619072

9. Global battle against cancer won't be won with treatment alone Effective prevention measures urgently needed to prevent cancer crisis [Электронный ресурс] // World health organization. – URL: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr224_E.pdf (дата обращения: 10.05.2019).

10. Lung cancer and socioeconomic status in a pooled analysis of case-control studies / J. Hovanec, J. Siemiatycki, D.I. Conway [et al.] // PLoS One. – 2018. – № 20. – P. 98–99. DOI: 10.1371/journal.pone.0192999

Особенности смертности населения в городах Крайнего Севера (на примере Нижневартовска и Якутска)

О.В. Шопина[1,2], М.М. Салтыкова[1], А.В. Балакаева[1], И.П. Бобровницкий[1]

[1]ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью населения» ФМБА России,
[2]ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
г. Москва, Россия

Одна из наиболее острых социальных проблем в Российской Федерации – высокий уровень смертности населения от неинфекционных заболеваний, прежде всего от болезней системы кровообращения и онкологических заболеваний. Для того чтобы предложить эффективные меры по снижению риска их развития, необходимо определить основные факторы риска нарушений здоровья, характер этих нарушений и наиболее уязвимые группы населения. Неблагоприятные климатические условия являются одним из таких факторов, существенно влияющих на уровень заболеваемости и смертности населения. Известно, что в суровых условиях Крайнего Севера повышается частота развития болезней органов дыхания и кровообращения. Для оценки вклада климатических и социально-экономических факторов, а также загрязнения окружающей среды в смертность в городах Крайнего Севера были проанализированы данные по городам Нижневартовску и Якутску. Показано, что в Нижневартовске повышена (по сравнению с Якутском) смертность мужчин от сердечно-сосудистых заболеваний в возрастной группе до 45 лет при отсутствии различий в смертности женщин. При этом в Нижневартовске выше уровень жизни, менее суровые климатические условия и ниже загрязнение атмосферного воздуха. Следовательно, экономические и экологические условия проживания в г. Нижневартовске и Якутске не могут обусловливать выявленные различия в смертности молодых мужчин. Повышенная смертность мужчин молодого возраста от сердечно-сосудистых заболеваний в Нижневартовске может быть обусловлена высоким уровнем занятости этой группы населения в тяжелых работах на открытом воздухе на нефтегазовых месторождениях. В то же время в Якутске выше, чем в Нижневартовске, смертность как мужчин, так и женщин в старших возрастных группах от цереброваскулярных и онкологических заболеваний, что может быть обусловлено сочетанием следующих факторов: более высокими темпами оттока населения из Нижневартовска в пенсионном возрасте, более суровыми климатическими условиями и более опасным составом атмосферных загрязнителей в Якутске.

Ключевые слова: смертность населения, причины смерти, Крайний Север, сердечно-сосудистые заболевания, онкологические заболевания.

Одна из наиболее острых социальных проблем в Российской Федерации – высокий уровень смертности населения от неинфекционных заболеваний, прежде всего от болезней системы кровообращения и онкологических заболеваний. Для того чтобы предложить эффективные меры по снижению риска их развития, необходимо определить основные факторы риска нарушений здоровья, характер этих нарушений и наиболее уязвимые группы населения.

Метеорологические условия районов Крайнего Севера, прежде всего холод, являются факторами, способствующими развитию болезней органов дыхания и кровообращения. В ряде отраслей промышленности (горнодобывающие, металлургические, энергетические, лесозаготовительные и лесохимические предприятия, а также военные базы) многие трудовые процессы протекают на открытом воздухе, где на организм человека воздействуют суровые природно-климатические условия [18]. Кроме того, холодный климат во многом является причиной повышенной концентрации загрязняющих веществ, так как многие токсиканты, переносимые теплыми воздушными потоками из регионов низких и средних широт, осаждаются при столкновении с холодными арктическими воздушными массами. В условиях вечной мерзлоты существенно замедляются процессы самоочищения природных объектов, ограничиваются подвижность почвенных растворов и циркуляция поверхностных вод, снижаются скорость физико-химических реакций и интенсивность биологической (микробной) деградации и ассимиляции загрязняющих веществ.

Известно, что основными факторами, определяющими уровень смертности населения, являются климат, социально-экономические особенности и уровень загрязнения окружающей среды [2, 15, 20]. **Целью данной работы** был сравнительный анализ показателей смертности от основных неинфекционных заболеваний (со стратификацией по полу и возрасту) в городах, расположенных в суровых климатических условиях, а также оценка влияния на смертность социально-экономических и экологических факторов.

Материалы и методы. В исследование включены данные г. Якутска и Нижневартовска. Выбор этих городов был обусловлен следующим. Как Якутск, так и Нижневартовск являются крупными городами (население более 250 тыс.), относящимися к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям согласно Постановлению Совета Министров СССР от 03.01.1983 г. № 12. Они расположены в зоне резко континентального климата, но имеют разные условия жизни и работы населения: в Нижневартовске значительная часть населения занята в нефтегазовой отрасли, в том числе в работах на открытом воздухе на отдаленных месторождениях, а в Якутске основная часть населения работает в более благоприятных условиях. Город Нижневартовск (население 275 429 человек на 2018 г.) расположен в Ханты-Мансийском автономном округе на территории Западно-Сибирской равнины в подзоне северной тайги. Средняя температура января составляет –20,3 °С, июля – 18,1 °С. Годовое количество осадков – 537 мм. Относительная влажность воздуха в среднем за год – 78 %. Якутск (население 311 760 человек на 2018 г.) – столица республики Саха (Якутия), расположен в долине реки Лены в подзоне средней тайги. Средняя температура января составляет – 38,6 °С, июля – 19,5 °С. Годовое количество осадков – 238 мм. Относительная влажность воздуха в среднем за год – 68 % (данные о климате городов получены с официального сайта Гидрометцентра [6]).

Согласно зональному делению территории РФ по природно-климатическим условиям жизни населения, Нижневартовск и Якутск относятся к неблагоприятной

зоне (оценка дискомфортности от 4,5 до 4,9 балла) [8]. По универсальному индексу теплового комфорта (UTCI) Якутск имеет более неблагоприятные для проживания зимние условия (UTCI = –40°, экстремальный холодовой стресс), чем Нижневартовск (UTCI = –28°, очень сильный холодовой стресс) [4]. Более суровые условия в Якутске (более низкие зимние температуры и влажность) объясняются его расположением вблизи центра Сибирского антициклона, в то время как Нижневартовск затрагивается лишь периферией этой постоянной воздушной массы.

Ни один из выбранных городов не входит в список городов РФ с очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в Нижневартовске является Нижневартовская ГРЭС, работающая на попутном нефтяном газе, а также выбросы, образующиеся на факелах прилегающих нефтяных месторождений. В Якутске основные выбросы поступают от двух ТЭЦ, работающих на природном газе. Объемы выбросов автотранспорта в городах близки и составляют около 25 тыс. т в год. В исследование были включены данные о загрязнении атмосферного воздуха в Нижневартовске и Якутске в 2011–2018 гг., предоставленные ГГО им. А.И. Воейкова Росгидромета (средние за год среднесуточные концентрации взвешенных веществ, оксидов азота и углерода, диоксидов азота и серы, а также формальдегида и бенз(а)пирена).

Для характеристики социально-экономического уровня жизни населения в городах использовался экономический индекс (ЭИ), который вычислялся на основании данных Росстата [14] как отношение среднемесячной заработной платы работников организаций города к прожиточному минимуму соответствующего региона. Кроме того, было проанализировано соотношение численности населения в разных возрастных группах и показатели миграции населения (коэффициенты миграционного прироста/оттока и миграционного оборота).

При проведении сравнительного анализа смертности в г. Якутск и Нижневартовск в исследование были включены данные за 2011–2018 гг. о количестве населения с учетом пола и возраста, а также сведения о количестве умерших в пятилетних возрастных группах с указанием пола и причин смерти (кодов МКБ-10), предоставленные Федеральной службой государственной статистики.

В исследование были включены четыре группы причин смерти:

– группа «ССЗ» – сердечно-сосудистые заболевания. Коды причин смерти: 117–132, соответствующие коды МКБ-10: I10–I51;

– группа «ЦВЗ» – цереброваскулярные заболевания. Коды причин смерти: 133–141, соответствующие коды МКБ-10: I60–I69;

– группа «ОНК» – злокачественные новообразования. Коды причин смерти: 56–89, соответствующие коды МКБ-10: C00–C97;

– группа «БОД» – болезни органов дыхания. Коды причин смерти: 148–164, соответствующие коды МКБ-10: J00–J99.

Для стратификации по возрасту использовалось следующее разбиение по возрастным подгруппам: 20–44 года, 45–54, 55–59, 60–64, 65–69, 70–74, 75–80 и старше 80 лет.

Для статистической характеристики анализируемых данных использовались следующие показатели: медиана как показатель центра распределения, нижняя и верхняя квартили как показатели разброса значений изучаемых показателей в 2011–2018 гг. Для оценки значимости различий в уровне жизни на основе анализа ЭИ использовался критерий Вилкоксона (использование парного критерия обусловлено наличием значимого

тренда в динамике ЭИ в обоих городах в 2011–2018 гг.), для оценки различий в ежегодной смертности – критерий Манна – Уитни.

Результаты. *Анализ социально-экономических и экологических показателей.* Возрастная структура населения г. Нижневартовска и Якутска сходная (рис. 1). Наибольшая доля в численности населения приходится на возрастную группу от 20 до 44 лет.

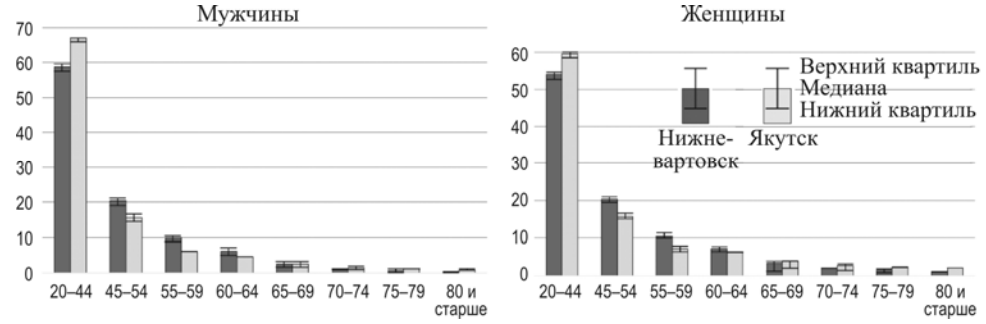


Рис. 1. Распределение численности населения изучаемых городов по возрастным группам, %

Сравнительный анализ экономического индекса в изучаемых городах показал, что уровень жизни в Нижневартовске в 2011–2018 гг. выше, чем в Якутске (ЭИ 4,5 (4,1; 4,6) и 4,3 (3,9; 4,1) соответственно, $p = 0{,}017$). В обоих городах после 2014 г. отмечено снижение ЭИ. При этом характер миграционных потоков населения в этих городах сходный. В возрасте 20–44 лет наблюдался приток населения (из разных регионов России на работу в Нижневартовск и внутренних районов республики Саха (Якутия) в Якутск), а в возрасте 55 лет и старше – резкий отток населения, что, видимо, связано с выходом на пенсию в этом возрасте и программами по переселению пенсионеров из районов Крайнего Севера [7]. Эта закономерность наблюдалась как у мужчин, так и у женщин. Тем не менее величины миграционного прироста и оттока в городах различались. Коэффициенты миграционного оттока в возрасте 55–75 лет в Нижневартовске в среднем в четыре раза выше, чем в Якутске. Кроме того, коэффициент миграционного оборота (суммарное количество людей, приезжающих в город и уезжающих из него) в Нижневартовске в 1,5–2 раза выше, чем в Якутске, во всех возрастных группах, следовательно, для первого характерен более высокий темп сменяемости населения.

Структура загрязнения атмосферного воздуха в городах также различается: в Якутске наибольший вклад в загрязнение дают диоксид серы, бенз(а)пирен и взвешенные вещества (по последним двум превышена ПДК); в Нижневартовске – оксиды азота, а бенз(а)пирен и взвешенные вещества не попадают в список приоритетных загрязнителей.

Анализ показателей смертности населения. На рис. 2 и 3 представлены данные о смертности мужчин и женщин от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Значимые различия выявлены только в смертности мужчин 20–44 лет ($p = 0{,}01$). Она была более высокой в Нижневартовске. В смертности женщин значимые различия отсутствовали.

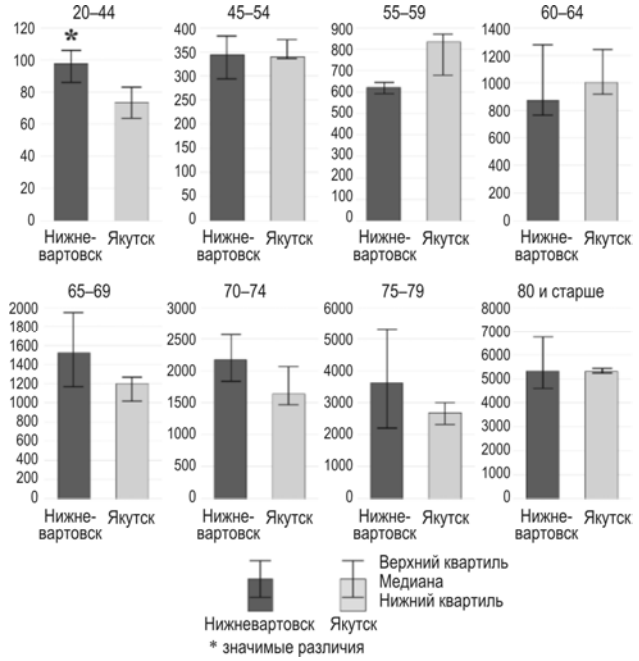


Рис. 2. Смертность мужчин от сердечно-сосудистых заболеваний со стратификацией по возрастным группам

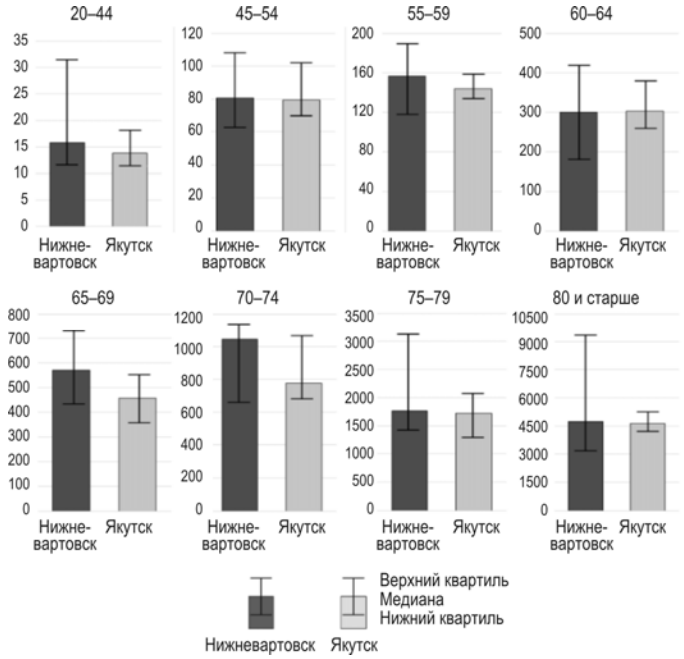


Рис. 3. Смертность женщин от сердечно-сосудистых заболеваний со стратификацией по возрастным группам

На рис. 4 и 5 представлены данные о смертности от цереброваскулярных заболеваний (ЦВЗ). Она была значимо выше в Якутске в старших возрастных группах мужчин – 55–59 ($p = 0,04$), 60–64 ($p = 0,02$), 65–69 ($p = 0,04$). При этом смертность женщин была выше в Якутске только в группе 60–64 ($p = 0,0009$). В других возрастных группах различий выявлено не было.

На рис. 6 и 7 представлены данные о смертности от онкологических заболеваний (ОНК). В этой группе наблюдались закономерности, аналогичные группе ЦВЗ. В Якутске смертность мужчин была выше в группах 55–59 ($p = 0,02$), 60–64 ($p = 0,02$), старше 80 ($p = 0,005$) (рис. 6). У женщин также была выше смертность от ОНК в Якутске в группах 55–59 ($p = 0,004$), 65–69 ($p = 0,03$) (рис. 7).

На рис. 8 и 9 представлены данные о смертности от болезней органов дыхания. Значимых различий в показателях смертности от этих болезней выявлено не было.

Таким образом, при сравнительном анализе показателей смертности в Нижневартовске и Якутске были выявлены следующие закономерности. В Нижневартовске достоверно выше по сравнению с Якутском смертность мужчин от ССЗ в молодом возрасте (20–44 года), в то же время в Якутске достоверно выше смертность как мужчин, так и женщин в старших возрастных группах от ЦВЗ (у мужчин в группах 55–59, 60–64, 65–69 лет; у женщин – 60–64 лет) и ОНК (у мужчин в группах 55–59, 60–64, старше 80 лет; у женщин – 55–59, 65–69 лет).

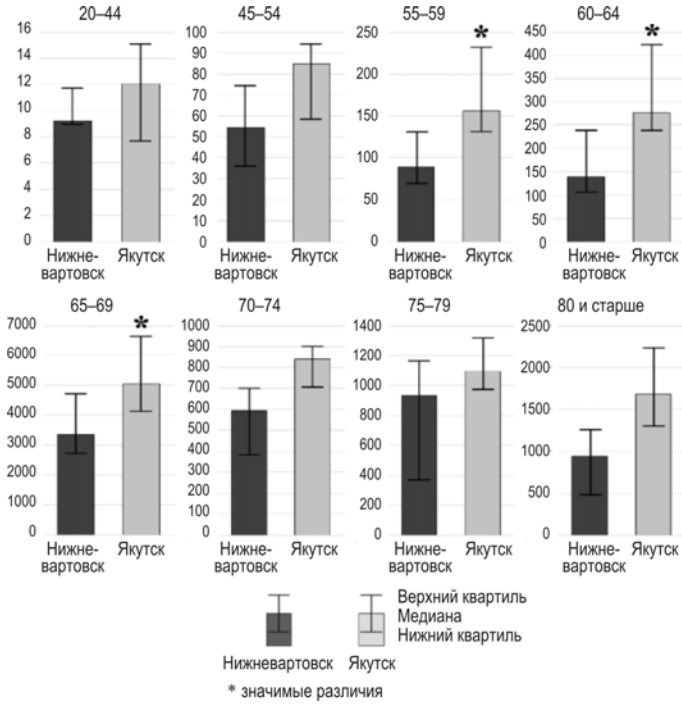


Рис. 4. Смертность мужчин от цереброваскулярных заболеваний со стратификацией по возрастным группам

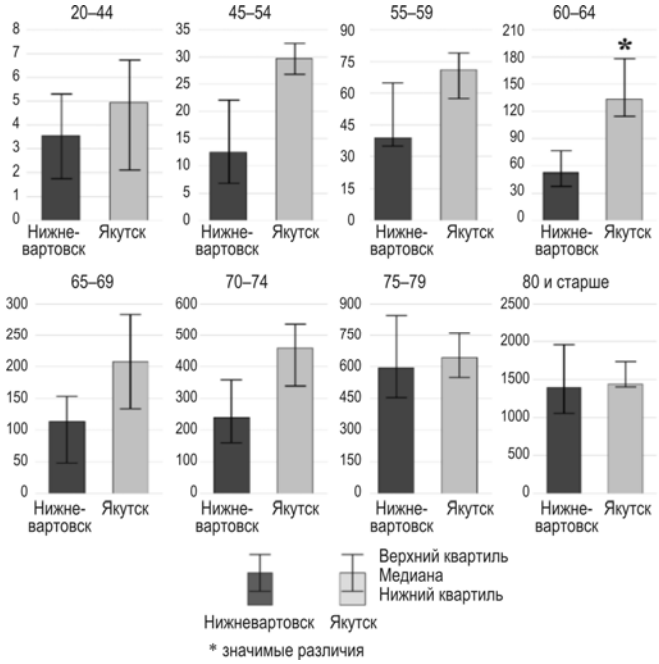


Рис. 5. Смертность женщин от цереброваскулярных заболеваний со стратификацией по возрастным группам

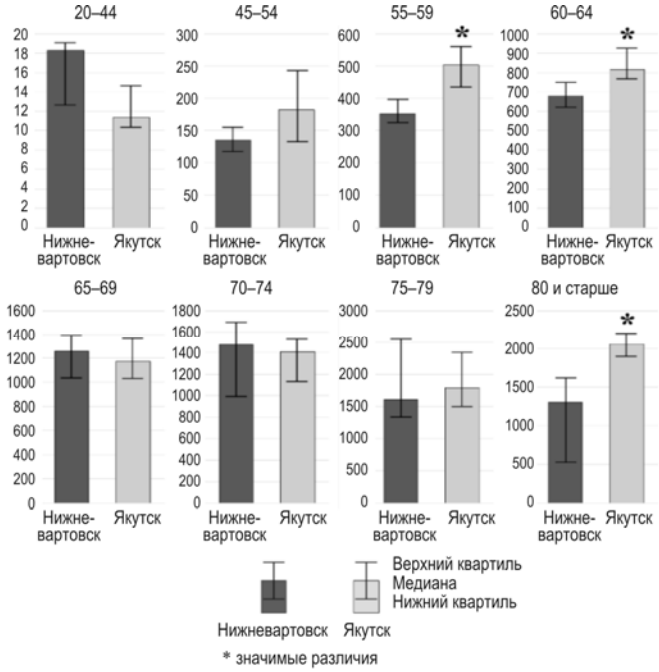


Рис. 6. Смертность мужчин от онкологических заболеваний со стратификацией по возрастным группам

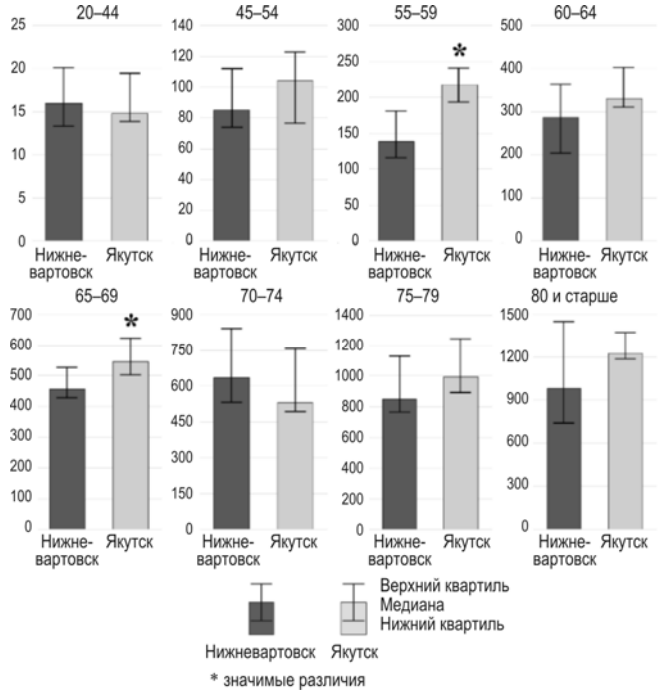


Рис. 7. Смертность женщин от онкологических заболеваний со стратификацией по возрастным группам

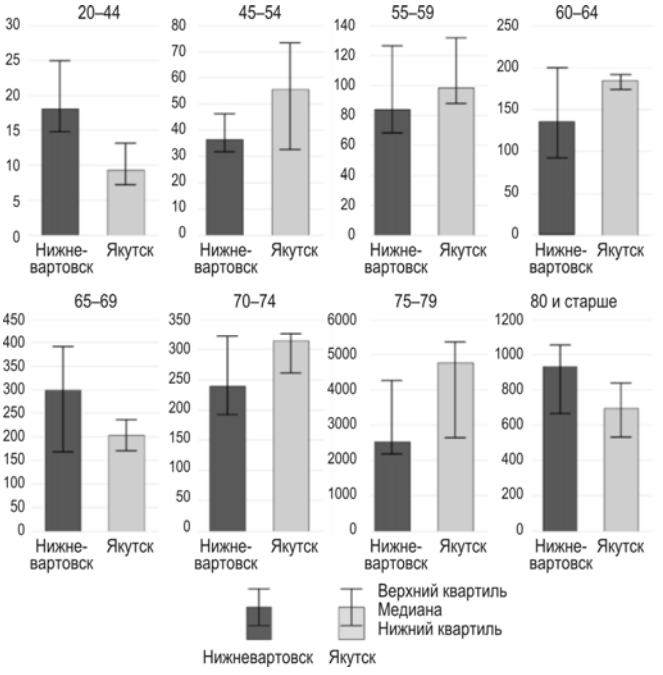


Рис. 8. Смертность мужчин от болезней органов дыхания со стратификацией по возрастным группам

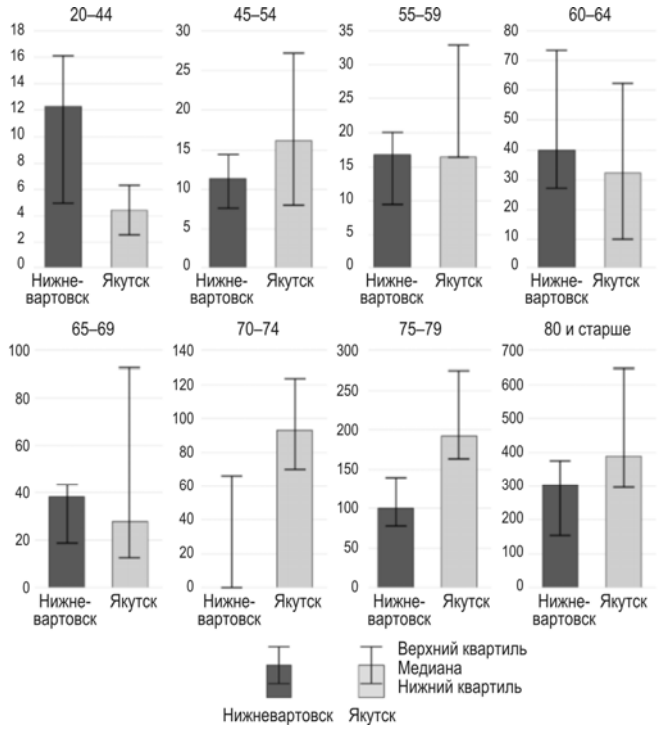


Рис. 9. Смертность женщин от болезней органов дыхания
со стратификацией по возрастным группам

При этом необходимо отметить, что в Нижневартовске выше уровень жизни, менее суровые климатические условия и ниже загрязнение атмосферного воздуха. Следовательно, экологические и экономические условия не могут обусловливать выявленную в данном исследовании большую смертность мужчин от ССЗ в возрасте от 20 до 44 лет, тем более, что не выявлено значимых различий в смертности женщин этого возраста и в смертности мужчин и женщин старших возрастных групп. Вместе с тем большая часть мужского населения в Нижневартовске, в отличие от Якутска, занята в нефтегазовой отрасли, где значительная часть работ выполняется в тяжелых условиях на открытом воздухе на месторождениях. Представляется логичным предположить, что в этих работах в большей степени заняты молодые мужчины в возрасте 20–44 лет. При этом результаты многих исследований показали, что проживание и работа в условиях низких температур оказывает преимущественное влияние на болезни системы кровообращения. Установлена прямая зависимость между параметрами жесткости артериальной стенки и полярным стажем, которая указывает на быстрое, опережающее возрастные изменения, развитие дисфункции эндотелия сосудов по мере увеличения длительности проживания на Севере [9]. Выявлено, что после 10 лет работы на Севере вероятность развития АГ увеличивается в 3 раза [11]. Кроме того, сухость воздуха в условиях низких температур обусловливает характерное для северных регионов ухудшение газообменной функции легких и развитие гипоксемии и гипокапнии [3]. Хронический интерстициальный отек индуцирует фиброзные изменения и снижение функции легких в

нижних и базальных отделах. У большинства обследованных здоровых жителей Севера регистрируется повышение систолического давления в легочной артерии более 30 мм рт. ст. [3, 12]. Длительная гипоксия, усиливающаяся в холодное время года, повышает уровень свободнорадикальных процессов и способствует развитию окислительного стресса [3, 16, 17] и, в свою очередь, индуцирует повышение заболеваемости и смертности прежде всего от болезней системы кровообращения.

Сравнивая смертность населения в г. Нижневартовске и Якутске, необходимо отметить, что основную часть населения Нижневартовска составляют переселенцы из других регионов России и их потомки, в то время как в Якутске около половины населения составляют якуты, коренное население, представители которого наиболее адаптированы к холоду. Во многих исследованиях отмечается редкая встречаемость заболеваний сердечно-сосудистой системы у коренных народов Севера, атеросклеротическое поражение сосудов у них практически не выявляются даже в пожилом возрасте [17]. В исследовании A. Cardona et al. [19] при анализе геномов коренных народов Севера было показано, что гены, задействованные в процессах адаптации – это гены, которые вовлечены, главным образом, в регуляцию энергии и метаболизма, а также в процесс сокращения гладкой мускулатуры сосудов [19]. Видимо, эти особенности и обусловливают большую адаптированность к холоду коренных народов Севера и низкую распространенность среди них болезней системы кровообращения. Хотя отказ от традиционной диеты и образа жизни способствует увеличению распространенности факторов риска развития болезней системы кровообращения, однако по данным якутских исследователей [10], в Якутске частота инсультов среди якутов ниже, чем среди русских. Таким образом, этнические особенности населения Якутска потенциально могли бы обусловливать меньшую смертность от сердечно-сосудистых заболеваний по сравнению с Нижневартовском. Однако в ходе данного исследования не выявлено достоверных различий между Нижневартовском и Якутском ни по показателям смертности женщин от сердечно-сосудистых заболеваний, ни по показателям смертности мужчин в возрасте старше 45 лет. Это косвенно подтверждает предположение о том, что большая смертность мужчин молодого возраста в Нижневартовске обусловлена особенностями трудовой деятельности на нефтегазовых месторождениях в суровых климатических условиях.

С другой стороны, более высокая смертность в Якутске мужчин и женщин в старших возрастных группах от ЦВЗ и ОНК может быть следствием более сурового климата. Так как и в Якутске, и в Нижневартовске люди старшего возраста (после 55 лет) обычно не задействованы в тяжелых работах на открытом воздухе, то вклад производственного фактора в этих возрастных группах относительно невелик, и большую роль может играть суровость климата. Следовательно, более холодный и сухой климат Якутска может объяснять повышенную смертность мужчин и женщин старше 55 лет от ЦВЗ и ОНК. Кроме того, различия в миграционном обороте также могут обусловливать большие показатели смертности в Якутске (по сравнению с Нижневартовском) в старших возрастных группах, так как активность миграции населения старше 55 лет в Нижневартовске в 2 раза и более выше, чем в Якутске. Отсутствие значимых различий в смертности от ССЗ в старших возрастных группах может быть обусловлено как повышенной смертностью от ССЗ в более раннем возрасте в Нижневартовске, так и большим миграционным оттоком людей с этими заболеваниями в более старшем возрасте. Представляется логичным

предположение о том, что люди с хроническими заболеваниями будут уезжать из Нижневартовска в первую очередь. В то время как в Якутске население старших возрастных групп более постоянно. Учитывая различия в этническом составе населения в Нижневартовске и Якутске, необходимо отметить, что распространенность генетически обусловленных заболеваний в популяции достаточно низкая и, по мнению большинства исследователей, не может оказывать существенного влияния на показатели смертности в регионе [1, 13].

Помимо перечисленных выше факторов, способствовать повышенной смертности в старших возрастных группах в Якутске от ЦВЗ и ОНК может более опасный состав атмосферных загрязнителей. Высокие концентрации взвешенных веществ и бенз(а)пирена в атмосфере Якутска (из-за меньшего количества осадков) могут приводить к развитию онкологических заболеваний, так как эти примеси считаются наиболее опасными для здоровья населения [5, 21], а бенз(а)пирен также является доказанным канцерогеном [22].

Выводы. Проведенное исследование, основанное на сравнении показателей смертности в двух городах Крайнего Севера, продемонстрировало, что в зависимости от пола и возрастной группы различия между этими городами в показателях смертности имеют разную направленность.

Анализ собственных результатов и литературных данных позволяет сделать следующие выводы.

1. Особенности трудовой деятельности на нефтегазовых месторождениях в суровых климатических условиях в Нижневартовске могут обусловливать повышенную (по сравнению с Якутском) смертность мужчин от ССЗ в возрастной группе до 45 лет.

2. При этом в Якутске большая, по сравнению с Нижневартовском, смертность от ЦВЗ и ОНК в старших возрастных группах может быть обусловлена сочетанием следующих факторов: (1) более низкими темпами оттока населения пенсионного возраста; (2) более опасным составом загрязнителей атмосферного воздуха (наличием повышенных концентраций взвешенных веществ и бенз(а)пирена); (3) более суровыми климатическими условиями.

Список литературы

1. Бойцов С.А., Самородская И.В. Факторы, влияющие на смертность населения // Вестник РАМН. – 2016. – Т. 86, № 12. – С. 1089–1097.

2. Бутиков В.Н., Заславский А.С, Пенина Г.О. Ишемический инсульт у жителей Европейского Севера: анализ факторов риска // Артериальная гипертензия. – 2010. – Т. 16, № 4. – С. 373–377.

3. Величковский Б.Т. Причины и механизмы снижения коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере // Биосфера. – 2009. – Т. 1, № 2. – С. 213–217.

4. Виноградова В.В. Универсальный индекс теплового комфорта на территории России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2019. – № 2. – С. 3–19.

5. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] // Сайт Всемирной организации здравоохранения. – 2020. – URL: https://www.who.int/ru (дата обращения: 10.12.2020).

6. Гидрометцентр России [Электронный ресурс] // Meteoinfo. – 2020. – URL: https://meteoinfo.ru/ (дата обращения: 10.12.2020).

7. Ефремов И.А. Возрастные особенности миграционных процессов на Крайнем Севере России // Регионология. – 2016. – Т. 4, № 26. – С. 140–159.

8. Золотокрылин А.Н., Кренке А.Н., Виноградова В.В. Районирование России по природным условиям жизни населения. – М.: Геос, 2012. – 156 с.

9. Кривощеков С.Г., Охотников С.В. Производственные миграции и здоровье человека на Севере. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 118 с.

10. Николаева Т.Я., Третьякова Н.Н. Эпидемиология и факторы риска инсульта в г. Якутске // Наука и образование. – 2006. – № 2. – С. 96–100.

11. Панин Л.Е. Фундаментальные проблемы приполярной и арктической медицины // Бюллетень СО РАМН. – 2013. – Т. 33, № 6. – С. 5–10.

12. Устюшин Б.В., Деденко И.И. Особенности обеспечения гомеостаза организма человека на Крайнем Севере // Вестник АМН СССР. – 1992. – № 1. – С. 6–10.

13. Пузырев В.А., Максимова Н.Р. Наследственные болезни у якутов // Генетика. – 2008. – Т. 44, № 10. – С. 1308–1314.

14. Федеральная служба государственной статистики. База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс] // Росстат. – 2020. – URL: https://www.gks.ru/dbscripts/munst (дата обращения: 05.03.2021).

15. Хасанова Р.Р., Макаренцева А.О. Смертность и продолжительность жизни населения России. – М: ФГБОУ ВПО РАНХиГС при Президенте Российской Федерации, 2017. – 87 с.

16. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., Чечеткина И.И. Северный стресс, формирование артериальной гипертензии на Севере, подходы к профилактике и лечению // Экология человека. – 2009. – № 6. – С. 26–30.

17. Хаснулин В.И., Артамонова М.В., Хаснулин П.В. Реальное состояние здоровья жителей высоких широт в неблагоприятных климатогеографических условиях Арктики и показатели официальной статистики здравоохранения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 9. – С. 68–73.

18. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике / В.П. Чащин, А.Б. Гудков, О.Н. Попова [и др.] // Экология человека. – 2014. – № 1. – С. 3–12.

19. Genome-Wide Analysis of Cold Adaptation in Indigenous Siberian Populations / A. Cardona, L. Pagani, T. Antao [et al.] // PLoS ONE. – Vol. 9, № 5. – P. e98076. DOI: 10.1371/journal.pone.0098076

20. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015 / A.J. Cohen, M. Brauer, R. Burnett [et al.] // Lancet. – 2017. – Vol. 389, № 10082. – P. 1907–1918. DOI: 10.1016/S0140-6736 (17) 30505-6

21. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale / J. Lelieveld, J.S. Evans, M. Fnais [et al.] // Nature. – 2015. – № 525. – P. 367–371. DOI: 10.1038/nature15371

22. Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons with special focus on cancer / T. Rengarajan, P. Rajendran, N. Nandakumar [et al.] // Asian Pac. J. Trop. Biomed. – 2015. – Vol. 5, № 3. – P. 182–189. DOI: 10.1016/S2221-1691 (15) 30003-4

Смертность трудоспособного населения г. Москвы

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

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

Оценены уровень и динамика смертности трудоспособного населения г. Москвы с анализом ее основных причин, структуры, а также величины экономического ущерба от преждевременной смертности населения.

На основании данных (форма С51) Управления Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области (Мосстат) проведен анализ смертности трудоспособного населения.

Приводятся данные многолетней динамики смертности трудоспособного населения г. Москвы, ее структура, причины. В период 1992–1996 гг. отмечены самые высокие уровни смертности, затем ее стабилизация и снижение в динамике. Ведущими причинами смертности москвичей трудоспособного возраста являются болезни системы кровообращения, новообразования, травмы и отравления, болезни органов пищеварения и некоторые инфекционные и паразитарные болезни. Несмотря на снижение смертности, отмечается увеличение показателей смертности от инфекционных болезней, болезней эндокринной системы, психических расстройств, болезней нервной системы и органов чувств, болезней органов кровообращения и внешних причин – травм и отравлений. Приводится ориентировочная оценка экономического ущерба от преждевременной смертности. Наибольшая доля величины экономического ущерба от преждевременной смертности приходится на болезни сердца и сосудов, травм и отравлений, новообразований.

Ключевые слова: смертность населения трудоспособного возраста, динамика, структура причин смерти, экономический ущерб.

Развитие сферы здравоохранения в 2021 г. и на плановый период 2022 и 2023 гг. определено в соответствии с национальной целью развития «Сохранение населения, здоровье и благополучие людей», определенной Указом Президента РФ от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [1]. Целевым показателем, характеризующим ее достижение, является повышение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет к 2030 г. Также основные направления развития определены государственной программой Российской Федерации «Развитие здравоохранения», одним из направлений которой является снижение показателей смертности населения трудоспособного возраста, смертности от болезней системы кровообращения, смертности от новообразований, в том числе от злокачественных, младенческой смертности [3].

Медико-демографические показатели имеют высокую информативную значимость в отношении изучения влияния различных факторов среды обитания: физических, химических, биологических и социально-экономических.

Наибольшее значение среди анализируемых демографических показателей принадлежит смертности, которая оценивает характер и частоту самых неблагоприятных (смертельных) исходов патологических состояний в различных социально-возрастных группах населения. Показатели смертности позволяют проводить

оценку как воздействия экологических факторов окружающей среды, так и качества и доступности медицинского обслуживания населения. Качественный анализ причин смертности позволяет выделить первоочередные направления и своевременно разработать оздоровительные мероприятия для населения.

В рамках социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» проводит оценку и анализ медико-демографической ситуации в городе. Источником информации о рождаемости и смертности служат данные Управления Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области (Мосстат).

В период с 1992 по 1996 г. среди населения трудоспособного возраста города отмечались самые высокие уровни смертности, затем в 1997–2009 гг. показатель смертности стабилизировался и начал свое снижение (рис. 1). Относительные показатели смертности рассчитаны на среднегодовую численность населения в трудоспособном возрасте (мужчины – 16–59 лет, женщины – 16–54 лет).

Рис. 1. Многолетняя динамика смертности населения Москвы трудоспособного возраста от всех причин

За последние 5 лет (2015–2019 гг.) показатель смертности среди трудоспособного населения г. Москвы снизился на 8,7 % как среди мужского (на 9,5 %), так и среди женского (на 6,6 %) населения и составил 310,89 ‰ (зарегистрировано 22 268 случаев смерти. В 2019 г. доля случаев смерти населения в трудоспособном возрасте составляет 18,5 % от всех умерших (в 2018 г. – 18,6 %, в 2017 г. – 18,7 %, в 2016 г. – 19,1 %, в 2015 г. – 20,5 %).

В динамике за 5 лет (2015–2019 гг.) в Троицком АО отмечен статистически значимый рост показателей смертности на 21,1 %. В Зеленоградском, Северном, Северо-Восточном, Юго-Восточном и Юго-Западном административных округах наблюдается снижение показателей смертности в этой группе населения.

Наиболее высокие относительные уровни смертности постоянного населения трудоспособного возраста в 2019 г. зарегистрированы в Троицком – 360,09 ‰ и Зеленоградском – 347,39 ‰ административных округах.

В 2019 г. основными причинами смерти москвичей трудоспособного возраста, как и в прошлые годы, являются болезни системы кровообращения – 30,6 %, новообразования – 18,4 %, травмы и отравления – 17,1 %, болезни органов пищеварения – 7,5 % и некоторые инфекционные и паразитарные болезни – 5,1 % (рис. 2).

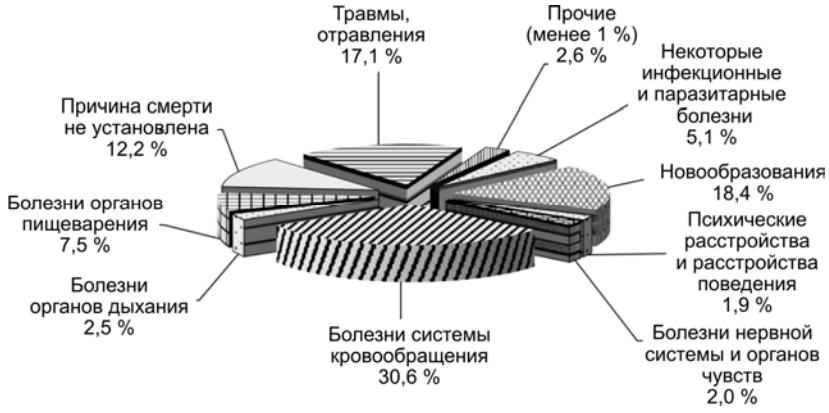


Рис. 2. Структура смертности населения Москвы трудоспособного возраста в 2019 г.

Структура смертности мужчин и женщин трудоспособного возраста различается: среди мужчин преобладают случаи смерти от болезней системы кровообращения – 33,2 % (показатель смертности 156,22 ‰), среди женщин – новообразования – 30,3 % (показатель смертности 42,74 ‰).

Смертность от травм и несчастных случаев среди мужчин находится на втором месте – 18,4 %, (показатель 86,67 ‰), среди женщин – на третьем месте, 12,5 % (показатель 17,66 ‰).

Несмотря на достаточно небольшой вклад причин смерти, связанных с употреблением алкоголя, в структуру смертности населения трудоспособного возраста (6,8 %)[1], на некоторые классы причин смерти его влияние значительно. Так, вклад случаев смерти от алкогольных болезней печени, гастрита, острого и хронического панкреатита алкогольной этиологии в причины смерти от всех болезней органов пищеварения составляет 34,4 %, а случаи смерти от алкогольных болезней печени в причины смерти от всех болезней печени – 52,1 %. Среди психических расстройств лиц трудоспособного возраста 77,5 % случаев смерти приходятся на алкогольные психозы, психические расстройства и расстройства поведения в результате злоупотребления алкоголем (хронический алкоголизм); 36,5 % смертей от болезней нервной системы – это случаи смерти от дегенерации нервной системы, вызванной алкоголем; 28,7 % смертельных случаев отравлений связаны с отравлениями алкоголем.

[1] Необходимо учитывать, что анализ ведётся только по основной причине смерти, т.е. если состояние, связанное с употреблением алкоголя, указано в сопутствующих диагнозах, оно не анализируется.

В динамике за последние 5 лет (2015–2019 гг.) среди населения трудоспособного возраста увеличились показатели смертности от инфекционных болезней, таких как хронический вирусный гепатит С (в 16,9 раза), болезни, вызванные ВИЧ (на 14,6 %), от болезней эндокринной системы и обмена веществ (в 1,6 раза), от психических расстройств (хронического алкоголизма и злоупотребления наркотиками) (в 1,6 раза), от болезней нервной системы и органов чувств (на 17,3 %), болезней органов кровообращения (на 17,9 %) и внешних причин смерти – травм и отравлений (на 6,2 %). Показатель смертности населения трудоспособного возраста от новообразований в 2019 г. сохранился на уровне 2015 г.

При анализе динамики показателей смертности по отдельным возрастным группам обращает на себя внимание рост в 2019 г. по сравнению с 2015 г. показателей смертности от болезней системы кровообращения среди населения трудоспособного возраста г. Москвы: среди мужчин 16–59 лет на 16,0 %, среди женщин 16–54 лет на 27,7 %.

Грубая экономическая оценка потерь, вызванных преждевременной смертностью населения, заключается в подсчете стоимости недопроизведенного общественного продукта в результате недожития умерших лиц до возраста прекращения трудоспособности[1]. Такой метод оценки экономических потерь в России широко используется с 80-х гг. XX в. [2]. Валовой региональный продукт г. Москвы в 2019 г. составлял 17881,5 млрд руб., численность лиц, занятых в экономике, составляла 7 300 000 человек. Таким образом, каждый работающий в среднем производил общественного продукта на 2 499 520,55 руб./г. С учетом невыработанных лет жизни экономике города был нанесен ущерб 791,8 млрд руб., в том числе 52,3 % за счет смерти населения в возрасте 35–44 лет (таблица).

Ориентировочная оценка экономического ущерба от преждевременной смертности экономически активных возрастных групп населения г. Москвы в 2019 г.

Возраст, лет	Число невыработанных лет	Число умерших в данной возрастной группе	Число невыработанных человеко-лет	Невыработанный ВРП, руб.
20–24	38	509	19 342	47 378 626 438,36
25–29	33	815	26 895	65 879 855 136,99
30–34	28	1 784	49 952	122 358 450 410,96
35–39	23	2 634	60 582	148 396 853 835,62
40–44	18	3 253	58 554	143 429 226 164,38
45–49	13	3 617	47 021	115 178 905 684,93
50–54	8	4 484	35 872	87 869 201 095,89
55–59	3	7 337	22 011	53 916 396 780,82
60–64	В среднем 14,28 % лиц	9 882	3 029	7 420 477 607,51
65–69	продолжают работать до 70 лет	11 332		
Итого				791 827 993 155,45

[1] Данный метод не учитывает среднюю стоимость человеческой жизни (пособий по рождению и смерти, затрат на воспитание, образование и медицинскую помощь), общество рассматривается как однородная структура без дифференцирования вкладов в формирование общественного продукта отдельных групп населения с разной закономерностью заболеваемости, инвалидности и смертности и уровнем образования.

При анализе величины экономического ущерба от преждевременной смертности населения по классам болезней обращает на себя внимание тот факт, что наибольшая доля приходится на болезни сердца и сосудов – 24,7 %, далее на внешние причины смерти (травмы, отравления и несчастные случаи) – 22,8 %, на третьем месте злокачественные новообразования – 15,1 % (рис. 3).

Стоит отметить рост экономических потерь от преждевременной смертности, вызванной неустановленными причинами смерти, с 2018 г. (рис. 4).

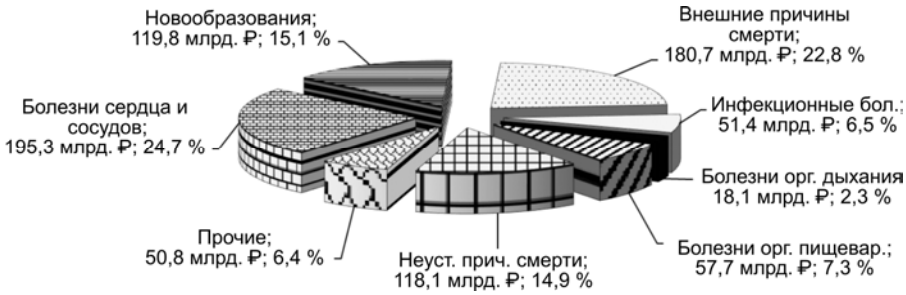


Рис. 3. Структура экономического ущерба от преждевременной смертности населения г. Москвы в 2019 г.

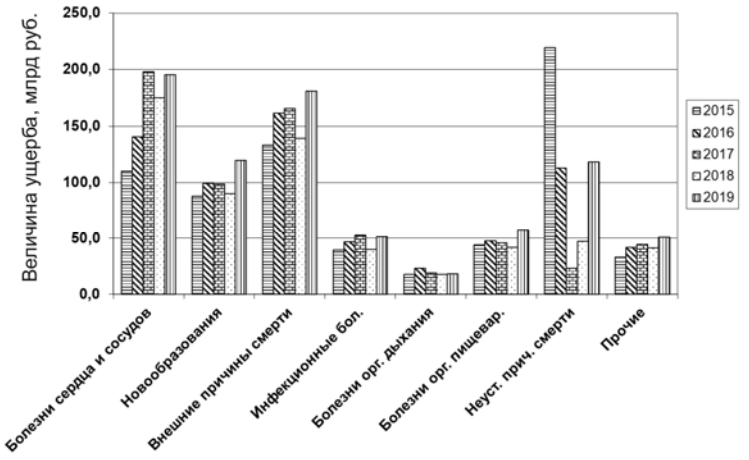


Рис. 4. Динамика экономического ущерба от преждевременной смертности населения г. Москвы в 2015–2019 гг.

Таким образом, среди жителей г. Москвы трудоспособного возраста за последние 5 лет (2015–2019 гг.) отмечается снижение показателя общей смертности, в то же время наблюдается рост смертности от отдельных классов болезней, таких как болезни системы кровообращения, травмы и отравления, инфекционные болезни, болезни нервной системы и психические расстройства. Наибольшая доля величины экономического ущерба от преждевременной смертности приходится на болезни сердца и сосудов.

Список литературы

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 [Электронный ресурс] // Гарант.Ру. Информационно-правовой портал. – URL: http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1401794/ (дата обращения: 04.03.2021).

2. Попов Г.А. Экономика и планирование здравоохранения. – М.: Медицина, 1976. – 182 с.

3. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов (разработан Минэкономразвития России) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363743/ (дата обращения: 04.03.2021).

Об итогах эпидемиологического мониторинга факторов риска хронических неинфекционных заболеваний на территории Нижегородской области в 2020 г.

С.О. Семисынов, М.А. Позднякова

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

В 2020 г. на территории Нижегородской области в целях реализации мероприятия 5 «Выявление и профилактика факторов риска основных хронических неинфекционных заболеваний в учреждениях первичной медико-санитарной помощи Нижегородской помощи на 2013–2020 годы» подпрограммы 1 «Профилактика заболеваний и формирование здорового образа жизни. Развитие медико-санитарной помощи» государственной программы «Развитие здравоохранения Нижегородской области до 2020 года», утвержденной постановлением правительства Нижегородской области от 26.04.2013 г. № 274 был реализован третий этап эпидемиологического мониторинга факторов риска хронических неинфекционных заболеваний.

В качестве объекта исследования было выбрано население области в возрасте от 25 до 64 лет. Общая численность обследованных составила 1887 человек. Методом исследования послужил опрос. Данные объективного медицинского наблюдения в настоящей статье не рассматриваются. 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: 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, однако следует отметить, что две трети ежедневно тратили на ходьбу более 30 мин;

– менее четверти обследованных курили на момент исследования, однако более половины употребляли алкогольную продукцию с различной регулярностью;

– собственное здоровье респонденты оценивали как удовлетворительное и хорошее; 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.

Ключевые слова: эпидемиологический мониторинг, хронические неинфекционные заболевания, факторы риска.

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. 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 [1].

Исследования в регионах показали высокую частоту встречаемости факторов риска ХНИЗ. Так, по данным изучения трудоспособного населения Рязанской области Е.В. Филипповым (2015) было установлено следующее их распределение: ожирение (42,2 %), активное курение (35,0 %), тревога/депрессия (62,0 %), дислипидемии (84,1 %), показатели системного воспаления (59,0 %) [2].

В 2020 г. на территории Нижегородской области силами ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора и ГБУЗ НО «Нижегородский областной центра общественного здоровья и медицинской профилактики» был реализован третий этап эпидемиологического мониторинга факторов риска хронических неинфекционных заболеваний, проводимого в рамках реализации мероприятия 5 «Выявление и профилактика факторов риска основных хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ) в учреждениях первичной медико-санитарной помощи Нижегородской помощи на 2013–2020 годы» подпрограммы 1 «Профилактика заболеваний и формирование здорового образа жизни. Развитие медико-санитарной помощи» государственной программы «Развитие здравоохранения Нижегородской области до 2020 года», утвержденной постановлением правительства Нижегородской области от 26.04.2013 г. № 274.

Целью исследования стало 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 общественного здоровья и медицинской профилактики» опросник. В 10 отобранных случайным образом административно-территориальных образованиях Нижегородской области было обследовано 1887 человек.

Результаты. Из числа обследованных 43,6 % составляли мужчины, 56,4 % – женщины. Средний возраст респондентов равнялся 44,7 ± 0,3 г. (44,4 ± 0,4 г. – мужчины, 45,7 ± 0,4 г. – женщины).

При изучении семейного положения респондентов 16,2 % опрошенных ответили, что никогда не были женаты (замужем), 66,9 % состояли в официальном или гражданском браке, 11,1 % были разведены или жили раздельно, доля вдовцов (вдов) составила 5,8 % (табл. 1).

Таблица 1

Семейное положение респондентов, %

№ п/п	Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
1	Никогда не был женат /замужем	16,2	18,4	14,6
2	Женат/замужем /гражданский брак	66,9	71,3	63,5
3	Разведен / разведена / живут раздельно	11,1	8,3	13,8
4	Вдовец/вдова	5,8	2,0	8,1

При оценке уровня образования обследуемых выявлено, что более половины респондентов имели полное среднее образование (52,8 %), высшие учебные заведения окончили более трети обследованных (39,9 %), менее 10,0 % лиц имели неполное среднее образование (6,8 %), менее 1,0 % – начальное образование (0,5 %) (табл. 2).

Таблица 2

Распределение респондентов по уровню образования, %

№ п/п	Образование	Все	Мужчины	Женщины
1	Начальное	0,5	0,6	0,4
2	Неполное среднее	6,8	10,4	3,9
3	Полное среднее образование	52,8	51,9	53,5
4	Высшее образование	39,9	37,1	42,2

В среднем длительность обучения респондентов составляла 13,6 ± 4,2 г. (13,5 ± 0,1 г. – у мужчин, 13,7 ± 4,2 г. – у женщин).

На момент обследования 23,2 % опрошенных находились на лечении (26,9 % – среди мужчин, 20,3 % – женщин). Среди ответивших утвердительно 75,7 % проходили лечение в амбулаторных условиях (79,6 % – мужчины, 71,8 % –

женщины), 8,9 % – в условиях дневного стационара (4,9 % – мужчины, 12,9 % – женщины), 8,7 % – в стационаре (9,0 % – мужчины, 12,9 % – женщины), 6,7 % указали в качестве ответа «иное» (6,5 % – мужчины, 2,4 % – женщины).

При изучении поведенческих привычек выявлено, что каждый третий респондент (36,2 ± 1,1 на 100 обследованных) (табл. 3) досаливал уже готовую пищу, предварительно пробуя блюдо, каждый второй (57,3 ± 1,1 на 100 обследованных) дал отрицательный ответ на поставленный вопрос, причем достоверно чаще ($p \leq 0{,}01$) подобным образом отвечали женщины. Мужчины же предпочитали досаливать еду ($p \leq 0{,}05$).

Таблица 3

Распределение ответов респондентов на вопрос о досаливании пищи, на 100 обследованных

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Нет, не досаливаю	57,3 ± 1,1	53,3 ± 1,7	60,5 ± 1,5**
Да, предварительно пробуя	36,2 ± 1,1	39,2 ± 1,7	33,8 ± 1,4*
Да, не пробуя	6,5 ± 2,2	7,5 ± 0,9	5,7 ± 0,7

Примечание: * – $p \leq 0{,}05$; ** – $p \leq 0{,}01$.

Опрос показал, что в ежедневный рацион более чем половины респондентов (55,5 ± 1,5 на 100 обследованных) (табл. 4) не входило около 400 г. (или 4–5 порций) фруктов и овощей (не считая картофеля). Женщины достоверно чаще ($p \leq 0{,}01$) давали положительный ответ.

Таблица 4

Употребляете ли вы ежедневно около 400 г (или 4–5 порций) фруктов и овощей, на 100 обследованных

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Да	44,5 ± 1,5	39,7 ± 1,7	48,3 ± 1,5*
Нет	55,5 ± 1,5	60,3 ± 1,5	51,7 ± 1,5*

Примечание: * – $p \leq 0{,}01$.

Две трети респондентов (66,2 ± 1,1 на 100 обследованных) (табл. 5) в течение дня потребляли не более шести кусков (чайных ложек) сахара, варенья, меда и других сладостей. Между мужчинами и женщинами достоверной разности выявлено не было.

Таблица 5

Употребление респондентами избыточного количества сахара в сутки, на 100 обследованных

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Да	33,8 ± 1,1	35,4 ± 1,7	32,6 ± 1,4
Нет	66,2 ± 1,1	64,6 ± 1,7	67,4 ± 1,4

Лишь треть респондентов (35,6 ± 1,1 на 100 обследованных) (табл. 6) обращали внимание на содержание жира и/или холестерина в продуктах при покупке (на этикетках, упаковках) или при приготовлении, причем женщины достоверно чаще давали положительный ответ ($p \leq 0{,}01$).

Таблица 6

Обращение респондентами внимания на содержание жира и/или холестерина в продуктах при покупке (на этикетках, упаковках) или при приготовлении, на 100 обследованных

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Да	35,6 ± 1,1	23,7 ± 1,5	44,7 ± 1,5*
Нет	64,4 ± 1,1	76,3 ± 1,5	55,3 ± 1,5*

Примечание: * – $p \leq 0{,}01$.

Менее половины респондентов (40,7 ± 1,1 на 100 обследованных) (табл. 7) занимались физической активностью, причем достоверно чаще утвердительный ответ давался женщинами ($p \leq 0{,}01$).

Таблица 7

Отношение респондентов к физической активности, на 100 обследованных

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Да	40,7 ± 1,1	37,2 ± 1,7	43,4 ± 1,5*
Нет	59,3 ± 1,1	62,8 ± 1,7	56,6 ± 1,5*

Примечание: * – $p \leq 0{,}01$.

Средняя продолжительность занятий составила 43,7 ± 1,4 мин. Длительность занятий у мужчин (47,9 ± 2,1 мин), что достоверно больше, чем у женщин (41,1 ± 1,8 мин, $p \leq 0{,}05$).

На ходьбу в умеренном или быстром темпе (включая дорогу до места работы и обратно) ежедневно тратили свыше 30 мин более двух третей респондентов (68,7 ± 1,1 на 100 обследованных) (табл. 8), причем женщины давали утвердительный ответ чаще ($p \leq 0{,}01$).

Таблица 8

Затраты времени респондентов на ходьбу, на 100 обследованных

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Менее 30 мин	31,3 ± 1,1	35,3 ± 1,7	28,2 ± 1,4*
Более 30 мин	68,7 ± 1,1	64,7 ± 1,7	71,8 ± 1,4*

Примечание: * – $p \leq 0{,}01$.

По отношению к курению респонденты распределились следующим образом: 66,8 ± 1,2 на 100 обследованных никогда не курили (табл. 9), курили на момент опроса 20,6 ± 0,9 на 100 обследованных, 12,6 ± 0,8 на 100 обследованных курили в прошлом. Частота встречаемости курящих людей среди мужчин была значительно выше, чем среди женщин.

Среди курящих респондентов и бросивших курить на момент исследования табачную продукцию ежедневно употребляли 69,0 %. Среди мужчин положительный ответ на данный вопрос дали три четверти опрошенных (74,4 %), среди женщин – половина (54,7 %).

Таблица 9

Отношение респондентов к курению, на 100 обследованных

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Никогда не курил (а)	66,8 ± 1,2	44,8 ± 1,7	83,8 ± 1,1*
Курил (а), но бросил (а)	12,6 ± 0,8	18,1 ± 1,3	8,4 ± 0,8*
Курю	20,6 ± 0,9	37,1 ± 1,7	7,9 ± 0,8*

Примечание: – * $p \leq 0{,}01$.

В среднем респонденты начинали курить в 18,2 ± 0,2 г., причем мужчины начинали употреблять табачную продукцию раньше (17,6 ± 0,2 г.), чем женщины (19,8 ± 0,4 г., $p \leq 0{,}01$).

Отказ от данной привычки приходился на возраст 33,9 ± 0,7 г. Мужчины бросали курить в более позднем возрасте (35,7 ± 0,9 г.), чем женщины (31,2 ± 0,9 г., $p \leq 0{,}05$).

Среди курящих респондентов лишь треть (29,9 %) делали в среднем 3,4 ± 0,4 попытки бросить курить в прошлом (3,2 ± 0,4 – мужчины, 3,9 ± 0,8 – женщины).

В подавляющем большинстве случаев (75,6 %) респонденты оценивали собственную мотивацию к отказу от курения как слабую. Сильную же мотивацию имели лишь 8,5 % обследованных (7,9 % – мужчины, 10,8 % – женщины).

В среднем в течение дня обследованные выкуривали по 10,7 ± 0,3 сигареты. Количество употребляемой табачной продукции мужчинами (11,8 ± 0,4 шт.) превалировало над аналогичным показателем у женщин (7,8 ± 0,6 шт., $p \leq 0{,}01$).

В пределах 30 мин от момента утреннего пробуждения закуривали 48,4 % респондентов (49,5 % – мужчины, 44,6 % – женщины).

Более половины респондентов (58,6 %) употребляли алкоголь, причем доля ответивших утвердительно на данный вопрос среди мужчин (63,9 %) была выше, чем среди женщин (54,5 %).

В подавляющем числе случаев (84,4 %) (табл. 10) респонденты не считали, что им следует уменьшить употребление алкоголя (77,6 % – мужчины, 90,5 % – женщины).

Таблица 10

Мнение респондентов о количестве потребляемой алкогольной продукции, %

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Да	15,6	22,4	9,5
Нет	84,4	77,6	90,5

Раздражение из-за вопросов об употреблении алкоголя испытывали 7,4 % респондентов (табл. 11). Среди мужчин положительно ответили на данный вопрос 11,6 %, среди женщин – 3,6 %.

Таблица 11

Отношение респондентов к вопросам об употреблении алкоголя, %

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Да	7,4	11,6	3,6
Нет	92,6	88,4	96,4

5,6 % опрошенных испытывали чувство вины за то, как они пьют (7,8 % – мужчины, 3,6 % – женщины) (табл. 12).

Таблица 12

Чувство вины респондентов из-за употребления алкогольной продукции, %

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Да	5,6	7,8	3,6
Нет	94,4	92,2	96,4

Среди употреблявших алкогольную продукцию обследованных 5,9 % (табл. 13). 5,9 % «похмелялись» по утрам (9,9 % – среди мужчин, 2,4 % – среди женщин).

Таблица 13

Доля «похмелявшихся» по утрам респондентов, %

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Да	5,9	9,9	2,4
Нет	94,1	90,1	97,6

Среди алкогольной продукции респонденты преимущественно употребляли сухое вино или шампанское (28,8 ± 1,0 на 100 обследованных), на втором месте по предпочтению были водка, коньяк и другие крепкие напитки (27,0 ± 1,0 на 100 обследованных), на третьем – пиво (26,4 ± 1,0 на 100 обследованных), четвертом – домашние крепкие настойки (14,4 ± 0,7 на 100 обследованных), пятом – крепленое вино (11,9 ± 0,7 на 100 обследованных).

Между респондентами обоих полов отмечались различия в выборе алкогольной продукции ($p \leq 0{,}01$). Мужчины преимущественно употребляли водку и коньяк (40,5 ± 1,7 на 100 обследованных), женщины – сухое вино или шампанское (37,1 ± 1,5 на 100 обследованных), на втором месте по предпочтению располагалось пиво (39,5 ± 1,7 на 100 обследованных), у женщин – водка и коньяк (16,6 ± 1,1 на 100 обследованных), на третьем месте – домашние крепкие настойки (21,0 ± 1,4 на 100 обследованных), у женщин – пиво (16,3 ± 1,1 на 100 обследованных), на четвертом месте – сухое вино или шампанское (18,1 ± 1,3 на обследованных), у женщин – крепленое вино (9,9 ± 0,9 на 100 обследованных), на пятом месте – крепленое вино (14,5 ± 1,2 на 100 обследованных), у женщин – домашние крепкие настойки (9,0 ± 0,9 на 100 обследованных).

За недельный период, предшествующий исследованию, респондентами было выпито 989,7 ± 61,4 мл пива (табл. 14), 306,5 ± 23,7 мл сухого вина или шампанского, 288,6 ± 64,0 мл крепленого вина, 244,3 ± 21,6 мл домашних крепких настоек, 248,4 ± 14,3 мл водки, коньяка и других крепких напитков.

Мужчины в среднем выпили больший объем алкогольной продукции по сравнению с женщинами.

40,1 % респондентов оценивали состояние собственного здоровья как удовлетворительное, немногим меньшая доля людей (39,1 %) оценивала его как хорошее, очень хорошим его считали 11,6 % обследованных. Распределение ответов

у мужчин и женщин различалось: мужчины чаще всего считали собственное здоровье хорошим (39,7 %), женщины – удовлетворительным (42,9 %).

Таблица 14

Средний объем выпитой алкогольной продукции, мл

Вид алкогольной продукции	Все	Мужчины	Женщины
Пиво	989,7 ± 61,4	1085,3 ± 77,7	742,1 ± 84,2*
Сухое вино, Шампанское	306,5 ± 23,7	419,1 ± 91,3	279,6 ± 19,2
Крепленое вино	288,6 ± 64,0	364,7 ± 111,5	224,0 ± 51,4
Домашние крепкие настойки	244,3 ± 21,6	263,3 ± 27,3	195,0 ± 29,9
Водка, коньяк, другие крепкие напитки	248,4 ± 14,3	273,4 ± 17,7	182,2 ± 20,7**

Примечание: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$.

Цифры своего артериального давления знали три четверти респондентов (74,5 ± 1,0 на 100 обследованных), причем женщины (85,8 ± 1,1 на 100 обследованных) достоверно чаще мужчин (59,7 ± 1,7 на 100 обследованных, $p \leq 0,01$) давали утвердительный ответ на данный вопрос.

Более трети респондентам (38,5 ± 1,1 на 100 обследованных) медицинские работники сообщали о повышенных цифрах артериального давления (мужчины – 35,3 ± 1,7 на 100 обследованных, женщины – 40,9 ± 1,5 на 100 обследованных, $p \leq 0,05$).

Между тем лишь треть респондентов (29,7 ± 1,1 на 100 обследованных) в течение двух недель, предшествующих исследованию, принимали лекарственные средства, способствующие снижению артериального давления. Женщины достоверно чаще отвечали утвердительно на данный вопрос (34,2 ± 1,5 на 100 обследованных), чем мужчины (23,8 ± 1,5 на 100 обследованных).

О повышенном уровне сахара крови врачи (на профилактических осмотрах, во время болезни или беременности) сообщали 12,6 ± 0,8 на 100 обследованных респондентам (мужчины – 11,9 ± 1,1 на 100 обследованных, женщины – 13,1 ± 1,0 на 100 обследованных). В последние две недели, предшествующие исследованию, препараты для снижения сахара в крови принимали 7,4 ± 0,6 на 100 обследованных респондентов (мужчины – 6,6 ± 0,7 на 100 обследованных, женщины – 8,1 ± 0,8 на 100 обследованных).

Более половины респондентов (53,9 ± 1,1 на 100 обследованных) знали собственный уровень холестерина, причем женщины (65,7 ± 1,5 на 100 обследованных) достоверно чаще интересовались данным показателем, чем мужчины (38,7 ± 1,7 на 100 обследованных, $p \leq 0,01$). Пятая часть опрошенных (20,4 ± 0,9 на 100 обследованных) отметила, что врач сообщал им о повышенном уровне холестерина. Женщины достоверно чаще давали утвердительный ответ (25,1 ± 1,2 на 100 обследованных), чем мужчины (14,2 ± 1,2 на 100 обследованных, $p \leq 0,01$).

По данным опроса было установлено, что заболеваемость респондентов основными ХНИЗ составила 33,4 ± 1,1 на 100 обследованных (мужчины – 35,0 ± 1,7 на 100 обследованных, женщины – 31,9 ± 1,4 на 100 обследованных).

Наиболее часто респонденты сообщали об установленном у них диагнозе хронического бронхита (9,8 ± 0,7 на 100 обследованных), на втором месте был сахарный

диабет (9,2 ± 0,7 на 100 обследованных), на третьем – ишемическая болезнь сердца (4,5 ± 0,5 на 100 обследованных), на четвертом – бронхиальная астма (3,9 ± 0,4 на 100 обследованных), на пятом – онкологические заболевания (2,7 ± 0,4 на 100 обследованных), на шестом – инфаркт миокарда (1,9 ± 0,3 на 100 обследованных), на седьмом – инсульт (1,4 ± 0,3 на 100 обследованных).

Между респондентами обоих полов регистрировались различия в уровнях заболеваемости (табл.15).

Таблица 15

Заболеваемость респондентов основными ХНИЗ в зависимости от пола, на 100 обследованных

Заболевание	Все респонденты	Мужчины	Женщины
Хронический бронхит	9,8 ± 0,7	12,2 ± 1,1	7,9 ± 0,8**
Бронхиальная астма	3,9 ± 0,4	3,0 ± 0,6	4,6 ± 0,6*
Инсульт (тромбоз сосудов мозга или кровоизлияние)	1,4 ± 0,3	2,0 ± 0,5	0,8 ± 0,2
Инфаркт миокарда	1,9 ± 0,3	3,4 ± 0,6	0,7 ± 0,2
Ишемическая болезнь сердца (стенокардия)	4,5 ± 0,5	4,9 ± 0,8	4,0 ± 0,6
Онкологические заболевания	2,7 ± 0,4	1,8 ± 0,5	3,4 ± 0,6
Сахарный диабет	9,2 ± 0,7	7,7 ± 0,4	10,4 ± 0,4*

Примечание: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$.

Так, у мужчин первые три ранговые места занимали хронический бронхит, сахарный диабет и ишемическая болезнь сердца, среди женщин – сахарный диабет, хронический бронхит и бронхиальная астма.

Среди респондентов с сахарным диабетом преобладали больные вторым типом данного заболевания (56,6 %). Следует отметить, что среди страдающей данной патологией мужчин в половине случаев регистрировался первый тип сахарного диабета (54,8 %), у женщин – второй (63,1 %).

Выводы. Таким образом, в ходе изучения распространенности факторов риска хронических неинфекционных заболеваний на территории Нижегородской области в 2020 г. было установлено, что:

1. Каждый третий респондент (36,2 ± 1,1 на 100 обследованных) досаливал уже готовую пищу. В ежедневный рацион более чем половины респондентов (55,5 ± 1,5 на 100 обследованных) не входило около 400 г (или 4–5 порций) фруктов и овощей (не считая картофеля). Две трети респондентов (66,2 ± 1,1 на 100 обследованных) в течение дня потребляли не более шести кусков (чайных ложек) сахара, варенья, меда и других сладостей. Лишь треть респондентов (35,6 ± 1,1 на 100 обследованных) обращали внимание на содержание жира и/или холестерина в продуктах при покупке (на этикетках, упаковках) или при приготовлении.

2. Менее половины респондентов (40,7 ± 1,1 на 100 обследованных) занимались физической активностью. Средняя продолжительность занятий составила 43,7 ± 1,4 мин. На ходьбу в умеренном или быстром темпе (включая дорогу до места работы и обратно) ежедневно тратили свыше 30 мин более двух третей респондентов (68,7 ± 1,1 на 100 обследованных).

3. На момент опроса употребляли табачную продукцию 20,6 ± 0,9 на 100 обследованных, которые в подавляющем большинстве случаев (75,6 %) оценивали собственную мотивацию к отказу от курения как слабую.

4. Более половины респондентов (58,6 %) употребляли алкоголь, причем предпочитали сухое вино или шампанское (28,8 ± 1,0 на 100 обследованных), водку, коньяк и другие крепкие напитки (27,0 ± 1,0 на 100 обследованных) и пиво (26,4 ± 1,0 на 100 обследованных).

5. Большинство респондентов оценивали состояние собственного здоровья как удовлетворительное (40,1 %) и хорошее (39,1 %). Три четверти из них (74,5 ± 1,0 на 100 обследованных) знали цифры собственного артериального давления, причем более чем трети (38,5 ± 1,1 на 100 обследованных) медицинские работники сообщали о его повышенном уровне. О повышенном уровне сахара крови врачи (на профилактических осмотрах, во время болезни или беременности) сообщали 12,6 ± 0,8 на 100 обследованных респондентам, пятой части (20,4 ± 0,9 на 100 обследованных) – о повышенном уровне холестерина.

6. Заболеваемость респондентов основными ХНИЗ составила 33,4 ± 1,1 на 100 обследованных, причем наиболее часто регистрировались хронический бронхит (9,8 ± 0,7 на 100 обследованных), сахарный диабет (9,2 ± 0,7 на 100 обследованных) и ишемическая болезнь сердца (4,5 ± 0,5 на 100 обследованных).

Список литературы

1. 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.

2. Филиппов Е.В. Факторы риска, неблагоприятные исходы хронических неинфекционных заболеваний и возможности их профилактики в регионе с высоким уровнем смертности: автореф. … д-ра мед. наук. – Рязань, 2015. – 50 с.

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. World health organization – Noncommunicable Diseases (NCD) Country Profiles, 2014. – 210 p.

5. World health statistics 2017: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals. – Geneva: World Health Organization, 2017. – 116 p.

Злокачественные новообразования в Свердловской области как приоритетная проблема управления риском

Д.Г. Тутаева[2], Н.И. Кочнева[1], Е.П. Кадникова[1]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области» Роспотребнадзора,
г. Екатеринбург, Россия

Высокая частота распространенности злокачественных новообразований, значительные трудности ранней диагностики, летальность, большая стоимость лечения и реабилитации определяют особую актуальность и социальную значимость данной патологии. Приведен опыт анализа онкологической ситуации в промышленном регионе. В Свердловской области реализуется система мер по управлению рисками (в том числе канцерогенными) для здоровья населения от влияния социально-экономических и санитарно-гигиенических факторов риска. На основе анализа данных заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований, показателей воздействия факторов среды обитания населения (формируемых в рамках федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга) осуществляется программно-целевое планирование, разработка единых целей и задач по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и управления канцерогенными рисками для здоровья населения. Эта система охватывает меры управления риском, направленные на источник загрязнения, пути передачи и экспонированное население. Статистические показатели заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований рассчитываются, как правило, для области и крупных городов, при этом по отдельным территориям области показатели заболеваемости и смертности могут различаться. Проводимый анализ онкологической ситуации по области и ее отдельным территория позволяет корректировать комплекс мероприятий по управлению канцерогенными рисками с учетом особенностей муниципальных образований.

Ключевые слова: злокачественные новообразования, смертность, заболеваемость, управление риском, социально-гигиенический мониторинг.

Влияние факторов окружающей среды на заболеваемость злокачественными новообразованиями (ЗНО) не вызывает сомнений [9, 11, 12, 14, 22, 23, 28, 29, 30, 35]. Основываясь на данных литературы по эпидемиологии ЗНО, установлено, что они являются индикаторной патологией, отражающей высокую степень зависимости от загрязнения окружающей среды [3, 8].

На территории Свердловской области многие промышленные объекты отнесены к канцерогенно-опасным: цветная и черная металлургия, машиностроение, горнорудная, химическая промышленности. Сложившаяся ситуация формирует риски как для профессиональных групп, так и для населения, проживающего под влиянием канцерогенных факторов [25].

Многие канцерогенные вещества, встречающиеся в производственных условиях, входят в число атмосферных и водных загрязнителей, а также попадают в воздух от источников, расположенных внутри жилых помещений, или связаны с вредными привычками, влияющими на организм непосредственно (например курение, злоупот-

ребление алкоголем). Как следствие, канцерогенные факторы могут оказывать влияние на людей, не имеющих производственного контакта с ними [28]. Также развитию злокачественных новообразований могут способствовать различные физиологические особенности и фоновые заболевания [32, 34, 36, 37]. Несомненное значение имеет и генетическая предрасположенность к ЗНО [7, 16, 22, 37]. Количественные характеристики вклада профессиональных факторов риска, по мнению разных авторов, колеблются от 4 до 38 % случаев рака в популяции [12, 15, 28]. Имеются данные о влиянии светового загрязнения, в том числе связанного со сменной работой и работой в ночное время, на риск развития онкологических заболеваний молочной железы, толстой кишки и матки [26]. Выявлена роль определенных вирусов и бактерий в этиологии злокачественных новообразований [4, 21, 27, 37]. Кроме того, результаты исследований позволили получить подходы к индивидуальной и групповой профилактике. Так, получены убедительные доказательства об эффективности приема аспирина для профилактики рака толстой кишки и желудка, тамоксифена – для профилактики рака молочной железы [31], проводимый в Японии скрининг рака желудка позволил снизить смертность от данной патологии [10].

В экономически развитых странах частота встречаемости ЗНО составляет 200–400 случаев на 100 тыс. населения [2]. В отдельных регионах уровень ЗНО превышает 400 случаев на 100 тыс. населения, что характерно для Китая, Бразилии, Канады, США, Италии и Австралии. В 2020 г. от ЗНО умерли почти 10 млн человек [33].

Смертность от ЗНО продолжает негативное влияние на продолжительность жизни населения. По различным оценкам снижение онкологической смертности может увеличить продолжительность жизни населения Российской Федерации на 3–4 года [1, 5]. При этом умерший от злокачественного новообразования мужчина не доживает от предполагаемой продолжительности жизни 16,8 г., а женщина – 17,8 г. [6]. Средний возраст смерти населения Свердловской области составляет 65,4 г., при этом средний возраст смерти от ЗНО – 67,6 г.

В условиях жизни и трудовой деятельности человек обычно находится под воздействием большого числа канцерогенных факторов риска, а также факторов, модифицирующих их влияние. Для стабилизации и снижения негативного воздействия факторов риска среды обитания, а именно канцерогенных факторов, на здоровье человека необходимо осуществлять меры по управлению канцерогенным риском. Однако эффективная стратегия управления канцерогенным риском требует анализа того, какие факторы и на каких территориях имеют приоритетное значение в конкретных условиях существования той или иной популяции.

В Свердловской области система управления рисками (в том числе канцерогенными) для здоровья населения реализуется с 2008 г. в рамках выполнения мероприятий на региональном, муниципальном уровнях и уровне субъектов права.

Свердловская область – одна из крупных областей Российской Федерации: (площадь территории – 194,8 тыс. км^2), относится к числу наиболее населенных и урбанизированных регионов России. По данным на 1 января 2020 г. в области проживало 4310,7 тыс. человек. В городах и поселках городского типа сосредоточено 87 % населения области (в том числе в административном центре области городе Екатеринбурге –1526,4 тыс. человек).

Наиболее плотно заселены центральные и западные районы области, где расположены почти все города и поселки городского типа и сосредоточена большая

часть промышленных предприятий. В восточных и северных районах области население преимущественно сельское.

Важнейшей особенностью формирования промышленного потенциала области является тот факт, что наибольшее развитие оно получило в годы Второй мировой войны и в послевоенные годы, а его техническое перевооружение и обновление в последние десятилетия XX в. шло очень медленно. Именно это стало основной причиной высоких уровней неблагоприятного влияния на окружающую среду. Загрязняющие выбросы в атмосферу области на 30,7 % формируются предприятиями черной металлурги, на 23,6 % – топливно-энергетической промышленностью, на 17,3 % – цветной промышленностью, 11,6 % – автотранспортом, на 3,3 % – промышленностью стройматериалов [24].

По данным социально-гигиенического мониторинга, население области находится под воздействием комплекса санитарно-гигиенических и социально-экономических факторов среды обитания, во многих случаях – неблагоприятных. Так, по результатам факторно-типологического анализа влиянию неблагоприятных санитарно-гигиенических факторов подвержено 78 % населения (3,4 млн человек), социально-экономических – 45,7 % населения (1,9 млн человек). Под воздействием комплексной химической нагрузки проживает около 79,5 % населения Свердловской области (3,3 млн человек) [19].

Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха городов области являются бензо(а)пирен, формальдегид, фенол, оксиды азота, аммиак, взвешенные вещества, сернистый ангидрид, свинец; питьевой воды – хлороформ, хлорорганические соединения, железо, марганец, алюминий, кремний, биогенные загрязнители; в аккумулированное химическое загрязнение почвы наибольший вклад вносят кадмий, никель, медь, мышьяк, свинец [18, 24]. На территориях, загрязненных канцерогенными веществами, по данным социально-гигиенического мониторинга в области проживает 2,2 млн человек [18]. По оценкам экспертов прогнозируется вероятность более 7 тыс. случаев онкологических заболеваний в течение всей жизни для жителей 14 крупных промышленных муниципальных образований Свердловской области в результате многосредового воздействия канцерогенных веществ [13, 18, 20].

Определенное неблагоприятное значение имеет радиационное воздействие, которое формируется за счет природного радиационного фона, создаваемого естественными радионуклидами; техногенно измененного радиационного фона, обусловленного возведением зданий на территориях с повышенным уровнем выделения радона, и использованием в строительстве, производственной деятельности и быту материалов, с содержанием естественных радионуклидов; деятельности на территории региона предприятий ядерно-энергетического комплекса и атомной промышленности; наличия пунктов временного захоронения радиоактивных материалов и пунктов захоронения радиоактивных отходов; последствий радиоактивного загрязнения территории в результате радиационных аварий и деятельности предприятий по обогащению и переработке минерального сырья с высоким содержанием естественных радионуклидов; глобальных выпадений искусственных радионуклидов, деятельности НИИ и других организаций, использующих источники ионизирующих излучений. Кроме того, по-прежнему важнейшими источниками формирования дозы облучения населения остаются медицинские диагностические и лечебные радиологические процедуры (до 14,1 % общей дозы) [17–19].

Неблагоприятные санитарно-гигиенические показатели состояния среды обитания и производственной среды, наряду с влиянием социально-экономических факторов, обусловили устойчивые негативные тенденции в состоянии здоровья населения. Наряду с этим проблема ЗНО является одной из приоритетных для Свердловской области и характеризуется высокими уровнями онкологической заболеваемости, инвалидности и смертности населения, в первую очередь трудоспособного возраста. Злокачественные новообразования в качестве причины смерти всего населения и трудоспособного населения с 2010 г. стоят на втором месте (17,4 и 11,6 % соответственно) после болезней системы кровообращения, опережая травмы и отравления. В структуре смертности трудоспособного возраста смертность от ЗНО снизилась и достигла к 2019 г. четвертого места (13,3 %) [19].

Характерная тенденция роста числа ЗНО, отмечаемая в России и других регионах мира, наблюдается и в Свердловской области. В 2019 г. зарегистрировано 19 149 новых случаев ЗНО, в том числе 112 случаев у детей. Показатель первичной заболеваемости вырос по сравнению со среднемноголетним уровнем (СМУ) на 16,2 % и на 3,0 % от уровня предыдущего года, составил 444,1 на 100 тыс. населения (рис. 1). На учете в онкологической службе по итогам 2019 г. состоит 2,6 % населения области (в 2018 г. – 2,5 %, в 2012 г. – 1,5 %). По показателю первичной заболеваемости среди всего населения Свердловская область занимает 38-е место среди 85 субъектов Российской Федерации (при ранжировании от наилучшего к наихудшему).

Рис. 1. Динамика заболеваемости и смертности населения Свердловской области от злокачественных новообразований, на 100 тыс. населения

Статистические показатели заболеваемости и смертности от ЗНО рассчитываются, как правило, для области и крупных городов. По отдельным территориям области заболеваемость и смертность может различаться.

Наиболее высокий уровень заболеваемости зарегистрирован на следующих территориях Свердловской области: Асбестовский ГО (608,5), Полевской ГО (608,3), Североуральский ГО (564,8), Малышевский ГО (563,8), Туринский ГО (563,6), ГО Верхний Тагил (550,1), МО город Алапаевск (546,9), МО город Каменск-Уральский (543,7), Арамильский ГО (536,7), Белоярский ГО (535,7), Байкаловский МР (519,5), ГО Первоуральск (512,2), ГО Староуткинск (512,2), Киров-

градский ГО (508,4), Волчанский ГО (507,1), Сысертский ГО (500,1), Нижнесергинский МР (486,7), Качканарский ГО (486,5), ГО Краснотурьинск (485,8), ГО Пелым (485,8), Верхнесалдинский ГО (485,1), Ачитский ГО (478,0), Артемовский ГО (476,5), ГО Красноуфимский, МО Красноуфимский округ (473,4), Новолялинский ГО (472,7), ГО Богданович (471,6), ГО Рефтинский (469,1), город Нижний Тагил (466,3), ГО Сухой Лог (460,1) и другие (рис. 2).

В структуре заболевших злокачественными новообразованиями преобладают женщины – 54,4 %, мужчины составляют 45,6 %.

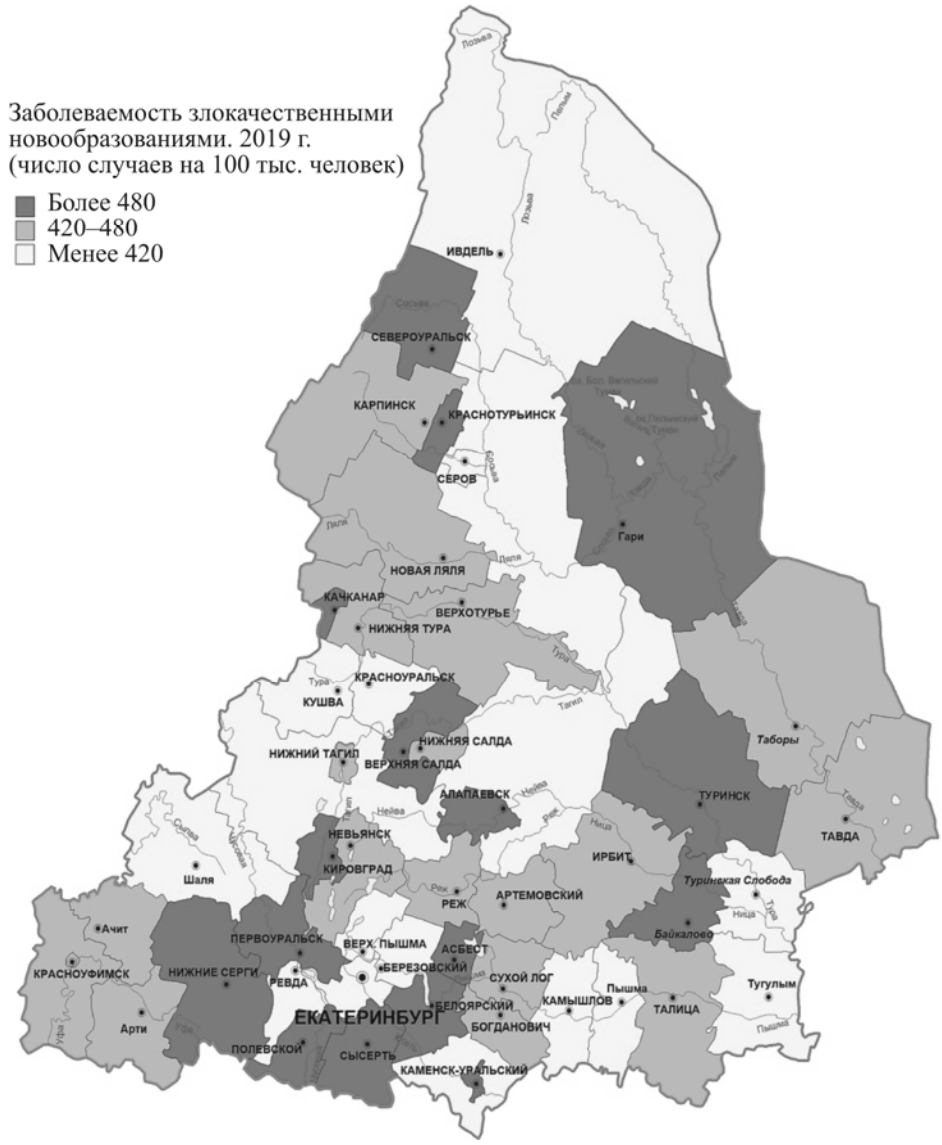


Рис. 2. Ранжирование территорий Свердловской области по уровню первичной онкологической заболеваемости

Структура онкологической заболеваемости в 2019 г.: лидируют рак кожи с меланомой (13,8 %), на второе место с третьего вышел рак молочной железы (10,4 %), на третьем месте – рак легких (9,9 %), далее следует рак ободочной кишки (7,8 %), предстательной железы (6,8 %), рак прямой кишки с седьмого места поднялся до шестого (5,9 %), рак желудка (5,6 %).

Следует отметить принципиальное отличие структур заболеваемости злокачественными новообразованиями 2019 г. и за среднемноголетний период: в среднемноголетней структуре лидируют ЗНО легких – 14,5 %, ЗНО желудка и молочной железы делят второе и третье места – по 10,0 %, далее идут ЗНО кожи – 8,8 %, ободочной кишки – 6,7 %, прямой кишки – 5,9 %.

Постепенное изменение соотношения «смертность к заболеваемости» (с 71,7 % – в 1992 г., 58,8 % – в 2012 г., до 52,7 % – в 2019 г.) связано с улучшением диагностики и обеспечения адекватного лечения лиц с онкологическими заболеваниями в Свердловской области.

В Свердловской области сохраняется положительная динамика увеличения удельного веса случаев впервые установленных диагнозов рака в 1–2-й стадии по сравнению со СМУ на 19,1 % и находится на уровне предыдущего года, удельный вес составил 58,2 % (57,8 % – в 2018 г.). Одновременно снизился удельный вес больных ЗНО с 3-й стадией на 24,7 % от СМУ, но показатель выше уровня предыдущего года на 4,6 % и составляет 18,5 % (против 17,7 % в 2018 г.). Отмечено снижение удельного веса случаев впервые установленных диагнозов рака с 4-й стадией заболевания на 11,7 % от СМУ и на 4,8 % от уровня предыдущего года, удельный вес составил 23,3 % (в 2018 г. – 24,5 %).

Показатель смертности от рака вырос на 7,5 % от СМУ, выше уровня предыдущего года на 5,3 % и составил 234,2 на 100 тыс. населения (231,4 в 2018 г.).

По показателю смертности от злокачественных новообразований среди всего населения Свердловская область занимает 68-е место среди 85 субъектов Российской Федерации (при ранжировании от наилучшего к наихудшему). Следует отметить, что показатель смертности в области значительно превышает уровень, определенный Указом Президента РФ от 07.05.2012 г. № 598 (192,8 случая на 100 тыс. населения).

Необходимо подчеркнуть, что темпы ежегодного прироста заболеваемости и смертности с момента внедрения реализации системы управления риском для здоровья населения снизились на 1,9 и 2,4 % соответственно.

В структуре смертности населения от ЗНО первое место занимает рак трахеи, бронхов, легких (16,6 %), на втором – рак ободочной кишки (8,1 %), на третьем – рак желудка (7,9 %), далее – молочной железы (7,8 %), рак прямой кишки (6,2 %), рак поджелудочной железы (5,6 %).

Показатель одногодичной летальности на 8,5 % выше уровня предыдущего года и составил 26,9 % (24,8 в 2018 г.). В структуре одногодичной летальности лидируют ЗНО трахеи, бронхов, легких – 22,7 %, желудка – 11,8 %, поджелудочной железы – 8,4 %, ободочной кишки – 8,1 %, прямой кишки – 5,6 %, молочной железы – 2,9 %, злокачественные лимфомы – 2,8 %.

Высокие показатели смертности от ЗНО регистрируются на следующих территориях: ГО Верх-Нейвинский (327,1), ГО Нижняя Салда (309,2), Асбестовский ГО (303,5), ГО Рефтинский (298,5), Арамильский ГО (298,2), ГО Карпинск (287,8), МО город Каменск-Уральский (281,8), Малышевский ГО (277,1), ГО Североуральск (275,0), ГО Верхний Тагил (266,9), Невьянский ГО (256,3), Режевской ГО (255,7),

Нижнесергинский МР (254,3), ГО Первоуральск (249,9), Кировградский ГО (248,3), Полевской ГО (247,9), Слободо-Туринский МР (240,9), Бисертский ГО (234,5).

Стоит добавить, что высокие показатели заболеваемости и/или смертности наблюдаются не только в городах и районах с установленной высокой канцерогенной экспозицией, но и на территориях, не имеющих таковых.

По результатам факторно-типологического анализа влияние на распространенность ЗНО преимущественно оказывают санитарно-гигиенические факторы, включающие в себя показатели комплексной химической нагрузки (за счет загрязнения атмосферного воздуха, почв, питьевой воды, радиационной нагрузки), а также факторы, определяющие условия труда. На втором месте по степени влияния находятся социально-экономические факторы, среди которых промышленное развитие территории, социальная напряженность, уровень социального благополучия, в том числе обеспеченность медицинской помощью населения.

В промышленных территориях с высоким уровнем социально-экономического развития (проживает около 3 млн человек) санитарно-гигиенические факторы, главным образом комплексная химическая нагрузка, вносят вклад в заболеваемость и смертность населения от ЗНО. В области более 2 млн человек подвержены воздействию канцерогенных веществ из атмосферного воздуха, питьевой воды, продуктов питания, почв. Результаты оценки риска для населения свидетельствуют, что онкологические риски в связи с многосредовым воздействием на организм мышьяка, кадмия, бенз(а)пирена занимают в ряде городов лидирующие позиции. Следует отметить, что часть населения дополнительно оказывается под влиянием производственных канцерогенных факторов.

В территориях Свердловской области с низким уровнем социально-экономического развития и низким уровнем развития промышленности в формирование заболеваемости и смертности населения от ЗНО вносят вклад социально-экономические факторы. Существенную роль играет уровень оказания медицинской помощи, в частности обеспеченность медицинским персоналом, врачами-онкологами.

По результатам анкетирования больных раком в ряде городов Свердловской области проведена оценка распространенности индивидуальных факторов риска, в качестве примера отмечается высокая распространенность курения среди больных. В городах распространенность курения и его интенсивность выше в группах лиц с установленным диагнозом ЗНО в среднем в 1,9 раза.

Проводимый ежегодно анализ заболеваемости и смертности от ЗНО, факторно-типологический анализ, анализ влияния факторов среды обитания позволяют определить территории риска для проведения комплекса мероприятий по управлению канцерогенными рисками.

Выводы. Общероссийская (как и глобальная) тенденция к росту онкологической заболеваемости и смертности характерна и для Свердловской области. Однако сравнительный анализ заболеваемости и смертности населения разных городов и районов области в сопоставлении с информацией о тех канцерогенных экспозициях, которым оно подвергается, свидетельствует о том, что уровень онкологической заболеваемости не определяется этой экспозицией однозначно. Показано, что территории, на которых известные техногенные источники данной экспозиции наименее выражены, нередко занимают более высокие места по показателям заболеваемости и смертности от ЗНО, чем те, где такие источники имеют высокую мощность. Проводимый анализ заболеваемости и смертности от ЗНО позволяет корректировать ком-

плекс мероприятий по управлению канцерогенными рисками с учетом особенностей муниципальных образований.

Список литературы

1. Аксель Е.М., Двойрин В.В., Трапезников Н.Н. Заболеваемость злокачественными новообразованиями и смертность от них населения стран СНГ в 1995 г. – М., 1996. – 286 с.

2. Биологическая профилактика как система мер, направленных на повышение устойчивости детей к токсическим экспозициям / Б.А. Кацнельсон, Т.Д. Дегтярева, Ю.И. Солобоева, Л.И. Привалова // Системная интеграция в здравоохранении. – 2009. – № 1 (3). – С. 30–34.

3. Волкотруб Л.П., Егоров И.М., Докторова Э.Е. Злокачественные новообразования в республике Алтай // Гигиена и санитария. – 2001. – № 6. – С. 29–32.

4. Гурцевич В.Э. Вирусы, онкогенные для человека // Первичная профилактика рака (информационный бюллетень). – 2006. – № 1 (3). – С. 7–11.

5. Давыдов М.И., Аксель Е.М. Злокачественные новообразования в России и странах СНГ в 2001 году / под. ред. М.И. Давыдова, Е.М. Аксель. – М.: ГУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН, 2016. – 224 с.

6. Двойрин В.В. Статистика злокачественных новообразований в России, 1990 г. – Вестник ОНЦ АМН России. – 1992. – № 4. – С. 3–14.

7. Дерматоглифика и онкологические заболевания / Е.В. Ползик, Б.А. Канцельсон, М.Ю. Якушева [и др.] // Цитология и генетика. – 1994. – Т. 28, № 4. – С. 72–79.

8. Додина Л.Г. Некоторые аспекты влияния антропогенного загрязнения окружающей среды на здоровье населения // Гигиена и санитария. – 1998. – № 3. – С. 48–52.

9. Долл Р., Пито Р. Причины рака. – Киев: Наукова думка, 1984. – 251 с.

10. Заридзе Д.Г. Профилактика – наиболее эффективное направление противораковой борьбы // Практическая онкология. – 2016. – Т. 17, № 4. – С. 213–222.

11. Злокачественные новообразования в России в 1997 г.: оценка уровней заболеваемости и направленности ее трендов / В.И. Чиссов, В.В. Старинский, Л.В. Ременник, Г.В. Петрова [и др.] //Российский онкологический журнал. – 1999. – № 4. – С. 4–18.

12. Ильницкий А.П. Профессионально обусловленная онкологическая заболеваемость в Российской Федерации: анализ проблемы на примере 5-летия (2003–2007 гг.) // Первичная профилактика рака (информационный бюллетень). – 2008. – № 1–2 (7–8). – С. 17–21.

13. Канцерогенный риск для здоровья в старопромышленном регионе. Канцерогенная опасность в различных отраслях промышленности и объектах окружающей среды / А.С. Корнилков, В.Б. Гурвич, Е.А. Кузьмина, Л.И. Привалова [и др.] // Сборник научных трудов 4-го Всероссийского симпозиума с международным участием. – Екатеринбург, 2013. – С. 34–37.

14. Кузьмин С.В., Чеботарькова С.А., Привалова Л.И. Ингаляционный канцерогенный риск в крупном промышленном центе // Канцерогенная опасность в различных отраслях промышленности: сборник научных трудов Всероссийского симпозиума. – Екатеринбург, 2005. – С. 65–67.

15. Медик В.А. Заболеваемость населения: история, современное состояние и методология изучения. – М.: Медицина, 2003. – 512 с.

16. Медико-генетические аспекты злокачественных новообразований / Р.Ф. Гарькавцева, Е.Н. Сотникова, Т.П. Казубская, Л.В. Акуленко [и др.] // Онкология. – 1990. – № 2. – 77 с.

17. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Свердловской области в 2004 году: Государственный доклад. – Екатеринбург, 2005. – С. 62–66.

18. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2012 году: Государственный доклад. – Екатеринбург, 2013. – 227 с.

19. О состоянии санаторно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2019 году: Государственный доклад. – Екатеринбург, 2020. – 254 с.

20. Оценка многосредового риска для здоровья населения, проживающего на экологически неблагополучных территориях (опыт Свердловской области) / С.В. Кузьмин, Л.И. Привалова, Б.А. Кацнельсон, В.Б. Гурвич [и др.] // Охрана здоровья населения промышленных регионов: стратегия развития, инновационные подходы и перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. Г.Г. Онищенко. – Екатеринбург, 2009. – С. 83–87.

21. Плисс Г.Б. Канцерогенная безопасность на рубеже XXI века // Профессиональный и экологически обусловленный рак: материалы Всероссийского Пленума комиссии по канцерогенным факторам при Минздраве РФ. – Екатеринбург: УГМА, 2000. – С. 7–8.

22. Применение методов распознавания образов для решения задач экологической эпидемиологии / Б.А. Кацнельсон, Е.В. Ползик, В.С. Казанцев [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 1997. – № 4. – С. 7–11.

23. Профессиональный рак / В.Г. Константинов, П.Г. Симахина, Е.В. Готлиб, А.И. Кузьминых. – М.: Медицина, 1981 – С. 52–55.

24. Региональный план действий по охране окружающей среды для Свердловской области. – Екатеринбург: ОАО «Полиграфист», 1999. – 76 с.

25. Результаты и методологические аспекты оценки канцерогенной опасности субъектов хозяйственной деятельности на примере Свердловской области / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, И.А. Власов [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 4 (241). – С. 6–8.

26. Световой режим, старение и рак / В.Н. Анисимов, И.А. Виноградова, М.Ф. Борисенков, А.В. Букалев [и др.] // Канцерогенная опасность в различных отраслях промышленности и объектах окружающей среды: сборник научных трудов 4-го Всероссийского симпозиума. – Екатеринбург, 2013. – С. 107–109.

27. Сеньчукова М.А., Стадников А.А. О роли бактерий в этиологии и патогенезе злокачественных новообразований // Сибирский онкологический журнал. – 2009. – № 2 (32). – С. 79–85.

28. Смулевич В.Б. Профессия и рак. – М., 2000. – 384 с.

29. Чиссов В.И., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2011 году. – М.: РИИС ФИАН, 2012. – 240 с.

30. Brody J.G., Rudel R.A. Environment pollutants and breast cancer: the evidence from animal and human studies Environment pollutants and breast cancer // Breast Diseases: a Year Book Quarterly. – 2008. – Vol. 19. – P. 17–19. DOI: 10.1289/ehp.6310

31. Cuzick J. Preventive therapy for cancer // Lancet Oncology. – 2017. – Vol. 18, № 8. – P. 472–482. DOI: 10.1016/S1470-2045 (17) 30536-3

32. Estradiol Metabolism: An Endocrine Biomarker for Modulation of Human Mammary Carcinogenesis / N.T. Telang, M. Katdare, H.L. Bradlow, M.P. Osborne // Environmental Health Perspectives. – 1997. – Vol. 105, № 3. – P. 557–564. DOI: 10.1289/ehp.97105s3559

33. Global Cancer Observatory: Cancer Today / J. Ferlay, M. Ervik, F. Lam [et al.]. – Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2020. – 413 p.

34. Liehr J.G. Hormone-associated Cancer: mechanistic similarities between human breast cancer and estrogen-induced kidney carcinogenesis in Hamsters // Environm. Health Perspect. – 1997. – Vol. 105, № 3. – P. 565–569. DOI: 10.1289/ehp.97105s3565

35. Lung cancer attributable to environmental tobacco smoke and air pollution in non-smokers in different European countries: a prospective study / P. Vineis, G. Hoek, M. Krzyzanowski, F. Taglianti [et al.] // Environm. Health. – 2007. – Vol. 6. – P. 7–13. DOI: 10.1186/1476-069X-6-7

36. Merlo D., Fucic A., Gamulin M. Environmental exposure to xenoestrogens and oestrogen related cancers: reproductive system, breast, lung, kidney, pancreas, and brain // Environmental Health. – 2012. – Vol. 11, № 1. – P. 2–9. DOI: 10.1186/1476-069X-11-S1-S8

37. The genetic diversity of helicobacter pylori virulence genes is not associated with gastric atrophy progression / M. Kita, K. Yokota, H. Okada, S. Take [et al.] // Acta Medica Okayama. – 2013. – Vol. 67, № 2. – P. 93–98. DOI: 10.18926/AMO/49667

Особенности заболеваемости детей, проживающих на территориях в зоне влияния предприятий цветной металлургии

О.А. Кобякова, О.Ю. Устинова, В.Г. Макарова

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

Представлены результаты исследования, проведенного с целью изучения структуры заболеваемости детей в возрасте 4–7 лет, проживающих на селитебных территориях в зоне влияния предприятий по производству цветных металлов. Объектами исследования являлись пробы атмосферного воздуха и питьевой воды, данные первичной медицинской документации и клинико-лабораторного обследования детского населения. Формирование групп проводили с учетом близости проживания и пребывания в образовательных учреждениях от источника антропогенного загрязнения. В группу наблюдения включены дети (130 человек), проживающие в непосредственной близости к промышленным предприятиям (до 6,5 км), в группу сравнения – дети, проживающие в рекреационной зоне (51 ребенок). На основании проведенного исследования получены данные, свидетельствующие о формировании участков селитебной территории, на которых кратность превышения $ПДК_{сс}$ по взвешенным веществам, фтористым соединениям, формальдегиду, фенолу в атмосферном воздухе составляет от 1,89 до 43,6 раза, а в питьевой воде – от 1,25 до 42,2 раза по алюминию, никелю и мар-

ганцу. Содержание химических соединений (алюминий, медь, хром, никель, фенол, формальдегид и фторид-ион) в биосредах детей группы наблюдения до 4,2 раза превышало показатели детей группы сравнения. Заболеваемость болезнями органов дыхания, болезнями крови, кроветворных органов и нарушениями, вовлекающими иммунный механизм, болезнями пищеварительной, костно-мышечной и нервной систем у детей, проживающих в зоне техногенного влияния, от 1,4 до 7,0 раза превышала аналогичные показатели детей, проживающих на территории относительного санитарно-гигиенического благополучия. Доказана прямая вероятностная причинно-следственная связь частоты регистрации выявленной патологии от концентрации в биосредах химических веществ (алюминий, медь, хром, никель, фенол, формальдегид и фторид ион), тропных к органам дыхательной, пищеварительной, нервной и костно-мышечной систем.

Ключевые слова: детское население, заболеваемость, производство цветных металлов, объекты окружающей среды.

Одной из приоритетных стратегических задач государства является сохранение и укрепление здоровья детского населения. Наиболее актуальной составляющей ее решения является обеспечение санитарно-гигиенического благополучия и выявление причинно-следственных связей нарушений состояния здоровья с воздействием внешнесредовых факторов [1, 7, 8].

Регионы с размещением крупных алюминиевых производств стабильно входят в список «Приоритетные города России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы» [12].

Согласно данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году» удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов загрязняющих веществ на территориях с развитой промышленностью в 1,5 раза (и более) выше, чем на территориях относительного санитарно-гигиенического благополучия, что вносит существенный вклад в дополнительную заболеваемость и смертность населения в субъектах Российской Федерации. Более 80 млн человек (55,4 % населения) в 53 субъектах Российской Федерации подвержены долговременному, непрерывному и многокомпонентному влиянию неблагоприятных факторов среды обитания [6, 7].

Территории с размещением крупных промышленных предприятий по производству алюминия характеризуются стабильно высоким количеством проб (до 50 %) атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов от 1,3 до 19,4 $ПДК_{сс}$ по содержанию взвешенных веществ, содержащих никель, хром (VI), медь, марганец, алюминий, формальдегид, фенол, бенз(а)пирен, фтористые соединения. Доля проб с превышением $ПДК_{сс}$ в 5 раз и более составляет от 1,4 до 2,6 %. Однако нормативов, регулирующих выбросы тонкодисперсных частиц $PM_{2.5}$, PM_{10}, пока не разработано [6, 7, 9–11].

По многочисленным данным литературы минимального порога загрязненности, который бы не оказывал влияние на здоровье, не существует. Установлено, что при хронической многосредовой полиметалльной нагрузке в 1,2–1,6 раза увеличивается число детей с отклонениями в физическом развитии (дефицит массы тела до 16,5 %). Установлена статистически достоверная прямая вероятностная причинно-следственная связь нарушений физического развития с повышением содержания в крови марганца, никеля и хрома. Повышенное (в 1,3–9,4 раза относительно референтного уровня и группы сравнения) содержание свинца, марганца, никеля и хро-

ма в биосредах детей оказывает негативное влияние на центральную и вегетативную нервную систему, нарушает белково-синтетические процессы в печени, формирует ранние сдвиги гипоталамо-гипофизарной регуляции с последующим нарушением показателей физического развития [4, 13].

Длительное пребывание в условиях загрязнения воздуха химическими веществами техногенного происхождения приводит к более высокому уровню заболеваемости ОРВИ, превышению тяжелых и осложненных форм респираторной патологии и болезней нервной системы в 1,4–2,5 раза по сравнению со сверстниками, проживающими в условиях санитарно-гигиенического благополучия.

1. Респираторная система организма, являясь первичным защитным барьером, одной из первых реагирует на воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды, обусловливая высокую распространенность заболеваний органов дыхания. В силу морфофункциональной незрелости иммунных механизмов, интенсивности метаболических процессов, наличия критических периодов роста дети являются наиболее уязвимой категорией населения.

Проведенными ранее исследованиями было установлено, что на селитебных территориях, расположенных в зоне влияния предприятий алюминиевого производства существующее качество атмосферного воздуха формирует неприемлемый риск развития неканцерогенных эффектов со стороны органов дыхания, системы крови, ЦНС, костной системы, печени, почек (*HI* до 33,4). У детей, проживающих в зоне экспозиции факторов риска, выявляется повышенное содержание марганца, никеля, хрома в крови; алюминия, фторид-иона в моче и достоверные отклонения лабораторных показателей относительно аналогичных данных у детей, проживающих в рекреационной зоне. Установленные негативные эффекты у детей, доказательно связанные с повышенным содержанием токсичных веществ в биосредах, подтверждаются наличием более высокого уровня распространенности функциональных расстройств вегетативной и центральной нервной системы в 5,5 раза, болезней органов дыхания – в 2,9 раза, болезней костно-мышечной системы – в 1,3–1,5 раза [8].

2. Сибирский регион является основной площадкой производства цветных металлов (никель, алюминий, ванадий). По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2019 г.» на данной территории в структуре впервые выявленной заболеваемости у детей заболевания органов дыхания составили 59,5 %, а уровень общей и первичной заболеваемости превысил соответствующие значения рекреационной территории в 1,6–1,9 раза ($p < 0,05$) [6, 7].

В связи с изложенным выше актуальным является выявление негативного влияния аэрогенных факторов риска, установление причинно-следственных связей нарушений состояния здоровья детей, обусловленных хозяйственной деятельностью предприятий по производству цветных металлов [3, 5].

Цель исследования – изучить структуру заболеваемости детей, проживающих и посещающих детские дошкольные образовательные учреждения в зоне влияния предприятий цветной металлургии, выявить и оценить связь нарушений здоровья детей с аэрогенным воздействием приоритетных химических факторов риска.

Материалы и методы. Объект исследования – среда обитания (пробы атмосферного воздуха, питьевой воды), данные первичной медицинской документации и клинического обследования детей в возрасте 4–7 лет.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха, питьевой воды изучаемых территорий (2016–2019 гг.) выполнена специалистами территориального ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» по данным мониторинговых наблюдений и натурных исследований.

Для объективной оценки влияния внешнесредовых факторов на уровень заболеваемости детей углубленным обследованием было охвачено 130 детей, в том числе 73 мальчика и 57 девочек (группа наблюдения), постоянно проживающих в селитебной застройке в непосредственной близости от производственной площадки (от 2,6 до 6,5 км). В группу сравнения были включены дети, проживающие на территории рекреационного плана, характеризующуюся относительным санитарно-гигиеническим благополучием (51 ребенок, в том числе 22 мальчика и 29 девочек). Все дети с рождения проживали и посещали детские образовательные учреждения на территории исследования. Выборки были сопоставимы по гендерно-возрастному составу, социально-бытовым критериям, материальному обеспечению, по частоте и характеру вредных привычек и профессиональных вредностей у родителей ($p = 0{,}12–0{,}18$). Химико-аналитическое исследование биосред на содержание загрязняющих веществ (в крови: алюминий, марганец, хром, медь, никель, фенол, формальдегид; в моче: алюминий, фторид-ион) осуществляли в соответствии с действующими методическими указаниями (заведующая лабораторией – д-р мед. наук Т.С. Уланова). Все проведенные исследования выполнены с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1975 г. с доп. 1983 г.), и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP) [2].

Моделирование зависимости «концентрация в биосредах химических веществ – частота регистрации различных нозологических форм» выполнялось методом корреляционно-регрессионного анализа с проверкой статистических гипотез относительно параметров модели. Статистическая обработка результатов социологических исследований была выполнена 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 $p \leq 0{,}05$. Статистическая и математическая обработка данных выполнены в отделе математического моделирования систем и процессов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (заведующий отделом – канд. техн. наук Д.А. Кирьянов) [6].

Результаты. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха показала, что в атмосферном воздухе территории проживания детей группы наблюдения установлено превышение гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха по содержанию алюминия – до 1,16 $ПДК_{сс}$, взвешенных веществ – до 43,6 $ПДК_{сс}$, взвешенных веществ PM_{10} – до 8,92 $ПДК_{сс}$, фтористых соединений газообразных – до 5,48 $ПДК_{сс}$, формальдегида – до 5,1 $ПДК_{сс}$, фенола – до 7,0 $ПДК_{сс}$ при этом удельный вес проб, превышающих ПДК, составил 5,4–7,6 %.

На территории сравнения аналогичные показатели были ниже в 1,7–10,6 раза и характеризовались незначительным превышением $ПДК_{сс}$. Содержание взвешенных частиц определялось на уровне до 1,18 $ПДК_{сс}$, взвешенных веществ PM_{10} – до 2,56 $ПДК_{сс}$, фтористых соединений газообразных – до 3,72 $ПДК_{сс}$, формальдегида – до 1,89 $ПДК_{сс}$, фенола – до 4,16 $ПДК_{сс}$.

Сравнительная гигиеническая оценка качества подземной питьевой воды на территории наблюдения позволила установить несоответствие гигиеническим нормативам концентрации марганца (до 42,2 ПДК), никеля (до 2,95 ПДК). В то же время на территории сравнения в питьевой воде наблюдалось превышение гигиенических нормативов лишь по содержанию гидроксибензола (фенола) до 1,1 ПДК.

Сопоставительный анализ результатов исследования биосред детей группы наблюдения показал статистически достоверные различия с группой сравнения по среднему содержанию в крови алюминия (соответственно $0{,}0372 \pm 0{,}0071$ и $0{,}0217 \pm 0{,}006$ мг/дм^3, $p < 0{,}01$), меди ($0{,}858 \pm 0{,}025$ против $0{,}735 \pm 0{,}070$ мг/дм^3, $p < 0{,}01$), никеля ($0{,}0039 \pm 0{,}0005$ против $0{,}0021 \pm 0{,}0007$ мг/дм^3, $p < 0{,}01$), хрома ($0{,}0040 \pm 0{,}0003$ против $0{,}0035 \pm 0{,}0002$ мг/дм^3, $p = 0{,}04$), фенола ($0{,}062 \pm 0{,}025$ против $0{,}029 \pm 0{,}004$ мг/дм^3, $p = 0{,}02$) с кратностью превышения 1,2–1,9 раза (табл. 1). Доля проб крови с повышенным содержанием химических соединений от общего количества исследованных проб составила от 32,0 % (по алюминию) до 65,3 % (по фенолу). У детей группы наблюдения в 32,0 % проб крови зарегистрировано повышенное содержание марганца относительно показателей группы сравнения, однако статистически значимых межгрупповых различий не установлено. Сравнительный анализ также показал, что средние концентрации никеля и хрома у детей группы наблюдения в 3,9–4,0 раза превысили референтный предел в крови ($RL = 0{,}001$ мг/дм^3).

Таблица 1

Сравнительный анализ содержания химических соединений в биосредах детей группы наблюдения и группы сравнения, мг/дм^3

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	p
Алюминий [кровь]	$0{,}0372 \pm 0{,}0071$	$0{,}0217 \pm 0{,}0060$	<0,01
Хром [кровь]	$0{,}0040 \pm 0{,}0003$	$0{,}0035 \pm 0{,}0002$	0,04
Медь [кровь]	$0{,}8580 \pm 0{,}0250$	$0{,}7350 \pm 0{,}0700$	<0,01
Никель [кровь]	$0{,}0039 \pm 0{,}0005$	$0{,}0021 \pm 0{,}0007$	<0,01
Фенол [кровь]	$0{,}0620 \pm 0{,}0250$	$0{,}0290 \pm 0{,}0040$	0,02
Формальдегид [кровь]	$0{,}0530 \pm 0{,}0040$	$0{,}0400 \pm 0{,}0070$	0,04
Алюминий [моча]	$0{,}0270 \pm 0{,}0050$	$0{,}0064 \pm 0{,}0016$	<0,01
Фторид-ион [моча]	$0{,}5880 \pm 0{,}0770$	$0{,}3730 \pm 0{,}0780$	<0,01

Примечание: p – достоверность различий между показателями группы наблюдения и группы сравнения.

При сравнении результатов исследования мочи детей обеих групп в группе наблюдения было выявлено превышение средней концентрации алюминия в 4,2 раза относительно аналогичного показателя у детей группы сравнения ($0{,}027 \pm 0{,}005$ и $0{,}0064 \pm 0{,}0016$ мг/дм^3 соответственно, $p = 0{,}0001$), а также референтных значений концентрации алюминия (*RfL* алюминия в моче $0{,}0065 \pm 0{,}0035$ мг/дм^3, $p = 0{,}0001$).

Средняя концентрация фторид-иона в группе наблюдения в 1,6 раза превышала показатель группы сравнения ($0{,}588 \pm 0{,}077$ против $0{,}373 \pm 0{,}078$ мг/дм^3, $p = 0{,}0001$) и в 3,0 раза референтный уровень (0,2 мг/дм^3, $p = 0{,}0001$). Частота регистрации проб мочи с повышенным уровнем алюминия составила 67,2 %, фторид-иона – 62,8 % (см. табл. 1).

Сопоставительный анализ результатов клинического обследования детей показал, что в структуре классов болезней у детей, проживающих на территории санитарно-гигиенического неблагополучия, приоритетное место занимали болезни органов дыхания, второе место принадлежало патологии органов пищеварения, третье место – болезням костно-мышечной системы, на четвертом месте – болезни нервной системы, на пятом – болезни системы кровообращения. У детей группы сравнения доминировали болезни органов пищеварения, на втором месте регистрировались болезни эндокринной системы, третье, четвертое и пятое места соответственно принадлежали болезням органов дыхания, системы кровообращения и нервной системы. Болезни крови, кроветворных органов и нарушения, вовлекающие иммунный механизм, во всех трех группах занимали шестое место (табл. 2).

Таблица 2

Ранжирование приоритетных классов болезней у обследованных детей

Класс болезней (МКБ-10)	Группа наблюдения	Группа сравнения
Болезни системы кровообращения (I34.1; I45; Q24.9)	5	4
Болезни органов дыхания (J06.9, J00.0, J00.1, J00.2, J30.1; J30,3; J31.0; J31.2; J32.9, J35,0; J35,1, J35,2, J39.3, J44; J45,0)	1	3
Болезни органов пищеварения (K29.2; K30, K75.2; K76.8; K83.9, D18)	2	1
Болезни нервной системы функционального характера (G90.8; G93.8)	4	5
Болезни эндокринной системы (E01.0; E01.2; E02; E04; E07, E03.1, E03.9, E04.1, E67.8, E66.8, E46, E34.8)	6	2
Болезни опорно-двигательного аппарата (M21.9, M43.9, M02.9)	3	7

Сравнительная оценка результатов клинического обследования показала, что болезни органов дыхания диагностированы в группе наблюдения у 94,6 % детей, тогда как в группе сравнения заболевания органов дыхания встречались в 1,7–1,8 раза реже (52,9 %, $p \leq 0{,}01$). Установлена вероятность увеличения частоты выявления заболеваний верхних дыхательных путей от концентрации в крови фенола ($R^2 = 0{,}68$; $p \leq 0{,}001$), меди ($R^2 = 0{,}25$; $p \leq 0{,}001$), хрома ($R^2 = 0{,}28$; $p \leq 0{,}001$), формальдегида ($R^2 = 0{,}28$; $p \leq 0{,}001$), никеля ($R^2 = 0{,}32$; $p \leq 0{,}001$) (табл. 3, рис. 1, 2).

Сопоставительный анализ структуры нозологий болезней органов дыхания показал, что в группе наблюдения в 2,1 раза чаще, чем в группе сравнения (40,0 и 19,6 % соответственно), диагностировались заболевания, в этиопатогенезе которых ведущую роль играют механизмы аллергического воспаления, при этом различия имели статистическую значимость ($p = 0{,}01$).

Установлена вероятностная связь повышения частоты аллергических заболеваний верхних дыхательных путей у детей, обусловленная увеличением концентрации в крови формальдегида ($R^2 = 0{,}37$; $p \leq 0{,}001$), марганца ($R^2 = 0{,}48$; $p \leq 0{,}001$), меди ($R^2 = 0{,}44$; $p \leq 0{,}001$), никеля ($R^2 = 0{,}32$; $p \leq 0{,}001$), и хрома ($R^2 = 0{,}24$; $p \leq 0{,}001$), алюминия в моче ($R^2 = 0{,}31$, $p \leq 0{,}001$) (см. табл. 3, рис. 2).

Следует отметить, что в группе наблюдения в 1,9 раза чаще диагностировались хронические воспалительные лимфопролиферативные заболевания органов дыхания: у 40,8 % детей группы наблюдения против 21,6 % – в группе сравнения, что также имело статистически значимые различия ($p < 0{,}05$). Установлена зависимость частоты диагностики данной патологии от концентрации марганца в крови ($R^2 = 0{,}24$; $p \leq 0{,}001$) и фторид-иона в моче ($R^2 = 0{,}31$; $p = 0{,}004$) (табл. 3).

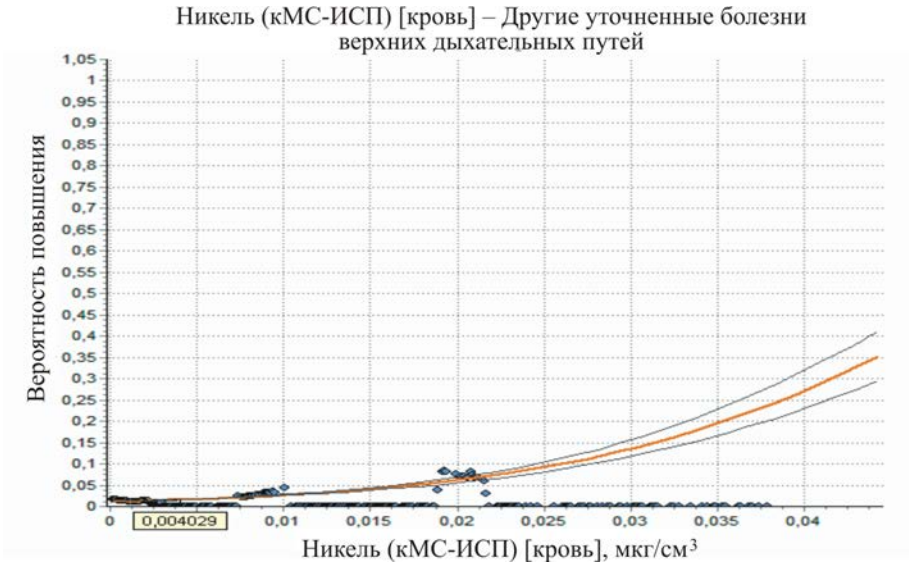


Рис. 1. Модель зависимости «Концентрация никеля в крови – другие уточненные болезни верхних дыхательных путей»

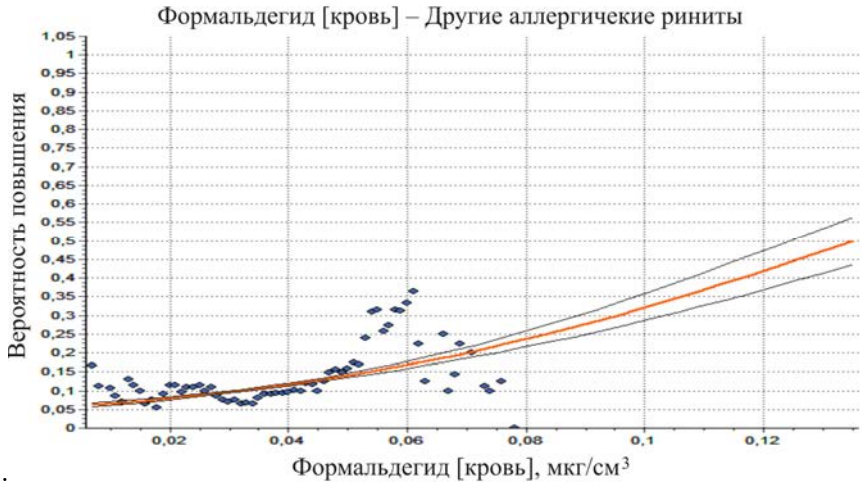


Рис. 2. Модель зависимости «Концентрация формальдегида в крови – другие аллергические риниты»

В группе наблюдения практически у каждого второго ребенка (40,8 %) регистрировались хронические воспалительные заболевания органов дыхания, что в 5,2 раза превышало аналогичный показатель группы сравнения (7,8 %, $p \leq 0{,}01$). Установлена связь повышения частоты выявления хронического фарингита с увеличением концентрации в крови меди ($R^2 = 0{,}39$; $p = 0{,}005$); алюминия ($R^2 = 0{,}29$, $p < 0{,}01$) и фторид-иона в моче ($R^2 = 0{,}31$; $p \leq 0{,}001$) (см. табл. 3).

Таблица 3

Параметры моделей зависимости «Частота диагностики заболеваний – концентрация химических веществ в биосредах» для детей

Химическое вещество (биосреда)	Параметры модели				Критерий Фишера, F	Достоверность модели, $p \le 0,05$	Коэффициент детерминации, R^2
	b_0	ошибка	b_1	ошибка			
Болезни органов дыхания							
Алюминий (моча)	–0,31	0,001	10,376	0,811	132,80	0,0001	0,36
Медь (кровь)	–1,77	0,034	2,0	0,049	82,35	0,0001	0,25
Никель (кровь)	0,47	0,003	162,28	269,7	97,63	0,0001	0,32
Заболевания органов дыхания аллергической этиологии							
Алюминий (моча)	–2,649	0,001	13,65	2,20	84,36	0,0001	0,31
Медь (кровь)	–5,801	0,068	3,934	0,09	157,88	0,0001	0,44
Марганец (кровь)	–3,306	0,004	90,13	44,93	180,80	0,0001	0,48
Лимфопролиферативные заболевания органов дыхания							
Фторид-ион (моча)	–0,679	0,001	0,445	0,002	89,59	0,0001	0,25
Алюминий (моча)	–0,539	0,001	6,362	0,67	60,38	0,0001	0,20
Хронические воспалительные заболевания органов дыхания							
Алюминий (моча)	–1,027	0,001	12,166	1,497	98,85	0,0001	0,285
Марганец (кроваь)	–0,953	0,001	370,97	2300,43	59,82	0,0001	0,19
Вторичное транзиторное иммунодефицитное состояние							
Алюминий (моча)	–1,304	0,001	6,034	0,579	62,86	0,0001	0,21
Марганец (кровь)	–1,502	0,001	37,463	9,471	148,18	0,0001	0,37
Никель (кровь)	–1,764	0,002	174,18	153,03	198,26	0,0001	0,45
Свинец (кровь)	–1,879	0,004	38,828	17,15	87,86	0,0001	0,26
Заболевания желудка и кишечника							
Алюминий (моча)	–1,437	0,001	5,658	0,788	40,64	0,0001	0,14
Болезни нервной системы функционального характера. Астеновегетативный синдром							
Фенол (кровь)	–0,739	0,0	8,59	0,056	1310,17	0,0001	0,89
Свинец (кровь)	–0,095	0.005	40,17	37,35	43,20	0,0001	0,38
Бензол (кровь)	–0,255	0,0002	6,54	0,023	255,0	0,0001	0,44
Астеноневротический синдром							
Формальдегид (кровь)	–2,136	0,001	12,43	0,332	466,58	0,0001	0,65
Фенол (кровь)	–1,652	0,0	5,601	0,093	337,96	0,0001	0,69
Медь (кровь)	–4,494	0,478	4,868	0,867	27,33	0,0001	0,29
Нарушение процессов развития							
Медь (кровь)	–3,626	0,025	1,795	0,036	88,89	0,0001	0,26

Более половины обследованных детей группы наблюдения (59,2 %) имели клинико-лабораторные проявления вторичной транзиторной иммунной недостаточности, в то время как в группе сравнения данный вид патологии встречался в 2,3 раза реже и был установлен лишь у каждого четвертого ребенка (25,5 %, $p \le 0,01$). Синдром гиперчувствительности верхних дыхательных путей как показатель иммунологической нестабильности слизистых диагностирован у детей группы наблюдения в 1,9 раза чаще (20,8 %), чем у детей группы сравнения (11,8 %), однако показатели не имели статистически значимых различий. Негативное влияние химических факторов окружающей среды подтверждено зависимостью количества

случаев выявленных иммунодефицитных состояний от концентрации в крови никеля и формальдегида (R^2 = 0,45–0,69; $p \leq 0,001$) (табл. 3).

У детей группы наблюдения в 1,5 раза чаще выявлялись клинические признаки патологии нервной системы функционального и органического характера, чем у детей группы сравнения (66,2 и 43,1 % соответственно, $p < 0,01$). При этом в структуре нозологических форм в группе наблюдения в 1,3 раза чаще, чем у детей группы сравнения, диагностирован астеноневротический синдром, дизартрия. У 2,3–5,4 % детей имелись проявления неврозоподобного синдрома, синдрома навязчивых движений, энурез, задержка речевого развития при отсутствии аналогичной патологии у детей группы сравнения. Установлена вероятность повышения частоты выявления у детей вегетативных и невротических расстройств от концентрации в крови формальдегида (R^2 = 0,65, $p < 0,01$), фенола (R^2 = 0,69–0,89, $p < 0,01$) и алюминия (R^2 = 0,31–0,68; $p \leq 0,001$) (табл. 3).

Обращал на себя внимание высокий уровень распространенности патологии желудочно-кишечного тракта: у детей, проживающих в зоне влияния предприятия по производству алюминия, данный показатель составлял 93,8 %, что 1,4 раза выше, чем у детей группы сравнения (68,6 %, $p < 0,01$). Определена зависимость между частотой выявления болезней органов желудочно-кишечного тракта и концентрацией в крови меди (R^2 = 0,17; $p \leq 0,001$), алюминия в моче (R^2 = 0,14–0,29, $p < 0,01$). Среди нозологических форм доминировали функциональные дискинетические нарушения как желчного пузыря и протоков, так и пищеварительного тракта. Клинико-функциональные нарушения моторики билиарного тракта (К 83.9) установлены у 69,2 % детей группы наблюдения, однако различия в частоте встречаемости данной патологии в группе сравнения не достигали статистической значимости (56,9 %, $p = 0,1$). В то же время распространенность функциональных заболеваний желудка и кишечника в группе наблюдения была в 2,0 раза выше (27,7 и 13,7 % соответственно) и имела достоверные отличия от аналогичного показателя группы сравнения ($p = 0,04$). Установлена зависимость частоты выявления у детского населения заболеваний желчевыводящих путей от концентрации в крови марганца (R^2 = 0,27; $p \leq 0,001$), никеля (R^2 = 0,20; $p \leq 0,001$), меди (R^2 = 0,21; $p \leq 0,001$) (табл. 3).

У 82,3 % детей группы наблюдения диагностировались заболевания костно-мышечной системы (М 21.9, М 43.9, М 02.9), при этом кратность превышения относительно группы сравнения (11,8 %) составила 6,9 раза, что имело статистически достоверные различия ($p \leq 0,01$). В структуре нозологий у обследованных детей группы наблюдения достоверно чаще, чем у детей, проживающих в рекреационной зоне, выявлялись патология позвоночника (М 43.9) (72,2 и 11,8 % соответственно, $p \leq 0,01$) и стопы (М 21.9) (23,8 и 3,9 % соответственно, $p = 0,02$). Выявлена зависимость частоты регистрации данных нозологических форм от концентрации в моче фторид-иона (R^2 = 0,32; $p \leq 0,001$) (табл. 3).

Выводы. На селитебных территориях, расположенных в зоне влияния предприятия по производству цветных металлов, установлено превышение гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха по алюминию, формальдегиду, фтористым соединениям, фенолу, бенз(а)пирену, взвешенным веществам до 43,0 $ПДК_{сс}$; питьевой воды – по алюминию, никелю и марганцу до 42,2 ПДК.

В биосредах детей, проживающих в условиях существующего качества атмосферного воздуха, формируемого хозяйствующими объектами по производству

цветных металлов, выявлено превышение содержания химических соединений (алюминий, медь, марганец, хром, никель, фенол, формальдегид и фторид ион) до 4,2 раза относительно аналогичных показателей детей, проживающих в рекреационной зоне в условиях относительного санитарно-гигиенического благополучия.

Контаминация биосред химическими соединениями, характерными для выбросов предприятий по производству цветных металлов, формирует у детей, проживающих на селитебных территориях, в 2,0–8,0 раз большую, распространенность аллергических, хронических воспалительных и лимфопролиферативных заболеваний органов дыхания; в 1,9–2,3 раза – вторичных иммунодефицитных состояний; в 1,4 раза – заболеваний желудочно-кишечного тракта; в 6,5–7,0 раза – заболеваний костно-мышечной системы; в 1,5–1,6 раза – функциональных болезней нервной системы.

Доказана зависимость частоты выявления патологии дыхательной, иммунной, пищеварительной, нервной и костно-мышечной систем от концентрации в биосредах химических веществ (алюминий, медь, марганец, хром, никель, фенол, формальдегид и фторид ион) ($R^2 = 0{,}17–0{,}69$, $p < 0{,}001$).

Список литературы

1. Березин И.И., Сергеев А.К. Загрязнение атмосферного воздуха как фактор развития болезней дыхательной системы // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 1 (298). – С. 7–10.

2. ГОСТ-Р 52379-2005. Надлежащая клиническая практика: национальный стандарт РФ. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию метрологии, 2005. – 39 с.

3. Здоровье-2020: основы европейской политики и стратегии для XXI века // Всемирная организация здравоохранения. – 2013. – 221 с.

4. Нарушение физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровнего загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами на примере Пермского края / К.П. Лужецкий, ОЮ. Устинова, А.Ю. Вандышева [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 70–75.

5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Иркутской области в 2019 году: Государственный доклад. – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области, 2020. – 333 с.

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2019 г.: Государственный доклад. – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2017. – 313 с.

7. 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, 2020. – 299 с.

8. Оценка аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов на здоровье детского населения в зоне влияния предприятий по производству алюминия / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 68–75.

9. Производство алюминия: информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2016. – 156 с.

10. Просвирякова И.А., Шевчук Л.М. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 14–22.

11. 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.

12. Список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха [Электронный ресурс] // Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова. – URL: http://www.voeikovmgo.ru/index.php?id=681&lang=ru (дата обращения: 21.02.2018).

13. The determinants of lead and cadmium blood levels for preschool children from industrially contaminated sites in Poland / M. Kowalska, El. Kulka, W. Jarosz [et al.] // Int J Occup Med Environ Health. – 2018. – Vol. 31, № 3. – P. 351–359. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.01153

Анализ заболеваемости детей геохимической провинции (Южный Урал)

И.Н. Семенова, Ю.С. Рафикова, Р.Ф. Хасанова, Г.Р. Ильбулова, Я.Т. Суюндуков

Сибайский филиал ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», г. Сибай, Россия

Проведено сравнительное изучение заболеваемости детского населения геохимической провинции Южного Урала на территории Республики Башкортостан, проживающего в районах, различающихся по уровню промышленного производства, за период 2000–2019 гг. путем ретроспективного анализа официальных данных Министерства здравоохранения Республики Башкортостан. Отмечается более интенсивный рост заболеваемости подростков от 15 до 17 лет по сравнению с заболеваемостью детей в возрасте от 0 до 14 лет. Первичная и общая заболеваемость детского населения в районах с выраженным воздействием техногенных факторов статистически значимо выше, чем в районах с отсутствием крупного промышленного производства. Первые три места в структуре заболеваемости детей и подростков в 2019 г. занимали болезни органов дыхания, травмы и отравления, болезни органов пищеварения.

Ключевые слова: дети, подростки, заболеваемость, геохимическая провинция.

В настоящее время считается, что здоровье населения определяется следующими факторами: наследственностью, экономической обеспеченностью и уровнем меди-

цинского обслуживания, состоянием окружающей среды, образом жизни людей [2, 4]. Социально-экономическое благополучие населения зависит от уровня развития промышленного производства, однако на территориях с крупными промышленными предприятиями ухудшается экологическое состояние, изменяются физические, химические, биологические и др. свойства окружающей среды, что приводит к формированию антропобиогеохимических зон, провинций, отдельных экологически опасных для человека локусов. Ответные реакции организма человека на то или иное экологическое неблагополучие проявляются как заболевания. В результате акценты в экологических исследованиях, оценочных критериях смещаются от оценки воздействия различных токсикантов техногенного происхождения к изучению структуры и динамики заболеваемости населения [3].

В восточной части Республики Башкортостан (РБ), расположенной на Южном Урале, находится геохимическая провинция, которая отличается разнообразием как природно-климатических, так и социально-экономических условий. Площадь этой территории составляет почти треть всей площади РБ. Природно-техногенная, геохимически аномальная (с избытком многих металлов) территория с уникальными природно-климатическими особенностями (горным рельефом и наличием степных экосистем, богатством типов почв), высокой «облесенностью» 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. На территории Баймакского района расположены отработанные карьеры. Другие же районы, расположенные на данной территории (Абзелиловский, 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 в окрестностях горно-обогатительных комбинатов РБ является повышенным [1, 6, 9, 12, 14–17].

Состояние окружающей среды оказывает влияние на здоровье населения [10, 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 по сравнению 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 исследования явилось изучение заболеваемости детского населения муниципальных районов, расположенных на востоке и юго-востоке РБ, и ее структуры за период 2000–2019 гг.

База данных, включающая сведения о заболеваемости населения, сформирована на основе материалов (2000–2019 гг.) официальной отчетности Медицинского информационно-аналитического центра Республики Башкортостан. Статистический анализ выполнялся с использованием программы Statistica 6.0.

Результаты. В исследования включены муниципальные районы и города, различающиеся по уровню техногенного воздействия на окружающую среду, которые разделили на две группы (табл. 1). Территория первой группы составляла 41,3 %, второй – 58,7 % от общей площади региона. Общая численность населения районов, включенных в первую группу, составляла 23,9 %, а включенных во вторую группу – 76,1 % от общей численности населения исследуемого региона.

Таблица 1

Площадь и численность населения муниципальных районов Зауральской зоны РБ [13]

Наименование района	Площадь территории		Численность населения (на 01.01.2020 г.)	
	км^2	%	тыс. чел.	%
Группа 1 (районы с отсутствием крупного промышленного производства)				
Абзелиловский	4300	9,9	44,386	10,6
Бурзянский	4442	10,3	16,636	4,0
Зианчуринский	3342,3	7,7	24,573	5,9
Зилаирский	5773	13,3	14,602	3,5
Всего	17857,3	41,3	100,197	23,9
Группа 2 (районы, на территории которых расположены горнорудные и горно-металлургические предприятия				
Хайбуллинский	3911	9,0	29,959	7,2
Баймакский	5432	12,6	55,153	13,2
Белорецкий	11345	26,2	101,3	24,2
г. Сибай	157	0,4	61,817	14,8
Учалинский	4549	10,5	69,935	16,7
Всего	25394	58,7	318,164	76,1
Итого по группам 1 и 2	43251,3	100,0	418,361	100,0

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 2019 г. наибольшая рождаемость была выявлена в Бурзянском районе (18,6, в 2013 г. – 22,5) при среднереспубликанском уровне, равном 10,3. Наименьший коэффициент рождаемости в 2019 г. из всех изученных муниципальных образований был отмечен в г. Сибай (9,9).

Среди исследуемых районов наименьшим показателем смертности (количество умерших на 1000 человек) характеризовался Бурзянский район (9,5), наиболее высоким – Белорецкий район (15,6) при среднереспубликанском уровне, равном 12,1.

Показатель младенческой смертности (число умерших детей в возрасте до года на 1000 родившимися живыми) в 2019 г. был наибольшим в г. Сибай (12,4) при среднереспубликанском уровне, равном 6,1.

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 до 35,6 в 2019 г., аналогичная этим цифрам и обеспеченность населения средним медицинским персоналом. В г. Сибай за 20 лет произошло снижение количества врачей на 8,6 % (в 2000 г. – 33,0 на 10 тыс. населения; в 2019 г. – 28,4). Наименьшее обеспечение врачебными кадрами в 2019 г. наблюдается в Хайбуллинском районе – 14,2

на 10 тыс. населения. В 2019 г. в РБ отмечено снижение показателя обеспеченности больничными койками до 72,9 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 два раза и более ниже среднереспубликанских значений (табл. 2).

Таблица 2

Обеспеченность населения врачами, средним медперсоналом, больничными койками в 2019 г.

Группа	Район	Количество врачей, на 10 тыс. населения	Количество средних медработников, на 10 тыс. населения	Обеспеченность населения койками
1	Абзелиловский	19,5	75,3	43,3
	Бурзянский	21,7	92,8	34,3
	Зианчуринский	24,0	94,5	48,8
	Зилаирский	17,9	88,0	39,7
2	Хайбуллинский	14,2	71,3	33,3
	Баймакский	18,3	92,2	42,0
	Белорецкий	25,4	109,0	67,0
	Сибай	28,4	101,5	79,2
	Учалинский	22,7	102,2	63,4
РБ		35,6	92,5	72,9

Анализ статистической отчетности показывает рост как общей, так и первичной среднереспубликанской заболеваемости детей в возрасте 0–14 лет за период 2000–2019 гг. Из исследуемых районов наибольшее увеличение зарегистрировано в Бурзянском и Хайбуллинском районах (табл. 3).

Таблица 3

Рост заболеваемости детей 0–14 лет за период 2000–2019 гг., на 100 тыс. населения

Группа	Район	Общая заболеваемость			Первичная заболеваемость		
		2000 г.	2019 г.	Рост, %	2000 г.	2019 г.	Рост, %
1	Абзелиловский	118928,9	136429,5	14,7	90856,9	101573,4	11,8
	Бурзянский	89477,8	213963,2	139,1	75473,9	184824,4	144,9
	Зилаирский	127109,9	74562,5	-41,3	60415,8	146282,8	142,1
	Зианчуринский	139781,7	134003,3	-4,1	121213	50032,4	-58,7
2	Баймакский	213280,7	147572,9	-30,8	141906	112816,3	-20,4
	Хайбуллинский	137400	305252,5	122,1	91128,6	250894,7	175,3
	Белорецкий	235225,3	196627,8	-16,4	194510	146282,8	75,2
	г.Сибай	266339,7	235810	-11,4	185043	146142,6	-20,9
	Учалинский	207305,3	219022,6	5,7	161525	69833,7	-56,7
РБ		198697,3	212327,3	6,9	146066	162982,5	11,6

Анализ общей и первичной заболеваемости подростков 15–17 лет за период 2000–2019 гг. также показывает рост среднереспубликанских показателей. Из исследуемых районов наибольшее увеличение зарегистрировано в Абзелиловском и Хайбуллинском районах. В то же время в Зилаирском районе выявлено снижение

этого показателя (табл. 4). Отмечается более интенсивный рост заболеваемости подростков 15–17 лет по сравнению с заболеваемостью детей в возрасте от 0 до 14 лет.

Таблица 4

Рост заболеваемости подростков 15–17 лет за период 2000–2019 гг., на 100 тыс. населения

Группа	Район	Общая заболеваемость			Первичная заболеваемость		
		2000 г.	2019 г.	Рост, %	2000 г.	2019 г.	Рост, %
1	Абзелиловский	115861,8	185333,3	60,0	44504,6	136405,8	206,5
	Бурзянский	154709	205835,5	33,0	100211,6	124933,7	24,7
	Зилаирский	207820,6	187722,4	-9,6	108342	85231,3	-21,3
	Зианчуринский	142699,2	251261,4	76,1	88539,8	89606,5	1,2
2	Хайбуллинский	227545,2	274892,1	20,8	51379,6	169974,1	230,8
	Баймакский	171285,2	218803,8	27,7	104683,6	142546,4	36,2
	Белорецкий	189509,4	278478,8	46,9	93289,1	190035,4	103,7
	г. Сибай	253293,9	462984,4	82,8	175760,1	238619,2	35,8
	Учалинский	210390,2	217151	3,2	111424,5	153008,6	37,2
РБ		190010,7	249885,1	31,5	104925,4	145143,6	38,3

Средние показатели общей заболеваемости детей в возрасте до 14 лет в 2000–2019 гг. составили 145 576,5 и 221 806,2 на 100 тыс. детей соответствующего возраста, первичной заболеваемости – 105 840,0 и 158 700,4 в первой и второй группах соответственно. Средние показатели первичной и общей заболеваемости детей первой группы были статистически значимо ниже соответствующих показателей второй группы. Средние показатели общей заболеваемости подростков в 2000–2019 гг. составили 209 486 и 295 357,8, на 100 тыс. детей соответствующего возраста, первичной заболеваемости – 117 925,1 и 161 100,5 в первой и второй группах соответственно (табл. 5). Средние показатели первичной заболеваемости подростков первой группы статистически значимо отличались от соответствующего показателя второй группы.

Таблица 5

Показатели заболеваемости детей за 2000–2019 гг.

Заболеваемость	Средние показатели по РБ	Группа 1	Группа 2
Дети 0–14 лет			
Общая заболеваемость	220603,0	145576,5*	221806,2*
Первичная заболеваемость	164139,0	105840,0*	158700,4*
Подростки 15–17 лет			
Общая заболеваемость	238106,1	209486,1	295357,8
Первичная заболеваемость	137634,9	117925,1*	161100,5*

Примечание: * – выявлено статистически значимое отличие между показателями первой и второй групп (p<0,5).

Первые три места в структуре среднереспубликанской заболеваемости детей и подростков в 2019 г. занимали болезни органов дыхания, травмы и отравления, болезни органов пищеварения. Среди детей обеих групп ранговые места совпадали со среднереспубликанскими. Среди подростков в первой группе на третьем месте

находились болезни глаза и его придаточного аппарата, во второй ранговые места совпадали со среднереспубликанскими. Кроме того, более высокий уровень был отмечен в первой группе по сравнению со второй и со среднереспубликанскими значениями по следующим заболеваниям: мочеполовой системы, уха и сосцевидного отростка, крови, кроветворных органов и отдельным нарушениям, вовлекающим иммунный механизм (табл. 6).

Таблица 6

Доля отдельных заболеваний в первичной заболеваемости детского населения в 2019 г., %

Заболевания	Дети			Подростки		
	средние показатели по РБ	группа 1	группа 2	средние показатели по РБ	группа 1	группа 2
Болезни органов дыхания	65,9	62,5	58,0	49,5	40,4	48,0
Травмы, отравления и некоторые др. последствия воздействия внешних причин	7,9	6,0	8,0	18,8	11,9	12,6
Болезни органов пищеварения	4,1	5,9	5,9	6,0	8,2	10,6
Болезни глаза и его придаточного аппарата	2,9	4,9	3,8	4,9	8,5	6,7
Болезни мочеполовой системы	1,2	2,1	1,3	3,9	6,8	5,5
Болезни нервной системы	2,3	2,5	2,7	3,8	4,4	4,1
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	2,6	0,4	3,2	3,6	2,1	2,9
Болезни уха и сосцевидного отростка	2,8	3,8	4,6	2,9	8,2	4,1
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	0,7	1,3	1,6	2,1	2,2	2,0
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	2,7	1,9	3,1	1,5	0,7	0,7
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	1,5	3,1	2,9	1,2	4,3	1,3
Болезни системы кровообращения	0,1	0,3	0,2	0,9	1,2	0,9
Психические расстройства и расстройства поведения	0,2	0,2	0,2	0,6	0,3	0,5
Новообразования	0,2	0,3	0,1	0,3	0,7	0,2
Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	0,3	0,2	0,6	0,10	0,1	0,0

Выводы. В результате анализа показателей заболеваемости детского населения геохимической провинции Республики Башкортостан за период с 2000 по 2019 г. выявлен рост как общей, так и первичной среднереспубликанской заболеваемости детей в возрасте 0–14 лет за период 2000–2019 гг. Наибольшее увеличение детской заболеваемости зарегистрировано в Бурзянском и Хайбуллинском районах, подростковой – в Абзелиловском и Хайбуллинском районах. Отмечается

более интенсивный рост заболеваемости подростков 15–17 лет по сравнению с заболеваемостью детей в возрасте от 0 до 14 лет. В районах с выраженным воздействием техногенных факторов статистически значимо первичная и общая заболеваемость детского населения выше, чем в районах с отсутствием крупного промышленного производства. Первые три места в структуре заболеваемости детей и подростков в 2019 г. занимали болезни органов дыхания, травмы и отравления, болезни органов пищеварения. Среди подростков в первой группе на третьем месте находились болезни глаза и его придаточного аппарата.

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РФФИ и Правительством Республики Башкортостан научного проекта 19-413-020003 р_а.

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. Щепина, В.А. Медика. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 384 с.

3. Общественное здоровье и здравоохранение, экономика здравоохранения: учебник / 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.]. – 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, А.И. Алтынбаева [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. Биологическая активность как индикатор техногенного загрязнения почв тяжелыми металлами: автореферат дис. … д-ра биол. наук. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2013. – 48 с.

10. 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.

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: статистический сборник. – Уфа: Башкортостанстат, 2020. – 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. – 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 научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения профессора С.Н. Тайчинова. – Уфа: БГАУ, 2001. – С. 63–65.

16. 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.

17. 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).

Использование данных социально-гигиенического мониторинга для оценки качества питьевой воды

Ю.А. Новикова[1], Н.А. Тихонова[1], А.А. Ковшов[1,2], В.Н. Федоров[1]

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

Регулирование качества питьевой воды остается важнейшим направлением охраны здоровья населения. Источниками данных о качестве питьевой воды являются результаты систематических лабораторных исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга (СГМ) и производственного контроля, проводимого ресурсоснабжающими организациями. Однако дальнейшее развитие системы СГМ сдерживает ряд законодательных, организационно-технологических и финансово-экономических проблем, например, устаревшие, не отвечающие современным требованиям информационные платформы для сбора, хранения данных СГМ и обеспечения межведомственного взаимодействия.

Проанализирована возможность использования информации о качестве воды централизованных систем холодного водоснабжения, собираемой в рамках социально-гигиенического мониторинга, для оценки выполнения показателей федерального проекта «Чистая вода» на примере Еврейской автономной области.

Использовались результаты лабораторных исследований воды централизованных систем холодного водоснабжения населенных пунктов Еврейской автономной области, проводимых в рамках СГМ, шаблоны федерального информационного фонда СГМ по разделу «Питьевая вода систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» за 2018–2020 гг. В работе применены методы системного и контент-анализа.

Из 41 населенного пункта, охваченных мониторингом в 2020 г., качественной питьевой водой обеспечено семь населенных пунктов, в которых проживает 2,5 % жителей области. Основной причиной признания питьевой воды некачественной является несоответствие по микробиологическим показателям. Другой причиной признания питьевой воды некачественной является обнаружение в питьевой воде превышения гигиенических нормативов по неорганическим веществам. Как правило, отмечалось превышение ПДК кремния (до 2,2 раза), марганца (до 36,6 раз), железа (до 65,8 раз) и нитратов (до 3 раз). Для оценки соответствия качества питьевой воды гигиеническим нормативам необходим единый формат сбора данных по всем точкам контроля независимо от их расположения для включения в информационную базу, поскольку существующих материалов, собираемых в рамках СГМ, недостаточно для получения однозначных выводов о качестве воды централизованных систем холодного водоснабжения.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, вода централизованных систем водоснабжения, федеральный проект «Чистая вода», информационный фонд.

Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека почти 30 лет проводится социально-гигиенический мониторинг (СГМ), целью которого являются оценка, выявление изменений и прогноз состояния здоровья населения и среды обитания, установление и устранение вредного воздействия на человека факторов среды обитания. Основные принципы СГМ – постоянство, преемственность, адекватность задачам охраны и укрепления здоровья, автоматизация учета, математической обработки и анализа данных наблюдения, унификация методологии сбора, обработки и анализа информации и т.д. [8]. Одной из задач отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2021–2025 гг. «Научное обоснование национальной системы санитарно-эпидемиологического благополучия, управления рисками и повышения качества жизни населения России» является научно-методическое сопровождение СГМ [2]. Однако дальнейшее развитие системы СГМ сдерживает ряд законодательных, организационно-технологических и финансово-экономических проблем, например, устаревшие, не отвечающие современным требованиям информационные платформы для сбора, хранения данных СГМ и обеспечения межведомственного взаимодействия [7].

Питьевая вода является одним из важнейших факторов среды обитания, определяющих здоровье человека, – всеобщий и равноправный доступ к безопасной и недорогой питьевой воде должен быть обеспечен каждому проживающему на планете человеку. Оценка достижения этой цели проводится по доле населения, пользующегося услугами водоснабжения, организованного с соблюдением требований безопасности [6].

Регулирование качества питьевой воды в нашей стране остается важнейшим направлением охраны здоровья и улучшения качества жизни населения [1]. Наиболее информативными и надежными источниками оценки качества питьевой воды являются результаты систематических лабораторных исследований в рамках СГМ и производственного контроля, проводимого ресурсоснабжающими организациями [7].

Программы лабораторных исследований питьевой воды должны быть ориентированы на контроль показателей, которые характерны для воды конкретного водопровода и потенциально представляют наибольшую угрозу для здоровья челове-

ка при кратковременном и/или длительном воздействии, формируют риски суммации или усиления (синергизма) негативного эффекта для здоровья человека при одновременном присутствии [9]. Выбор контролируемых показателей качества питьевой воды является важной задачей, определяющей эффективность проводимого мониторинга, и предусматривает, что:

– показатели должны отражать безопасность в эпидемическом и радиационном отношении, безвредность химического состава питьевой воды, подтверждать приемлемость для потребителей ее органолептических свойств (благоприятность), то есть должны включать органолептические, санитарно-химические, микробиологические, паразитологические показатели и показатели радиационной безопасности;

– перечень показателей должен включать, кроме унифицированного минимального обязательного перечня показателей, показатели, отражающие качество воды водоисточника конкретной централизованной системы холодного водоснабжения, региональные особенности, климатические и гидрогеологические условия

Цель исследования – проанализировать возможность использования информации о качестве воды централизованных систем холодного водоснабжения, собираемой в рамках социально-гигиенического мониторинга, для оценки выполнения показателей федерального проекта «Чистая вода» на примере Еврейской автономной области.

Материалы и методы. Результаты лабораторных исследований воды централизованных систем холодного водоснабжения населенных пунктов Еврейской автономной области, проводимых в рамках СГМ, шаблоны федерального информационного фонда СГМ по разделу «Питьевая вода систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» за 2018–2020 гг. В работе применены методы системного и контент-анализа.

Результаты. В разработанных в 2019–2020 гг. методических документах [3, 4] для определения соответствия качества питьевой воды требованиям законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия предложено использовать не только результаты СГМ, но и результаты исследований проб питьевой воды, отобранных в рамках контрольно-надзорных мероприятий и производственного контроля, проводимого ресурсоснабжающими организациями.

Федеральный информационный фонд социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ) формируется по данным органов и организаций Роспотребнадзора на основе проводимого ими мониторинга. Шаблоны сбора данных по разделу ФИФ СГМ «Питьевая вода систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» были разработаны в 2005 г. [5] и включали в себя: перечни источников водоснабжения, водопроводов, точек контроля за качеством питьевой воды, веществ, рассматриваемых как приоритетные загрязнения питьевой воды, результаты лабораторных исследований по содержанию неорганических и органических веществ, микроорганизмов в виде количества исследованных проб, в том числе не соответствующих гигиеническим нормативам и средней концентрации, характеристике показателей общей жесткости. В ФИФ СГМ не передается информация о качестве питьевой воды по органолептическим и обобщенным показателям, а именно они являются самыми распространенными причинами несоответствия воды санитарно-эпидемиологическим требованиям. Следует отметить, что информация о качестве воды источников направляется для включения в ФИФ СГМ в составе шаблона «Сведения о санитарно-эпидемиологической обстановке на водных объектах», результаты измерений показателей радиационной безопасности – шаблона «Показатели радиационной безопасности объектов окружающей среды и среды обитания людей».

Информация о качестве питьевой воды, получаемая в рамках производственного контроля ресурсоснабжающих организаций и проверочных мероприятий Роспотребнадзора в отношении индивидуальных предпринимателей или юридических лиц, осуществляющих эксплуатацию системы водоснабжения и/или обеспечивающих население питьевой водой, в том числе в многоквартирных жилых домах, в настоящее время в ФИФ СГМ не включается.

Источниками питьевой воды населения Еврейской автономной области являются скважины. В 2018–2020 гг. качество воды контролировалось в 130–144 точках 41–44 населенных пунктов, в том числе 94–107 точках водоисточников, 3–4 точках перед подачей в распределительную сеть и 31–33 точках распределительной сети (таблица).

Организация мониторинга воды централизованных систем холодного водоснабжения населенных пунктов Еврейской автономной области в 2018–2020 гг.

Наименование	Количество			
	всего	водоисточник	перед подачей в распределительную сеть	в распределительной сети
2018 г.				
Количество точек контроля	130	94	3	33
Количество показателей	56	47	39	41
микробиологические	5	4	3	4
вирусологические	6	2	5	6
неорганические	24	22	17	20
обобщенные	6	6	2	2
органические	2	1	–	1
органолептические	5	5	5	5
пестициды	5	5	5	–
радиологические	3	2	2	3
2019 г.				
Количество точек мониторинга	138	103	4	31
Количество показателей	55	52	13	45
микробиологические	5	4	3	4
вирусологические	5	5	–	1
неорганические	24	24	8	24
обобщенные	6	6	–	6
органические	2	1	–	2
органолептические	5	5	2	5
пестициды	5	5	–	–
радиологические	3	2	–	3
2020 г.				
Количество точек мониторинга	144	107	4	33
Количество показателей	82	57	56	72
микробиологические	6	4	3	5
вирусологические	6	6	5	6
неорганические	33	25	25	32
обобщенные	6	6	3	6
органические	17	3	8	15
органолептические	5	5	5	5
пестициды	6	6	5	–
радиологические	3	2	2	3

В питьевой воде перед подачей в распределительную сеть и в распределительной сети регистрировались превышения по микробиологическим показателям (общие колиформные бактерии термотолерантные колиформные бактерии, общее микробное число), неорганическим (аммиак и аммоний-ион, железо общее, кремний, магний, марганец, нитраты) и органолептическим (мутность, цветность). Данные об общем микробном числе, мутности и цветности питьевой воды в соответствии с правилами формирования в ФИФ СГМ не направляются.

В разделе ФИФ СГМ «Питьевая вода систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» в соответствии с правилами формирования нет информации о качестве воды источников водоснабжения, однако в 17 населенных пунктах в рамках СГМ контролируется только вода скважин.

В соответствии с методическими рекомендациями [3] критериям качественной питьевой воды соответствует питьевая вода в п. Пашково, с. Благословенное, Нагибово, Н. Ленинское, Полевое, Пузино, Ручейки. Однако в данных населенных пунктах (кроме п. Пашково, с. Полевое и Н. Ленинское) имеется лишь 1–3 контролируемых показателя – водородный показатель, железо, марганец, в 2020 г. – только марганец; микробиологические показатели не контролируются. В с. Соцгородок все показатели соответствуют критериям качественной воды согласно МР 2.1.4.0143-19, но в 2020 г. в питьевой воде обнаружены глюкозоположительные колиформные бактерии, которые в настоящее время не нормируются [3]. Таким образом, из 41 населенного пункта, охваченных мониторингом качества питьевой воды в 2020 г., качественной питьевой водой обеспечено семь населенных пунктов, численность населения которых составляет 3849 человек, или 2,5 % общей численности населения (с учетом с. Соцгородок – восемь населенных пунктов, 4023 человек, или 2,6 %).

Основной причиной признания питьевой воды некачественной является несоответствие по микробиологическим показателям: более 5 % проб содержат общие колиформные бактерии (ОКБ) и/или более 5 % проб характеризуется общим микробным числом (ОМЧ), превышающим гигиенические нормативы. В 2020 г. в шести населенных пунктах из числа тех, где проводились микробиологические исследования, ОМЧ обнаружено в концентрации выше гигиенических нормативов в 5 % проб и более: п. Волочаевка-2, с. Алексеевка, с. Бабстово, с. Камышовка, с. Кукелево и с. Хинганск (учитывались точки контроля, максимально приближенные к потребителям). Наличие ОКБ в более чем 5 % проб, помимо вышеуказанных населенных пунктов, характерно в 2020 г. еще для 12 населенных пунктов, включая г. Биробиджан.

Другой причиной признания питьевой воды некачественной является обнаружение в питьевой воде (в 28 населенных пунктах на 2020 г.) превышения гигиенических нормативов по неорганическим веществам. Как правило, отмечалось превышение ПДК кремния (до 2,2 раза в с. Найфельд), марганца (до 36,6 раза в г. Биробиджан), железа (до 65,8 раза в с. Ленинское) и нитратов (до 3 раз в с. Ленинское).

В 2020 г. радиологические исследования проводились в 15 населенных пунктах, включая г. Биробиджан, кратность отбора проб – 2–4 раза в год, установлены превышения гигиенических нормативов в г. Биробиджане (только в водоисточнике, в сети отмечается соответствие нормативам) и с. Будукане.

Среди обобщенных показателей наиболее частой причиной несоответствия нормативам была повышенная перманганатная окисляемость (наблюдалась в 2020 г. в четырех населенных пунктах, максимальное превышение – до 5 раз – в с. Алексеевка), значительно реже – повышенная жесткость (до 1,6 раза в с. Бабстово). Основной причиной несоответствия нормативам по органолептическим показателям стала повышенная цветность воды (несоответствие в 30 населенных пунктах, максимально – до 77,2 раза – в с. Ленинское) и мутность (несоответствие в 29 населенных пунктах, максимально – до 61,2 раза – в с. им. Тельмана).

Все исследования по вирусным показателям, а также пестицидам отвечают требованиям нормативов.

В 2020 г. отмечаются превышения гигиенических нормативам по содержанию формальдегида в большинстве исследуемых проб питьевой воды в г. Биробиджане, г. Облучье и с. Птичник. Кроме того, не соответствуют требованиям нормативов все пробы на содержание бенз(а)пирена, проводившиеся в 2020 г. в тех же населенных пунктах, а также в с. Ленинское. Однако следует заметить, что предел количественного определения данного вещества по методикам, используемым в Еврейской автономной области, существенно выше норматива, в связи с чем даже с поправкой на половину предела количественного определения превышение норматива может оказаться ложным.

Выводы. Качество питьевой воды централизованных систем холодного водоснабжения формируется на различных этапах: от забора воды из водоисточника до подачи воды в распределительную сеть. Поэтому для оценки ее соответствия гигиеническим нормативам необходим единый формат сбора данных по всем точкам контроля, независимо от их расположения, для включения в информационную базу, поскольку существующих материалов, собираемых в рамках СГМ, недостаточно для получения однозначных выводов о качестве воды централизованных систем холодного водоснабжения, в том числе для оценки выполнения показателей федерального проекта «Чистая вода».

Для оценки качества питьевой воды и достижения показателей федерального проекта «Чистая вода» необходимо собирать более полную информацию об источниках водоснабжения, водопроводах, точках контроля, веществах, рассматриваемых как приоритетные загрязнители питьевой воды централизованной системы холодного водоснабжения, результатах исследований, численности населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного холодного водоснабжения. Информация о результатах лабораторных исследований должна содержать информацию о всех полученных в течение календарного года результатах в точках контроля СГМ, производственного контроля, проверочных мероприятий. Это еще одна из причин необходимости разработки новых таблиц для сбора данных в ФИФ СГМ, соблюдая при этом такие принципы СГМ, как преемственность в проведении СГМ, унификация методологии сбора, обработки и анализа информации о состоянии здоровья населения и факторах, его формирующих.

Список литературы

1. Гигиеническое обоснование управленческих решений с использованием интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и

эпидемиологической безопасности / Ю.А. Рахманин, А.В. Мельцер, А.В. Киселев [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 4. – С. 302–305.

2. Инновационное научное обеспечение гигиенической безопасности населения в интересах повышения качества жизни и демографического развития России / О.О. Синицына, И.Н. Федина, И.И. Новикова [и др.] // Современные проблемы гигиены, токсикологии и медицины труда: материалы научно-практической конференции. – Омск: Изд-во ОмГА, 2020. – С. 257–261.

3. МР 2.1.4.0143-19. Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения»: методические рекомендации [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.03.2019 // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты РФ. – URL: https://legalacts.ru/doc/mr-2140143-19-214-pitevaja-voda-i-vodosnabzhenie-naselennykh-mest/ (дата обращения: 25.03.2021).

4. МР 2.1.4.0176-20. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Организация мониторинга обеспечения населения качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения: методические рекомендации [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 30.04.2020 // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/565982142 (дата обращения: 25.03.2021).

5. О Перечне показателей и данных для формирования Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 30.12.2005 № 810 (с изм. на 19.06.2017) [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901965001 (дата обращения: 25.03.2021).

6. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/71/313 от 06.07.2017 [Электронный ресурс] // United Nations. – URL: https://undocs.org/ru/A/RES/71/313 (дата обращения: 25.03.2021).

7. 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

8. Фридман К.Б., Новикова Ю.А., Тихонова Н.А. К вопросу совершенствования социально-гигиенического мониторинга в Арктической зоне Российской Федерации // Российская Арктика. – 2019. – № 6. – С. 14–19.

9. Developing drinking-water quality regulations and standards: general guidance with a special focus on countries with limited resources. – Geneva: World Health Organization, 2018. – P. 68.

Приоритетные факторы питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие риск здоровью населения Волгоградской области

Н.В. Аброськина, Д.К. Князев

Управление Федеральной службы надзора в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Волгоградской области, г. Волгоград, Россия

Исследована динамика показателей питьевой воды систем централизованного водоснабжения, некоторые показатели заболеваемости населения Волгоградской области.

Проведена гигиеническая оценка приоритетных факторов риска питьевой воды для здоровья населения Волгоградской области.

В ходе исследования выполнен гигиенический анализ показателей качества питьевой воды централизованных систем питьевого водоснабжения по данным статистической формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии Волгоградской области» и регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга Волгоградской области. Для выявления возможного влияния качества воды на здоровье населения был использован метод корреляционного анализ и методика 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».

В динамике за период 2018–2020 гг. отмечается рост удельного веса проб воды из распределительной сети централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, с 4,3 до 9,7 %. Приоритетными загрязнителями, превышающими гигиенические нормативы на территории области, являются железо, хлориды, сульфаты, аммиак, нитраты, хлороформ, остаточный свободный хлор. Проведенный корреляционный анализ данных заболеваемости населения Волгоградской области выявил статистически достоверные связи средней и слабой силы между концентрацией железа в питьевой воде и заболеваемостью: болезнями кожи и подкожной клетчатки среди детского и подросткового населения; болезнями эндокринной и иммунной системы среди подросткового населения. Проведенные расчеты с использованием методики оценки риска выявили отсутствие потенциального риска развития неблагоприятных эффектов от действия отдельных веществ. Однако был выявлен повышенный риск ($HI > 1$) при одновременном воздействии группы веществ для детского населения на территории некоторых муниципальных районов, при этом наибольшую долю риска вносят хлороформ и фтор (в одном районе области).

Ключевые слова: питьевая вода, гигиенические нормативы, риск здоровью населения.

Важной проблемой на территории Волгоградской области остается обеспечение населения доброкачественной питьевой водой. Состояние питьевого водоснабжения продолжает оставаться одной из актуальных задач по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Волгоградской области.

Гигиенический анализ показателей качества воды в Волгоградской области проводился по данным статистической формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии Волгоградской области» и регионального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга Волгоградской области.

Численность населения Волгоградской области, обеспеченного централизованным водоснабжением, в 2020 г. составила 2 286 016 человек – 91,8 % от общего населения Волгоградской области (в 2019 г. – 90,9 %, в 2018 г. – 91,5 %).

Целевой показатель, предусмотренный федеральным проектом «Чистая вода», – «доля населения Волгоградской области, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения» – достиг 83,9 % (в 2019 г. – 83,3 %, в 2018 г. – 85,6 %). Значение другого целевого показателя – «доля городского населения Волгоградской области, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения» – составило 96,1 % (в 2019 г. – 95,8 %, в 2018 г. – 83,7 %).

Анализ данных за период с 2019 г. показал, что количество источников централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарным нормам, увеличилось на 1,6 % и составило 350 единиц, или 23,6 % (в 2019 г. – 333, или 22 %). Доля поверхностных источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, снизилась на 0,4 % и составила 16,3 % (в 2019 г. – 16,7 %), а подземных увеличилась на 1,7 % и составила 23,8 % (в 2019 г. – 22,1 %).

Одной из основных причин санитарного неблагополучия источников питьевого централизованного водоснабжения является отсутствие зон санитарной охраны. Из 811 водопроводов, осуществляющих подачу потребителям воды питьевого качества, каждый третий источник не соответствует санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, в том числе из-за отсутствия необходимого комплекса очистных сооружений либо обеззараживающих установок.

Качество воды как из подземных, так и из поверхностных источников централизованного питьевого водоснабжения в 2020 г. по сравнению с 2019 г. несколько улучшилось по санитарно-химическим показателям: доля проб воды, не соответствующих санитарным требованиям, составила 27,8 % (2019 г. – 30 %, 2018 г. – 12,4 %). По микробиологическим показателям доля проб, не соответствующих санитарным требованиям, тоже снизилась и составила 9,0 % (2019 г. – 12 %, 2018 г. – 5,8 %).

Доля водопроводов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, в 2020 г. увеличилась по сравнению с 2019 г. на 2,5 % и составила 33,7 % (2019 г. – 31,2 %, 2018 г. – 29,2 %). Основные причины несоответствия – отсутствие необходимого комплекса очистных сооружений – 22,6 % случаев (2019 г. – 25,3 %, 2018 г. – 15,9 %) и обеззараживающих установок – 10,9 % (2019 г. – 11,6 %, 2018 г. – 12,1 %).

Удельный вес проб воды из распределительной сети централизованного водоснабжения, не соответствующий санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, за период 2018–2020 гг. увеличился и составил в 2020 г. 9,7 % (в 2019 г. – 4,3 %, в 2018 г. – 4,3 %). В двух муниципальных образованиях области таких проб более 50 %, в четырех – более 30 % (рисунок).

Веществами, превышающими гигиенические нормативы на территории области, являются железо, хлориды, сульфаты, аммиак, нитраты, хлороформ, остаточный свободный хлор. Наиболее часто встречающимся загрязнителем в питьевой воде являлось железо. Также серьезной гигиенической проблемой остается образование хлорорганических соединений (хлороформа) при обеззараживании воды. Превышение концентраций хлороформа характерно для самых крупных городов области – Волгограда, Волжского, а также отдельных муниципальных образований.

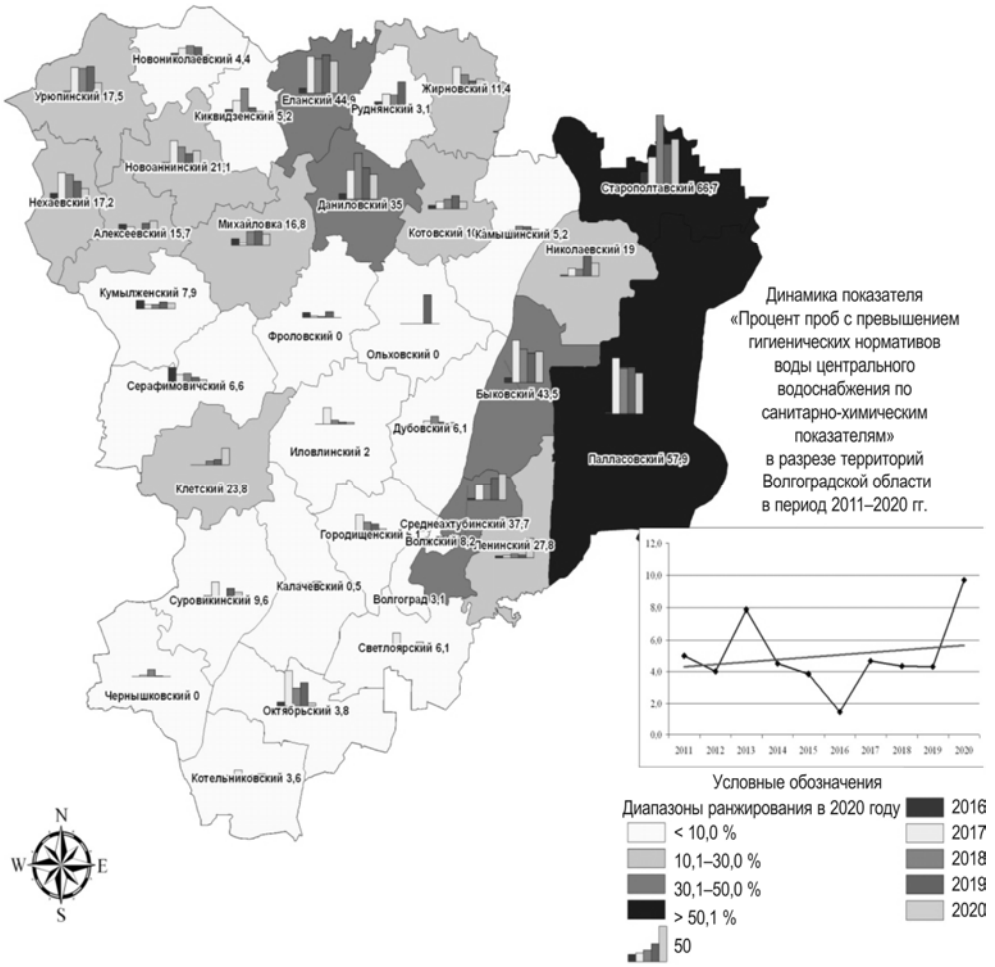


Рис. Ранжирование территорий области по количеству проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, из разводящей сети централизованного водоснабжения

Основными причинами неудовлетворительного качества питьевой воды являются факторы природного характера, использование устаревших технологических решений водоподготовки, низкое санитарно-техническое состояние существующих водопроводных сетей и сооружений.

Загрязнение питьевой воды химическими веществами повышает риск роста заболеваемости населения [4]. По данным исследований основные неблагоприятные эффекты для здоровья наблюдаются со стороны нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной, мочеполовой системы, а также органов пищеварения, кожных покровов и слизистых оболочек, системы крови и иммунной системы.

Проведенный корреляционный анализ данных заболеваемости населения Волгоградской области за период 2015–2019 гг. выявил статистически достоверные связи средней и слабой силы между концентрацией железа в питьевой воде и заболеваемостью: болезнями кожи и подкожной клетчатки среди детского ($r = 0{,}22…0{,}29$;

$p = 0,05$), подросткового ($r = 0,21…0,32$; $p = 0,05$) населения; болезнями эндокринной и иммунной системы среди подросткового ($r = 0,16$; $p = 0,05$) населения [1].

Для оценки возможного влияния питьевой воды централизованных систем водоснабжения населенных пунктов Волгоградской была проведена работа по расчету риска здоровью в соответствии с методикой, изложенной в Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [2, 3, 5].

За воздействующие концентрации химических веществ были приняты среднегодовые концентрации в 2019 г., определенные лабораториями ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области» в мониторинговых точках контроля в рамках проведения социально-гигиенического мониторинга. Была проведена оценка неканцерогенного риска для таких приоритетных загрязнителей как железо, нитраты, нитриты, фтор и хлороформ.

Результаты расчетов показали, что риск развития неблагоприятных эффектов для взрослого и детского населения от действия отдельных веществ (железа, нитратов, нитритов, фтора, хлороформа) отсутствует. Однако при одновременном воздействии группы веществ риск выявлен для детского населения Ленинского ($HI = 1,141$), Николаевского ($HI = 1,044$), Светлоярского (1,342), Среднеахтубинского ($HI = 1,420$) районов, г. Волгограда (1,113). При этом наибольшую долю риска вносят хлороформ в Ленинском (68,7 %), Светлоярском (71,5 %), Среднеахтубинском (60,2 %) районах, в г. Волгограде (67,4 %) и фтор в Николаевском районе (53,6 %). Приоритетными поражаемыми органами и системами организма детского населения являются: печень, почки, ЦНС, эндокринная система, система крови и кроветворных органов, зубы, костно-мышечная система.

В целях снижения рисков питьевой воды для здоровья населения Волгоградской области необходимыми являются, прежде всего, мероприятия по обеспечению эффективного контроля за реализацией региональной целевой программы «Чистая вода» на 2019–2024 гг. [6]. Мероприятия программы нацелены на увеличение удельного веса населения, обеспеченного доброкачественной питьевой водой, снижение загрязнения питьевой воды до гигиенических нормативов.

Список литературы

1. Архипова С.В., Сучков В.В. Содержание общего железа в питьевой воде – приоритетный фактор, формирующий неканцерогенный риск здоровью населения Самарской области // 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. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т.1. – 703 с.

2. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора / Н.В. Зайцева, А.С. Сбоев, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 44–55.

3. Оценка эффективности применения преаммонизации в целях снижения канцерогенного риска от тригалогенметанов в питьевой воде / Л.А. Дерябкина, Б.И. Марченко, Плуготаренко [и др.] // 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. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т.1. – 703 с.

4. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения / Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина [и др.] // 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. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т.1. – 703 с.

5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – 2004. – 144 с.

6. Федеральный проект «Чистая вода». Первые итоги / С.А. Горбанев, Г.Б. Еремин, Ю.А. Новикова, Д.С. Выучейская // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2019. – Т. 14, № 1. – С. 252–259.

Содержание фтора в питьевой воде и опасность кариеса у населения Московской области

В.В. Турбинский, О.О. Синицына, О.А. Гильденскиольд, Г.П. Амлеева

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

Поступление фтора в организм человека с питьевой водой является одним из самых эффективных способов профилактики кариеса, особенно у детей, а его дефицит в питьевой воде служит одной из главных причин данного заболевания. Поэтому оценка кариесопасности питьевой воды, с одной стороны, необходима для определения наиболее безопасных источников водоснабжения населения, а с другой – для понимания актуальности применения других способов профилактики кариеса.

Определив целью исследования ранжирование территории Московской области по индексу кариесопасности, была дана оценка содержания фтора в 1228 подземных водоисточниках в городах и сельских поселения, предложен способ расчета индекса кариесопасности водоисточников на территории, проведено ранжирование административных территорий Московской области по степени кариесопасности источников питьевого водоснабжения с учетом гидрогеологического районирования. Показано, что на территории Московской области источники питьевого водоснабжения по величине индекса кариесопасности относятся к малоопасному классу, определены районы, приоритетные по профилактике кариеса у детей.

Ключевые слова: гидрогеологический район, питьевая вода, подземные водоисточники, фтор, кариес.

Об использовании фторидов для профилактики кариеса было известно еще в конце XVIII в. [4, 17], но о роли фтора питьевой воды в снижении заболеваемости населения кариесом зубов впервые было отмечено в исследований 1938 г. [22]. Было замечено, что при увеличении концентрации фтора в воде повышалась вероятность заболеваний флюорозом, но понижалась – кариесом [18]. В России исследования, проведенные Р.Д. Габовичем, В.А. Книжниковым и П.Н. Майструк в центральных районах и Московской области [23], показали, что содержание фтора в зубах населения, как правило, тем больше, чем больше фтора в воде, употребляемой для питья. В исследовании, проведенным сотрудниками Иркутского государственного медицинского университета, установлена связь между гидрогеохимической характеристикой питьевых вод различных подразделений географической среды и распространенностью среди населения осложненных форм кариеса [26]. В другом исследовании показано, что увеличение фторидно-кальциевого насыщения питьевых вод и повышение их щелочности приводит к гормональным сдвигам, и как следствию, к увеличению кариесрезистентности организма у детей [20].

В ходе исследования, проведенного в Пермском крае, была установлена количественная связь между содержанием фтора в артезианской питьевой воде г. Чайковского и распространением кариеса у 12-летних школьников [13], которая позволила определить, что повышение концентрации фторидов всего на 0,1 мг/л снижает распространенность заболевания кариесом у детского населения на 1,3 %.

Так как фтор в организме человека обладает двойственными функциями – полезными при необходимом количестве и болезнетворными при недостатке или избытке, существующая классификация качества питьевой воды по содержанию фтора [2] выделяет для него три уровня содержания в воде: низкий – до 0,7 мг/дм^3, оптимальный – от 0,7 до 1,5 мг/дм^3, высокий – более 1,5 мг/дм^3.

Проблема обеспечения населения Московской области питьевой водой с оптимальным содержанием фтора является весьма актуальной, поскольку значительная часть используемых подземных водоисточников содержания фтора колеблется в широком диапазоне – от недостаточного до избыточного [12, 16].

Химический состав подземных вод обусловлен геологическим строение местности, видом, происхождением водоисточников, техногенным воздействием. Свойства фтора как универсального лиганда позволяют ему при различных геохимических условиях переходить в воду из водовмещающих пород. Интенсивность растворения фторосодержащих соединений есть функция комплексобразования в растворах, что позволяет с помощью термодинамической модели прогнозировать его содержанием при смешении разных вод [7, 11].

Цель исследования заключалась в ранжировании территории Московской области по степени кариесопасности водоисточников.

Задачами исследования служили:

– характеристика гидрогеологических районов Московской области;

– определение содержания фтора в подземных водах источников питьевого водоснабжения населения;

– оценка кариесопасности подземных источников питьевого водоснабжения населения Московской области;

– ранжирование территории Московской области по уровню и характеру динамики кариесопасности водоисточников.

Материалы и методы. Объектами исследования служила вода из скважин питьевых водозаборов на территории Московской области. Материалами исследо-

вания являлись данные технических паспортов скважин питьевых водозаборов и результаты химического анализа воды.

Пробы воды отбирались из подземных источников питьевого водоснабжения населения, не имеющих станций водоподготовки. Общее количество обследованных скважин составило 1228. Исследование подземных вод гидрогеологических районов осуществлялось на административных территориях:

I гидрогеологический район: Мытищинский, Орехово-Зуевский, Павло-Посадский, Пушкинский, Сергиево-Посадский, Солнечногорский, Талдомский, Черноголовский, Щелковский, населенные пункты Зеленоград и Электросталь.

II гидрогеологический: Балашихинский, Егорьевский, Истринский, Клинский, Лотошинский, Химкинский, Шатурский.

III гидрогеологический район: Волоколамский, Воскресенский, Домодедовский, Коломенский, Красногорский, Ленинский, Луховицкий, Люберецкий, Можайский, Наро-Фоминский, Одинцовский, Подольский, Раменский, Рузский, Серпуховский, Ступинский, Чеховский, Шаховский.

Количество обследованных скважин составляло: I гидрогеологический район – 200; II гидрогеологический район – 194; III гидрогеологический район – 640.

Расчет индекса кариесопасности территории (ИКО) проводили по формуле:

$$ИКО = [N \cdot (0{,}7–Ci) \cdot 1{,}3]/0{,}1, \quad (1)$$

где N – число скважин с дефицитом фтора (абс., или %); 0,7 – нижний предел нормы фтора в воде, мг/дм^3; Ci – средняя концентрация фтора в воде скважин с дефицитом фтора в диапазоне 0–0,7 мг/дм^3; 0,1 – разность концентрации фтора, дающая изменение заболеваемости детей кариесом на 1,3 % [13]; 1,3 % – величина изменения заболеваемости детей кариесом при изменении концентрации фтора в питьевой воде на 0,1 мг/дм^3.

Учитывая, что кариесопасными являются концентрации фтора в воде в диапазоне 0–0,7 мг/дм^3, ИКО может принимать значения от 0 при концентрации фтора 0,7 мг/дм^3 до 9,1 при концентрации фтора = 0 и проценте скважин с отсутствием фтора = 100 %. Предлагается шкала оценки значений ИКО территории по классам в диапазоне от 0 до 3 – малоопасный класс, более 3 до 6 – среднеопасный класс, от 6 до 9,1 – опасный класс.

Сведения о гидрогеологическом районировании территории Московской области, административного деления территории Московской области были получены с официального сайта rmr.mos.ru в сети Интернет; зависимости заболеваемости кариесом от концентрации фтора в питьевой воде принимались по [8]. Методы исследования включали описательно-аналитическую характеристику объектов, определение концентрации фторидов в воде осуществлялось потенциометрическим методом (ион-селективный электрод, иономер ЭВ-340), согласно ПНД Ф 14.1:2:4.270-2012, статистический анализ результатов осуществлен с помощью программы Statistica, Excel и языка R.

Результаты. Подземные водоносные горизонты московского артезианского бассейна приурочены к толще карбонатно-терригенных пород от нижнекембрийского до антропогенного возраста, залегающих на складчатом кристаллическом фундаменте [6]. Гидрогеологические условия в Московской области сложились при воздействии чрезмерно выраженного забора воды из артезианских водоносных горизонтов карбона. В результате разница в напорах артезианских и грунтовых вод

привела к перетеканию маломинерализованных грунтовых и поверхностных вод вниз – вглубьлежащие питьевые горизонты карбона, с одной стороны, и поднятию высокоминерализованных подземных вод, с другой стороны [15, 19, 25].

Несмотря на то что фтороносные воды осадочных пород содержат фтор в сумме общей минерализации, как правило, не более 1 %, степень фтороносности вод возрастает с увеличением минерализации, кислотности и щелочности среды [8, 24].

В табл. 1 показано изменение содержания фтора в подземных водах источников питьевого водоснабжения населения на территории московского артезианского бассейна, произошедшие с 1999 по 2018 г. За это время интенсивный водозабор подземных вод изменил процессы формирования состава воды водоисточников и привел к увеличению концентрации фтора в воде прежде всего в г. Москве – на 0,8 мг/дм^3 (437 %), в г. Щёлкове – на 0,6 мг/дм^3 (75 %), в г. Жуковском – на 0,76 мг/дм^3 (109 %), в г. Ногинске – на 1,17 мг/дм^3 (325 %), в г. Можайске – на 0,39 мг/дм^3 (76 %), в Дмитровском районе – на 0,42 мг/дм^3 (70 %) и других поселениях. В то же время в г. Дмитрове, Одинцово, Подольске, Егорьевске, Красногорске, Истре, Мытищах концентрации фтора в подземных водах за прошедший период времени снизились, в том числе в Красногорске существенно – на 2,61 мг/дм^3 (-87 %). В результате дефицитное ранее содержание фтора в подземных водах питьевых водозаборов г. Москвы, Можайска, Дмитровского района, г. Наро-Фоминска, Долгопрудного в настоящее время нормализовалось, а избыточное ранее содержание фтора в воде подземных водоисточников г. Егорьевска, Одинцово, наоборот, уменьшилось до нормы.

Таблица 1

Изменение уровня содержания фтора в подземных водах источников питьевого водоснабжения населения на территории московского артезианского бассейна за период 1999–2018 гг.

Поселение (гидрогеологический район)	Содержание фтора в питьевой воде, мг/дм^3		
	в 1999 г. [27]	собственные данные, 2017–2018 гг.	
		среднее значение	разность 2018–1999 г., мг/дм^3 (%)
г. Москва (II, III)	0,16–0,22	1,02	0,86 (537)
г. Можайск (III)	0,41–0,61	0,9	0,39 (76)
г. Дмитров (I)	0,6	0,44	–0,16 (–27)
Дмитровский район (I)	0,6	1,02	0,42 (70)
г. Одинцово (III)	1,8	1,35	–0,45 (–25)
г. Подольск (III)	1,2	0,8	–0,4 (–33)
г. Щёлково (II)	0,8	1,4	0,6 (75)
г. Жуковский (III)	0,7	1,46	0,76 (109)
г. Железнодородный (II)	1,0	1,1	0,1 (10)
г. Егорьевск (II)	1,8	1,2	–0,6 (–33)
г. Ногинск (I)	0,36	1,53	1,17 (325)
г. Наро-Фоминск (III)	0,5	0,6	0,1 (20)
г. Красногорск (III)	3,0	0,39	–2,61 (–87)
г. Истра (II)	1,1	0,7	–0,4 (–36)
г. Мытищи (I)	0,16	0,12	–0,04 (–25)
г. Долгопрудный (II)	0,5	1,38	0,83 (176)
г. Клин (II)	0,6	1,63	1,03 (172)
г. Лосино-Петровск (II)	0,8	1,04	0,24 (30)

Но в г. Дмитрове, Мытищах в подземных водах питьевых водозаборов и без того в 1999 г. был пониженный уровень фтора, а за эти годы он только продолжал снижаться. А в г. Ногинске и Клину ранее оптимальный уровень фтора в подземных водах питьевых водозаборов в настоящее время превысил допустимый.

Отмеченные явления являются закономерным следствием промышленной эксплуатации водоносных горизонтов и в значительной мере связаны с изменением гидрогеохимических условий водоносных горизонтов, что отмечалось выше и достаточно подробно исследованы в публикациях [1, 3, 5, 9, 10, 14, 21].

Важно отметить, что динамика содержания фтора в подземных водах питьевых водозаборов московского артезианского бассейна за эти годы в I гидрологическом районе московского артезианского бассейна характеризуется выраженным преобладанием интенсивности процессов, приводящих к увеличению концентрации фтора в подземных водах в среднем на 0,8 мг/дм^3, при интенсивности процессов, приводящих к уменьшению концентрации фтора в среднем на 0,1 мг/дм^3. Во II гидрогеологическом районе московского артезианского бассейна при примерно таком же, как и в I гидрогеологическом районе, изменении интенсивности процессов, приводящих к увеличению концентрации фтора в подземных водах (в среднем на 0,78 мг/дм^3), интенсивность процессов, приводящих к уменьшению концентрации фтора в подземных водах, была в 5 раз более выраженной, чем в I районе (в среднем на 0,5 мг/дм^3). В III гидрогеологическом районе московского артезианского бассейна на фоне такой же, как и в первых двух районах, интенсивности процессов, приводящих к увеличению концентрации фтора в подземных водах (в среднем на 0,77 мг/дм^3), интенсивность процессов, приводящих к снижению концентрации фтора в подземных водах, выражена еще более чем в 2 раза, чем во II районе (на 1,15 мг/дм^3).

Таким образом, анализ динамики концентрации фтора в подземных водоисточниках питьевых водозаборов московского артезианского бассейна показывает, что во всех гидрогеологических районах подземных водоисточников питьевых водозаборов, защищенных от влияния маломинерализованных поверхностных или грунтовых вод, происходит закономерное увеличение концентрации фтора с интенсивность около 0,78–0,80 мг/дм^3 за 19 лет, или 0,04 мг/дм^3 в год. Следовательно, со временем, если не принять меры к уменьшению водозабора и сокращению депрессионной воронки, следует ожидать достижения и превышения предельно допустимого уровня содержания фтора в воде таких водоисточников.

Для водоисточников, имеющих гидравлическую связь с маломинерализованными поверхностными или грунтовыми водами, следует отметить необходимость усиления контроля за сопутствующими таким водам микробиологическими и органическими загрязнениями, а также разработки системы мероприятия по профилактике фтордефицитного состояния у населения и в первую очередь борьбе с ее кариесопасностью для здоровья детей.

Результаты определения концентрации фтора в воде подземных водоисточников Московской области показали их выраженное колебание (табл. 2). Из 1228 обследованных скважин на территории области в 389 скважинах (31,7 %) концентрация фтора была меньше 0,7 мг/дм^3, а средняя концентрация пониженного содержания фтора составила – 0,48 мг/дм^3.

Административными территориями Московской области, в которых был отмечен наиболее высокий процент скважин с пониженным уровнем содержания фтора

в воде, являются: г. Звенигород, Зеленоград – по 100 %, Рузский район – 69 %, Мытищинский район – 58 %, Можайский, Шаховский, Чеховский районы – по 50 %.

Таблица 2

Характеристика подземных источников питьевого водоснабжения по количеству скважин с концентрацией фтора в воде менее 0,7 мг/дм^3, средней концентрации фтора в воде и индексу кариесопасности водоисточников на территории Московской области

Наименование поселений, районов области	Число обследованных скважин	Число скважин с конц. фтора < 0,7мг/дм^3	Доля скважин с конц. фтора <0,7мг/дм^3, %	Средняя конц. фтора в скважинах <0,7 мг/дм^3	Индекс кариесопасности
1	2	3	4	5	6
г. Жуковский	3	1	33	0,21	2,1
Талдомский район	5	1	20	0,30	1,0
Егорьевский район	3	1	33	0,31	1,7
Ленинский район	34	3	9	0,35	0,4
Мытищинский район	36	21	58	0,38	2,4
г. Королев	4	1	25	0,38	1,0
Рузский район	16	11	69	0,42	2,5
Наро-Фоминский район	37	9	24	0,43	0,9
Шатурский район	3	1	33	0,44	1,1
Пушкинский район	42	16	38	0,45	1,2
Воскресенский район	8	2	25	0,45	0,8
Красногорский район	49	8	16	0,45	0,5
Раменский район	118	30	25	0,46	0,8
Можайский район	12	6	50	0,47	1,5
Новая Москва	58	25	43	0,47	1,3
Серпуховский район	14	6	43	0,47	1,3
г. Москва	57	21	37	0,47	1,1
Троицкий район	31	11	35	0,47	1,1
Клинский район	14	4	29	0,47	0,8
Химкинский район	13	6	46	0,48	1,3
Солнечногорский район	63	28	44	0,48	1,3
Одинцовский район	107	41	38	0,48	1,1
Ступинский район	21	6	29	0,48	0,8
Дмитровский район	50	21	42	0,49	1,1
Волоколамский район	19	8	42	0,50	1,1
Коломенский район	4	1	25	0,50	0,7
Шаховский район	6	3	50	0,51	1,3
Сергиево-Посадский район	17	8	47	0,51	1,1
Ногинский район	36	8	22	0,51	0,6
Люберецкий район	19	3	16	0,51	0,4
г. Звенигород	2	2	100	0,515	2,4
Чеховский район	50	25	50	0,52	1,1
Павлово-Посадский район	8	3	38	0,52	0,9
Истринский район	109	33	30	0,52	0,7
Щелковский район	48	20	42	0,53	0,9
Балашихинский район	27	9	33	0,53	0,7
Домодедовский район	48	10	21	0,53	0,5
г. Зеленоград	2	2	100	0,56	1,8

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
Подольский район	16	2	13	0,61	0,2
г. Долгопрудный	2		0	0,7	0
Первомайский район	2		0	0,7	0
г. Бронницы	3		0	0,7	0
Луховицкий район	3		0	0,7	0
Южное Бутово	4		0	0,7	0
Орехово-Зуевский район	5		0	0,7	0

Из 45 обследованных административных территорий г. Москвы и Московской области на шести территориях – г. Долгопрудный, Бронницы, Первомайский, район Южное Бутово, Луховицкий, Орехово-Зуевский – все обследованные скважины имели концентрацию фтора в воде выше 0,7 мг/дм^3, что свидетельствует об отсутствии кариесопасности питьевой воды на этих территориях.

Наименьшие средние концентрации фтора в воде подземных водоисточников московского артезианского бассейна (менее половины нижней границы нормы – 0,35 мг/дм^3) были отмечены в г. Жуковском, Талдомском, Егорьевском районах.

Расчет индекса кариесопасности водоисточников на территории Московской области показал, что по предложенной классификации все административные территории области относятся к категории малой кариесопасности (ИКО не превышает значения 3) от 0 на вышеназванных территориях до 2,5 в Рузском районе.

Полученные результаты свидетельствуют, что при большой распространенности фтордефицитных источников водоснабжения (31,7 %) в силу невысокой фтордефицитности (средняя концентрация фтора в них 0,48 мг/дм^3) проблема кариесопасности водоисточников в целом для Московской области не является острой. Вместе с тем анализ динамики снижения концентрации фтора в подземных водах II и III гидрогеологический районов свидетельствует о негативном прогнозе на этих территориях на будущее и необходимости разработки мер по предупреждению уменьшения концентрации фтора в подземных водоисточниках.

Выводы:

1. Девятнадцатилетняя эксплуатация подземных питьевых водозаборов московского артезианского бассейна привели к существенным изменениям концентрации фтора в воде: в I гидрологическом районе – как к увеличению в среднем на 0,8 мг/дм^3, так и к уменьшению – в среднем на 0,1 мг/дм^3; во II гидрогеологическом районе – к увеличению концентрации в среднем на 0,78 мг/дм^3 и уменьшению в среднем на 0,5 мг/дм^3; в III гидрогеологическом районе – к увеличению в среднем на 0,77 мг/дм^3 и снижению на 1,15 мг/дм^3.

2. Выраженная тенденция увеличения концентрации фтора в подземных водах всех гидрогеологических районов московского артезианского бассейна в среднем на 0,77–0,8 мг/дм^3 за 19 лет свидетельствует об актуальности проблемы прогноза их флюорозоопасности.

3. Водозаборы питьевых вод в московском артезианском бассейне характеризуются широкой распространенности фтордефицитных источников водоснабжения (31,7 %) при невысокой фтордефицитности (средняя концентрация фтора в них 0,48 мг/дм^3) и устойчивой динамике дальнейшего снижения концентрации фтора в подземных водоисточниках на территории II и III гидрогеологических районов, что определяет актуальность разработки профилактических мероприятий.

Список литературы

1. Абрамкин А.В., Рахманов Р.С. К вопросу о качестве питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения Республики Мордовия // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 2 (287). – С. 41–43.

2. Авраамова О.Г. Фториды в питьевой воде и профилактика кариеса // Российский стоматологический журнал. – 2012. – № 5. – С. 36–38.

3. Бочевер Ф.М., Ковалева И.В. Эксплуатационный режим подземных вод в Московском артезианском бассейне // Проблемы гидрогеологии и инженерной геологии. – Минск: Наука и техника, 1978. – с. 119–129.

4. Величковский Б.Т. Здоровье и окружающая среда. – М.: Медицина, 1994. – 213 с.

5. Водные проблемы московской агломерации: состояние ресурсов подземных и поверхностных вод / В.И. Данилов-Данильян, Р.Г. Джамалов, В.П. Васильева [и др.] // Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2009 г. / под ред. С.В. Спектор. – М.: Геоинформмарк, 2010. – 208 с.

6. Гидрогеология СССР. Московская и смежные области. – М., 1966. – 423 с.

7. Гусев Ю.В. Расчет равновесного химического состава подземных вод при смешении в программном комплексе НСН [Электронный ресурс] // Проблемы геологии и освоения недр. – URL: http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C11/V1/212.pdf (дата обращения: 23.03.2019).

8. Егоричева С.Д., Родюкова О.А., Авчинников А.В. Гигиеническая оценка состояния питьевого водоснабжения населения Смоленской области // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 6 (267). – С. 16–19.

9. Злобина В.Л., Медовар Ю.А. Влияние водоотбора на гидродинамические и гидрохимические характеристики подземных вод // Недропользование XXI века. – 2012. – № 2 (33). – С. 76–77.

10. Иофик В.З., Лучшева Л.Ф., Гончар В.В. Критериальная интерпретация данных всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) о фторе как элементе питания // Здравоохранение Дальнего Востока. – 2009. – № 3 (41). – С. 41–43.

11. Крайнов С.Р. Рыженко Б.Н. Швец В.М. Геохимия подземных вод. – М.: ЦентрЛифтеГаз, 2012. – 672 с.

12. Кузьмина Э.М. Стоматологическая заболеваемость населения России. – М.: Медицина, 2009. – 49 с.

13. Малькова И.Л., Пьянкова Л.Г. Анализ связи уровня заболеваемости кариесом детского населения и содержания фтора в питьевой воде города Чайковского // Вестник Удмуртского университета. – 2008. – № 2. – С. 39–48.

14. Москалев Ю.И. Минеральный обмен. – М.: Медицина, 1985. – 288 с.

15. Невечеря И.К., Воронин В.Л. Факторы изменения качества подземных вод Московской области [Электронный ресурс] // Геолинк Консалтинг. – URL: http: // www.geolink-consulting.ru/company/confer2/nevech.html (дата обращения: 23.03.2019).

16. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Московской области в 2015 году: Государственный доклад. – М., 2016. – 189 с.

17. Рахманин Ю.М. Профилактика кариеса зубов посредством новых систем водообработки. – М.: Метем, 1999. – 167 с.

18. Руководство по контролю качества питьевой воды. Гигиенические критерии и другая релевантная информация. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 1987. – 325 с.

19. Секисов А. Гидрогеология – особенности подмосковного региона [Электронный ресурс] // Портал «Бурение скважин на воду». – URL: http://www.voda-da.ru/hydro.htm (дата обращения: 23.03.2019).

20. Физическое развитие и функция почек подростков, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием витальных катионов / С.А. Недовесова, М.С. Головин, М.В. Иашвили [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 10 (295) . – С. 31–34.

21. Фисун Н.В. Вертикальный водообмен подземных вод в центральной части Московского артезианского бассейна // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2017. – № 6. – С. 30–34.

22. Фтор в профилактике кариеса / под ред. Дж.Дж. Мюррей, А.Дж. Рагг-Ган, Дж.Н. Дженкинс. – Оксфорд: Райт, 1991. – 37 с.

23. Черкинский С.Н. Руководство по коммунальной гигиене. – М.: МЕДГИЗ, 1962. – 763 с.

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

25. Янин Е.П. Фтор в окружающей среде (распространенность, поведение, техногенное загрязнение) // Экологическая экспертиза. – 2007. – № 4. – С. 2–98.

26. Яновский Л.М. Соотношение осложненных и неосложненных форм кариеса зубов в различных подразделениях географической среды // Материалы 10-й и 11-й Всероссийской научно-практической конференции и трудов 8-го съезда стоматологической ассоциации России. – М.: Изд-во Московского государственного университета, 2003. – 387 с.

27. IPCS. Environmental health criteria: fluorine. – Geneva: WHO, 2002. – 16 p.

Изучение приверженности здоровому рациону питания лиц молодого возраста

В.Н. Долич, Н.Е. Комлева, И.В. Заикина

Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
г. Саратов, Россия

Представлены результаты оценки приверженности здоровому питанию у лиц молодого возраста. Проведен сравнительный анализ между учащимися профессиональной образовательной организации и студентами университета приверженности здоровому рациону и режиму питания, а также их информированности о роли питания в развитии хронических

неинфекционных заболеваний. Дана сравнительная характеристика изучаемых показателей в зависимости от пола. Рассмотрены основные субъективные причины низкой приверженности данной категории лиц здоровому рациону питания.

Ключевые слова: принципы здорового питания, информированность, учащиеся, студенты.

Для сохранения здоровья населения и профилактики развития неинфекционных заболеваний (НИЗ) особую роль играет питание, которое является важным компонентом здорового образа жизни и относится к факторам, непосредственно воздействующим на организм человека на протяжении его жизни. Нерациональное питание способствует формированию вторичных алиментарно-зависимых факторов риска: повышенного артериального давления, гиперхолестеринемии (дислипидемии), гипергликемии, избыточной массы тела [1, 2], а также развитию заболеваний пищеварительной системы [3]. Для повышения эффективности профилактики НИЗ целесообразно повышать информированность населения о здоровом рационе и режиме питания, а также при разработке рекомендаций по пищевому поведению применять персонализированный подход, учитывая пол и возраст пациентов, вкусовые предпочтения, наличие сопутствующей патологии, физическую активность, профессиональную занятость.

Цель исследования – анализ приверженности и информированности о принципах здорового питания у учащихся профессиональной образовательной организации и студентов университета.

Материалы и методы. Саратовским медицинским научным центром гигиены было проведено одномоментное сплошное поперечное исследование, в ходе которого было проанкетировано 240 человек, из которых 120 являлись студентами I курса медицинского и юридического университетов (девушек – 81, юношей – 39) и 120 – учащимися профессионального образовательного учреждения (девушек – 91, юношей – 29). Сбор материала осуществлялся с помощью специализированных анкет, разработанных на базе Саратовского медицинского научного центра гигиены, адаптированных для студентов и учащихся. Раздел анкеты, посвященный изучению приверженности здоровому рациону и режиму питания, включал в себя вопросы о кратности приема пищи, частоты и количества потребления овощей и фруктов, сахара, поваренной соли, частоты потребления фастфуда, газированных сладких напитков. Для оценки информированности о принципах здорового питания задавались вопросы, посвященные необходимости регулярного потребления достаточного количества овощей и фруктов (не менее 400 г/сут), соблюдения режима питания (не менее 3 раз), необходимости ограничения потребления сахара (не более 50 г/сут), поваренной соли (не более 10 г/сут). Также были изучены вопросы, посвященные причинам низкой приверженности здоровому рациону и режиму питания, вопросы, касающиеся социальных факторов, влияющих на пищевое поведение обследуемых лиц. Для обработки результатов исследования была применена программа Statistica 6.1. В качестве методов статистической обработки применялись непараметрический критерий Колмогорова – Смирнова для сравнения двух независимых выборок, метод ранговой корреляции Спирмена для определения взаимосвязей между количественными рядами изучаемых признаков.

Исследование проводилось в соответствии с требованиями биоэтики, после предварительного подписания добровольного согласия обследуемыми.

Результаты. В результате анкетирования изучена кратность питания среди учащихся профессиональных образовательных организаций и студентов университета (рис. 1).

Установлено, что у учащихся значительно превалирует однократный режим питания по сравнению со студентами (11 и 2 % соответственно). Двухразовый режим питания также преобладает в группе учащихся, в отличие от студентов (43 и 33 %). При этом трехразовый режим питания статистически значимо чаще наблюдается в группе студентов (49 %) по сравнению с группой учащихся (29 %) ($p < 0{,}001$ для критерия Колмогорова – Смирнова).

Результат сравнения кратности питания между учащимися и студентами в зависимости от пола отображен на рис. 2.

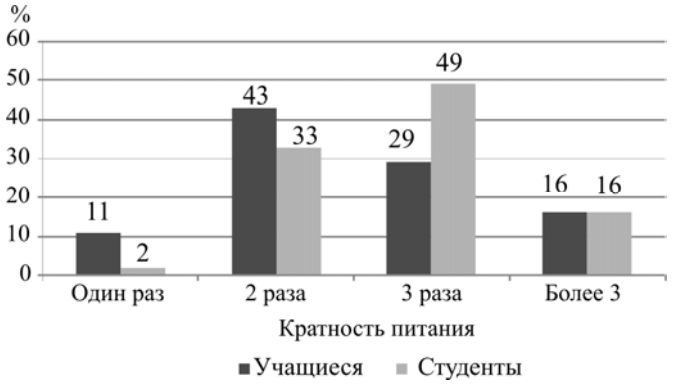


Рис. 1. Результаты сравнения режима питания между учащимися и студентами, %

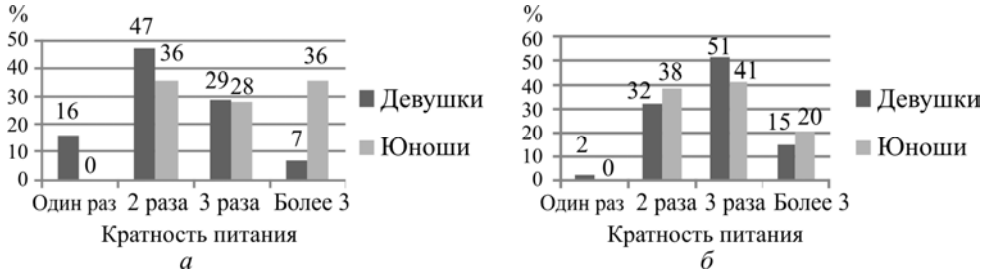


Рис. 2. Кратность питания учащихся (*а*) и студентов (*б*) в зависимости от пола, %

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в группе учащихся присутствует статистически значимая разница между девушками и юношами, потребляющих пищу один раз в день. Также статистически значимая разница выявлена в группе девушек и юношей, потребляющих пищу более 3 раз в день, что указывает на более высокую частоту приема пищи у юношей по сравнению с девушками. В группе студентов у девушек статистически значимо превалирует кратность питания 3 раза в день, при этом юноши в большей степени питаются более 3 раз день по сравнению с девушками.

На рис. 3 отображены результаты сравнения частоты потребления овощей и фруктов между учащимися и студентами.

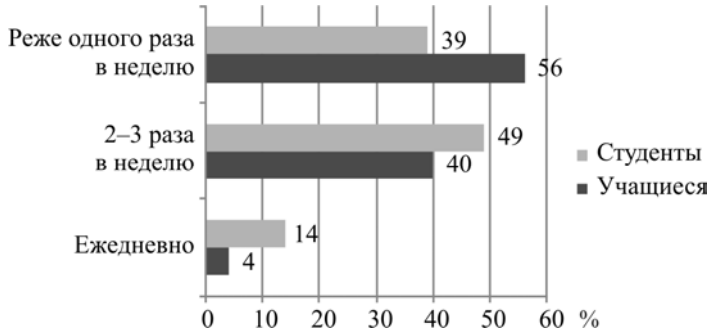


Рис. 3. Частота потребления овощей и фруктов в группах учащихся и студентов, %

Результат проведенного анализа свидетельствует, что частота потребления овощей и фруктов статистически значимо превалирует в группе студентов по сравнению с учащимися.

На рис. 4 представлены результаты распределения частоты потребления овощей и фруктов между учащимися и студентами по половому признаку.

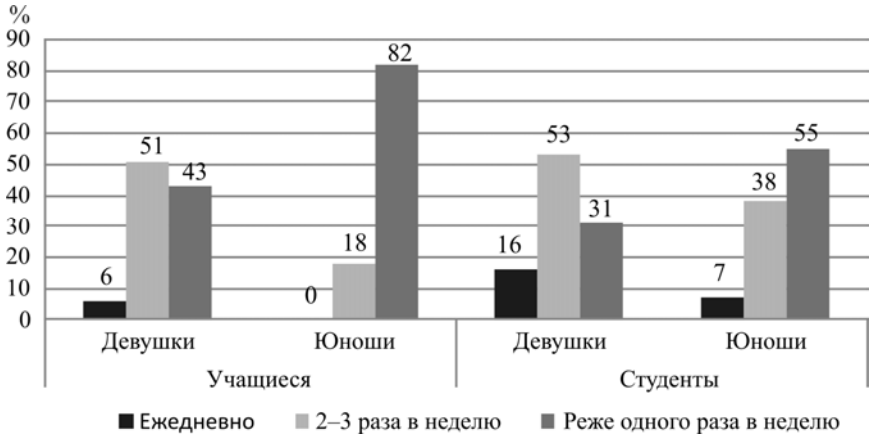


Рис. 4. Частота потребления овощей и фруктов у учащихся и студентов в зависимости от пола, %

Результат проведенного исследования свидетельствует, что девушки в группе учащихся и студентов значительно чаще потребляют овощи и фрукты. Результат оценки информированности обследуемых лиц по вопросам пользы овощей и фруктов, а также необходимости ежедневного потребления не менее 400 г данных продуктов свидетельствует, что осведомленность девушек и юношей не имеет статистической значимости (65 и 61 % соответственно).

На рис. 5 приведены результаты исследования частоты потребления «вредной» пищи (фастфуд, полуфабрикаты, продукты быстрого приготовления, сладкие газированные напитки) у учащихся и студентов.

Отмечается высокая распространенность ежедневного потребления «вредных» продуктов среди учащихся и студентов (28 и 34 % соответственно). Около 45 % учащихся и 40 % студентов употребляют подобную пищу 2–3 раза в неделю. Проведя

сравнительную характеристику частоты потребления «вредной» пищи между девушками и юношами, установлено, что в группе учащихся девушки чаще юношей отмечают ежедневное потребление данных продуктов (31 и 23 % соответственно). При этом в группе юношей статистически значимо превалирует количество потреблявших «вредную» пищу 2–3 раза в неделю в сравнении с девушками (61 и 37 %). Также значительная разница установлена при сравнении количества лиц, употребляющих продукты нездорового питания реже одного раза в неделю (девушки – 32 %, юноши – 15 %). Таким образом, результаты проведенного анализа свидетельствуют о высокой частоте потребления продуктов нездорового питания и несбалансированности рациона по макронутриентам как среди учащихся, так и среди студентов.

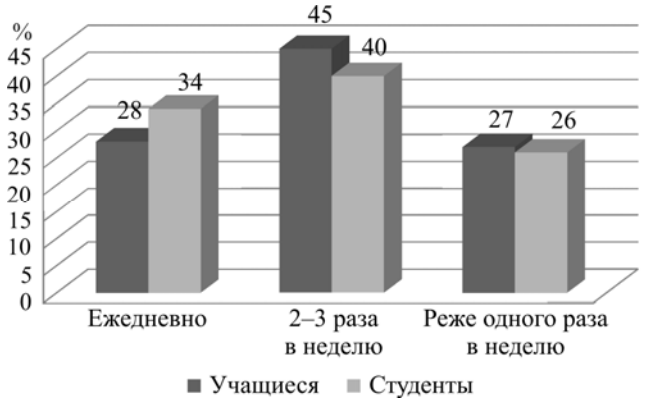


Рис. 5. Частота потребления вредной пищи у учащихся и студентов

Анализируя информированность о возможных последствиях потребления фастфуда, полуфабрикатов, продуктов быстрого приготовления, газированных напитков, было установлено, что 47 % учащихся и 76 % студентов осведомлены о вреде потребления данных продуктов, что указывает на более высокий уровень информированности студентов, в отличие от учащихся. Только 9 % учащихся и 16 % студентов стараются ограничить потребление сахара и соли. При этом информированность о вреде сахара и соли у студентов вуза статистически значимо выше, чем у учащихся. Более 67 % студентов смогли перечислить возможные последствия избыточного потребления данных продуктов. Среди учащихся количество лиц, ответивших на данный вопрос, составило всего 26 %.

Проанализирована зависимость между социальными факторами и приверженностью к здоровому питанию. Выявлена положительная средняя статистически значимая взаимосвязь (r = 0,47), указывающая на то, что учащиеся и студенты, проживающие вместе с родителями, имеют более высокую приверженность к здоровому питанию, по сравнению с группой лиц, проживающих без родителей: в общежитии, в арендованной квартире или комнате. Полученный результат может свидетельствовать о том, что студенты и учащиеся, проживающие в общежитии, в большей степени склонны к потреблению нездоровой пищи, нарушению режима питания.

Анализ причин низкой приверженности принципам здорового питания среди обследуемых лиц показал следующие результаты: 42 % учащихся и 64 % студентов

в качестве причин несоблюдения здорового рациона и режима питания отмечают нежелание самостоятельно готовить; 43 % учащихся и 15 % студентов ответили, что для них основным препятствием к здоровому питанию является отсутствие навыков в приготовлении пищи; 15 % учащихся и 21 % студентов отметили рекламную пропаганду как фактор, влияющий на формирование предпочтений нездоровой пищи. Также следует отметить наличие отрицательной корреляционной взаимосвязи между такими факторами, как проживание с родителями и наличие навыков самостоятельного приготовления пищи (–0,48), что может свидетельствовать о том, что лица молодого возраста, проживающие отдельно от родителей, в большей степени способны самостоятельно готовить себе еду.

Выводы. Результаты полученных исследований свидетельствуют о низкой приверженности здоровому рациону и режиму питания как среди учащихся профессиональной образовательной организации, так и среди студентов университета. Тем не менее полученные результаты сравнения данных групп позволяют сделать вывод о более высокой приверженности принципам здорового питания студентов по сравнению с учащимися. Анализируя вопросы кратности питания по половому признаку, можно сделать вывод, что частота приема пищи у юношей превалирует по сравнению с девушками, однако девушки чаще употребляют продукты питания, богатые клетчаткой (овощи и фрукты). Также полученные данные говорят о более высокой степени информированности студентов о принципах здорового питания по сравнению с учащимися. При этом разница между информированностью девушек и юношей в обеих группах наблюдения отсутствует.

Таким образом, в систему превентивных мер должны входить мероприятия, направленные на повышение осведомленности подростков о принципах здорового питания как важного фактора сохранения здоровья. Кроме того, высокая актуальность данной проблемы указывает на необходимость проведения дальнейших исследований, посвященных изучению приверженности лиц молодого возраста принципам здорового питания.

Список литературы

1. Еганян Р.А. Формирование реальных практических предложений для создания условий, обеспечивающих потребителю выбор пищевых продуктов, соответствующих принципам здорового питания // Профилактическая медицина. – 2016. – Т. 1, № 19. – С. 4–9.

2. Неинфекционные заболевания как глобальная проблема здравоохранения, роль ВОЗ и ее решения / Г.Я. Масленникова, С.А. Бойцов, Р.Г. Оганов [и др.] // Профилактическая медицина. – 2015. – Т. 1, № 18. – С. 9–13.

3. Факторы риска развития заболеваний пищеварительной системы и распространенность гастроинтестинальных симптомов у подростков / Н.Е. Комлева, В.Н. Долич, А.Н. Данилов [и др.] // Санитарный врач. – 2020. – № 1. – С. 41–47.

Особенности качества жизни пациентов со среднетяжелой и тяжелой бронхиальной астмой

А.И. Борисова[1], Е.С. Галимова[2], Э.Ф. Кабирова[1], Д.О. Каримов[1], Е.Р. Адрахманова[1,2], Э.Ф. Уразаева[1]

[1]ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
[2]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Уфа, Россия

Среднетяжелая и тяжелая бронхиальная астма оказывает значимое влияние на жизнь пациентов и их родственников и снижает их качество жизни. Симптомы бронхиальной астмы могу приводить к ухудшению физических, эмоциональных и социальных аспектов жизни пациентов. Нами проведен анализ качества жизни 60 пациентов со среднетяжелой и тяжелой бронхиальной астмой, находившихся на стационарном лечении по поводу обострения заболевания. Качество жизни оценивалось по результатам анкетирования при помощи опросника SF-36. Определено закономерное снижение качества жизни по всем параметрам с возрастом. Была выявлена взаимосвязь между жизнедеятельностью и психическим здоровьем пациентов. Также определены гендерные различия по влиянию физической активности на выполнение повседневной работы.

Ключевые слова: тяжелая и среднетяжелая бронхиальная астма, качество жизни.

Бронхиальная астма (БА) является одним из наиболее распространенных хронических заболеваний легких, в настоящее время число больных оценивается в 335 млн человек. Несмотря на терапию бронхиальной астмы, изложенную в руководстве GINA 2020 [4], заболевание не контролируется у многих больных. По данным проведенных эпидемиологических исследований лишь 5–30 % пациентов продемонстрировали контроль заболевания [1, 2]. Тяжелая бронхиальная астма представляет собой совокупность всех негативных проявлений заболевания: выраженные симптомы болезни, частая потребность в неотложной помощи и высокий риск смерти. Бронхиальная астма, как и любое хроническое заболевание, характеризуется снижением уровня качества жизни больных практически во всех сферах жизни пациента [4, 5].

Несмотря на то что изучение качества жизни у больных БА в мире проводится уже давно, реальные результаты таких исследований стали доступны лишь в последнее десятилетие XX в. Качество жизни – показатель, отражающий степень приспособления человека к болезни и возможность выполнения им привычных функций, соответствующих его социально-экономическому положению. Всемирная организация здравоохранения определяет качество жизни как «субъективный взгляд человека на его жизненную ситуацию в контексте его культуры, ценностей, целей, ожиданий, стандартов и интересов». Это концепция, включающая в себя всеобъемлющий взгляд на человека с точки зрения физического здоровья, психоло-

гического состояния, чувства автономии, социальных отношений и личных убеждений, а также с учетом характеристик среды обитания человека [3].

Многочисленными исследованиями показано, что БА существенно ухудшает качество жизни больных. Изучение особенностей качества жизни в разных клинических ситуациях имеет принципиальное значение для уточнения программ лечения и реабилитации больных БА [1, 2].

Цель исследования – выявить изменения качества жизни пациентов со среднетяжелой и тяжелой бронхиальной астмой.

Материалы и методы. Материалом для исследования были использованы данные анкетирования 60 больных со среднетяжелой и тяжелой бронхиальной астмой, среди них мужчин было 33,3 %, женщин – 66,7 %, среднетяжелое течение бронхиальной астмы выявлено у 70,7 % пациентов, тяжелое – у 29,3 %. Пациенты находились на стационарном лечении в отделении профессиональной аллергологии и иммунореабилитации в связи обострением бронхиальной астмы. Возраст больных варьировался от 31 года до 77 лет и в среднем составил – 54,2 ± 10,9 г. Качество жизни изучено при помощи опросника SF-36. Использовался официальный русскоязычный аналог.

По результатам опроса проводился расчет восьми параметров: физическая активность (PF – Physical Functioning), роль физических проблем в ограничении жизнедеятельности (RP – Role-Physical Functioning), интенсивность боли (BP – Bodily Pain), жизненная активность (VT – Vitality), социальная активность (SF – Social Functioning), роль эмоциональных проблем в ограничении жизнедеятельности (RE – Role-Emotional), психическое здоровье (MH – Mental Health) и общее здоровье (GH – General Health). Для получения показателей «физического компонента здоровья» и «психологического компонента здоровья» шкалы необходимо сгруппировать. Физический компонент здоровья (PH – Physical Health) состоит из следующих шкал: физическая активность, роль физических проблем в ограничении жизнедеятельности и общее состояние здоровья. Психологический компонент здоровья (MH – Mental Health) – из психического здоровья, роли эмоциональных проблем в ограничении жизнедеятельности, социальной и жизненной активности.

Каждое измерение вычислялось в соответствии со шкалой 0–100, чем ниже балл, тем ниже КЖ.

Статистические расчеты были произведены в программе IBM SPSS Statistics 21.

Результаты. При анализе результатов, полученных при анкетировании пациентов, было выявлено ухудшение качества жизни по всем параметрам. Обострение БА ведет к существенному снижению физического функционирования больных, что выражается в уменьшении физической активности (PH – 41,0 ± 4,3 балла), которая закономерно падает с возрастом (рис. 1), также в период обострения выявлено значительное влияние физических проблем в ограничении жизнедеятельности (RP – 27,9 ± 6,3 балла).

Роль физических проблем в ограничении жизнедеятельности оказалась статистически значимо ниже в группе женщин и составила 17,00 балла, по сравнению с группой мужчин – 58,33 ($t = 3,60$, $p = 0,002$).

Физическая активность закономерно падает с возрастом и статистически значима меньше в группе женщин. Значительные изменения в повседневную жизнедеятельность обследуемых вносят физические ограничения. Определена тенденция к снижению всех компонентов физического и психического здоровья в группах с тя-

желой и среднетяжелой БА, но различия статистически не значимы. Также выявлено, что влияние проблем физического здоровья на выполнение повседневной работы достоверно больше в группе работающих женщин по сравнению с группой мужчин.

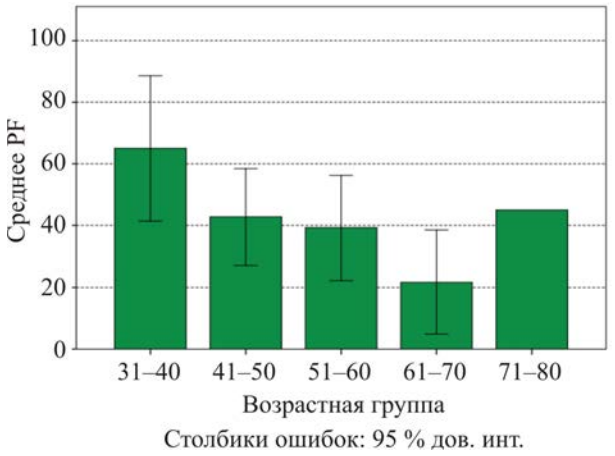


Рис. 1. Изменение физической активности с возрастом

При исследовании показателей выявлена высокая роль эмоциональных проблем (RE – 42,2 ± 7,8 балла) в ограничении жизнедеятельности.

При обострении бронхиальной астмы изменены критерии КЖ, связанные с ментальной сферой, – зафиксировано существенное снижение показателей «жизнеспособности» (VT – 46,2 ± 3,2 балла) и «психическое здоровье» (MH – 55,2 ± 3,4 балла). Выявлена сильная взаимосвязь между жизнеспособностью (VT) пациентов и их психическим здоровьем (MH) (рис. 2). Данное явление делает актуальным внедрение консультаций психотерапевта для пациентов с низким показателем по психическому здоровью.

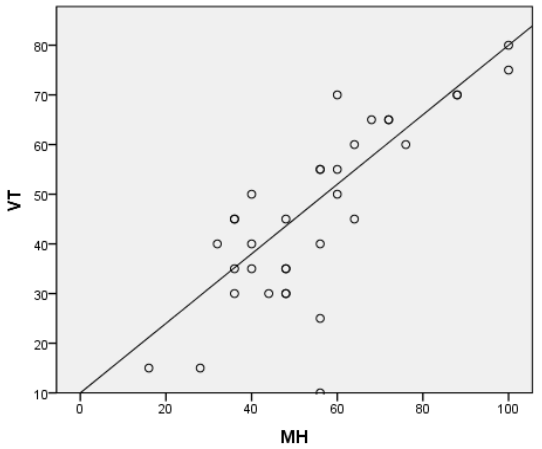


Рис. 2. Корреляция жизнеспособности и психического здоровья:
VT – жизнеспособность; MH – психическое здоровье

БА сопровождается снижением социальной активности больных (SF – 52,2 ± ± 4,5 балла), что свидетельствует о невозможности пациентами полноценно осуществлять социальные связи.

При отсутствии контроля над симптомами БА также определено низкое субъективное восприятие больными БА общего состояния своего здоровья – GH – 44,3 ± 2,3.

Анализ группы работающих и неработающих пациентов по гендерному признаку выявил статистически значимое снижение роли физических проблем в ограничении жизнедеятельности в группе у работающих женщин.

Таким образом, пациенты с бронхиальной астмой страдают низким качеством жизни.

Данные, получаемые при изучении качества жизни пациентов со среднетяжелым и тяжелым течением БА, необходимо учитывать при составлении программ для проведения астма-школы. Также оценка качество жизни возможна и при проведении самой астма-школы, в ходе которой лектор может сформировать группу больных с низкими показателями качество жизни и в дальнейшем определить пути их коррекции.

Выводы:

– роль физических проблем в ограничении жизнедеятельности оказалась в группе женщин достоверно ниже по сравнению с мужчинами ($t = 3,60$, $p = 0,002$);

– выявлена сильная взаимосвязь между жизнеспособностью и психическим здоровьем;

– данные анализа отдельных параметров качества жизни можно использовать при составлении программы астмы-школы, учитывая гендерные особенности и занятость пациентов.

Список литературы

1. Донич С.Г. Качество жизни больных бронхиальной астмой в разные периоды течения заболевания // Украинский пульмонологический журнал. – 2008. – № 3. – С. 20–24.

2. Оценка качества жизни у пациентов с обострением бронхиальной астмы / Ш.З. Загидуллин, Е.С. Галимова, О.А. Суховская, Г.Ю. Ежова // Пульмонология. – 2013. – № 1. – С. 49–53.

3. Clinical factors affecting quality of life of patients with asthma / B. Uchmanowicz, B. Panaszek, I. Uchmanowicz, J. Rosińczuk // Patient Prefer Adherence. – 2016. – № 10. – P. 579–589. DOI: 10.2147/PPA.S103043

4. Global Strategy for Asthma Management and Prevention. – 2020. – 307 p.

5. Health-related quality of life burden in severe asthma / V.M. McDonald, S.A. Hiles, K.A. Jones, V.L. Clark, J. Yorke // Med J Aust. – 2018. – Vol. 16, № 209 (S2). – P. S28–S33. DOI: 10.5694/mja18.00207

Распространенность снижения минеральной плотности костной ткани у учащихся общеобразовательных школ

А.А. Щербаков[1], И.Е. Штина[1], О.Ю. Устинова[1,2], Д.А. Эйсфельд[1]

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

Недостаточная минеральная плотность костной ткани (МПКТ) занимает одно из ведущих мест среди школьно-обусловленной патологии. Ультразвуковая остеоденситометрия – это малозатратный, неинвазивный и не требующий специальных условий метод ранней диагностики снижения МПКТ.

С целью изучения частоты снижения МПКТ у учащихся общеобразовательных школ проведена оценка плотности костной ткани методом ультразвуковой остеоденситометрии. Исследование выполнено 84 мальчикам и 85 девочкам в возрасте от 7 до 17 лет. Учащиеся были разделены на шесть групп наблюдения по половому и возрастному признаку. С учетом наличия или отсутствия признаков снижения МПКТ проведена сравнительная оценка структуры сопутствующей патологии.

Распространенность сниженной МПКТ среди учащихся средних общеобразовательных школ составила от 28 до 65 % в зависимости от возраста и пола учащихся. В начальной школе доля девочек с недостаточной МПКТ была в 1,8 раза выше доли мальчиков (32 и 60 %; $p = 0,01$), в основной школе низкая МПКТ встречалась с близкой частотой (65 и 53 %; $p = 0,2$), а среди старшеклассников – у юношей преобладала в 2 раза чаще, чем у девушек (60 и 28 %; $p = 0,02$). У детей, имеющих недостаточную МПКТ, деформирующую дорсопатию диагностировали в 1,4 раза чаще (62 и 44 %; $p = 0,04$), миопию – в 2 раза (26 и 13 %; $p = 0,04$), функциональную диспепсию – в 1,6 раза (42 против 26 %; $p = 0,02$).

Частота распространения низкой минеральной плотности костной ткани среди школьников достигает 65 %. Необходимо расширение применения ультразвуковой остеоденситометрии с целью своевременного определения МПКТ у учащихся.

Ключевые слова: школьники, минеральная плотность костной ткани, остеоденситометрия.

Образ жизни современных школьников имеет отличительные черты в виде сочетания недостаточной двигательной активности и значительных учебных нагрузок, что оказывает отрицательное влияние на здоровье учащихся [10, 12]. Высокую значимость среди школьно-обусловленной патологии имеют болезни костно-мышечной системы (КМС) и соединительной ткани, включая сниженную минеральную плотность костной ткани (МПКТ) [8]. Согласно статистике Минздрава России, в 2016–2017 гг. количество дебютных случаев деформирующих дорсопатий в Российской Федерации составляет 736,1 случая на 100 тыс. населения. Данный показатель составил 954,7 случая на 100 тыс. населения в Пермском крае, что на 29,7 % выше среднероссийского показателя [13]. Динамика показателей забо-

леваемости имеет слабую объективность за счет заниженных показателей, что, вероятно, связано с неточным учетом статистической информации из-за недостаточного охвата пациентов обследованиями [2]. В приказ Минздрава России, регламентирующий проведение периодических медосмотров несовершеннолетних, проведение денситометрии с целью определения МПКТ не включено [9]. Ультразвуковая остеоденситометрия – малозатратный, неинвазивный и не требующий специальных условий метод ранней диагностики снижения МПКТ [5, 14], не имеющий, в отличие от рентгеновских методов, негативного воздействия на организм [6]. Низкая минерализация костной ткани может являться следствием нарушений состояния эндокринной системы, пищеварительного тракта и пр. [15, 16]. Своевременное выявление пониженной МПКТ и коррекция данного состояния способствуют профилактике заболевания сколиозом, дорсопатиями и плоскостопием [1, 7, 11].

Цель исследования – изучить частоту снижения МПКТ у учащихся общеобразовательных школ по данным ультразвуковой остеоденситометрии и структуру сопутствующей патологии.

Материалы и методы. В процессе исследования ультразвуковая остеоденситометрия проведена 84 мальчикам и 85 девочкам в возрасте от 7 до 17 лет, находящимся на обучении в общеобразовательных школах Пермского края. Учащиеся распределены по группам в зависимости от половой принадлежности и уровня образования. В группу наблюдения 1 вошли 44 мальчика начальной школы (средний возраст 8,5 ± 1,4 г.), в группу наблюдения 2 – 20 мальчиков основной школы (средний возраст 12,4 ± 1,6 г.), в группу наблюдения 3 – 20 учащихся старших классов (средний возраст 16 ± 1 год). В группу наблюдения 4 вошли 30 девочек в возрасте 8,5 ± 1,6 г.; в группу наблюдения 5 – 30 девочек в возрасте 12,6 ± 1,4 г.; в группу наблюдения № 6 – 25 девушек в возрасте 16 ±1 год. Все группы были сопоставимы по социально-экономическому показателю ($p > 0,05$). Для проведения анализа сопутствующей патологии у учащихся в зависимости от наличия или отсутствия низкой МПКТ сформированы группы наблюдения 7 и 8. В группу наблюдения 7 вошли 80 детей с пониженным Z-индексом (–1 и менее), в которой доля мальчиков составила 48,7 %, девочек – 51,3 % ($p = 0,7$). В группу наблюдения 8 – 89 учащихся со значением Z-индекса в пределах нормы (–0,99 и более), в том числе мальчиков 50,6 %, девочек 49,4 % ($p = 0,9$). Критерием исключения из исследования было наличие острой либо хронической патологии КМС в стадии обострения. Измерение МПКТ проводили с помощью ультразвукового остеоденситометра Sunlight Omnisense 7000 (Sunlight Medical Ltd., Израиль) по стандартной методике (Z-индекс) на участке скелета *distal radius*.

Медико-биологические исследования проводили с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (2013) и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICHE6 GCP) [4].

Математическая обработка результатов исследований проводилась с помощью непараметрических методов вариационной статистики. Для оценки достоверности полученных результатов использовали критерий Фишера (сравнение относительных результатов статистических исследований). Различия считались статистически достоверными при $p < 0,05$ [3].

Результаты. Среди обследованных, независимо от пола и возраста, признаки снижения МПКТ, по данным ультразвуковой остеоденситометрии, встречались от 42 % среди учащихся старших классов до 58 % среди учащихся основной школы (табл. 1).

Таблица 1

Результаты ультразвуковой остеоденситометрии обследованных детей, %

Заключение	Учащиеся начальной школы	Учащиеся основной школы	Учащиеся старших классов	p^1	p^2	p^3
Доля детей с вариантом нормы	57	42	58	0,11	0,12	0,90
Доля детей с отклонением от нормы	43	58	42	0,11	0,12	0,90

Примечание: p^1 – достоверность различий между учащимися начальной школы и учащимися основной школы; p^2 – достоверность различий между учащимися основной школы и учащимися старших классов; p^3 – достоверность различий между учащимися начальной школы и учащимися старших классов.

У обследованных мальчиков сниженная МПКТ обнаружена в 32–65 % случаев. Распространенность остеопенического синдрома среди учащихся начальной школы составила 32 %, что в 2 раза реже по отношению к учащимся основной школы (65 % обследованных; $p = 0{,}01$) и в 1,8 раза реже, чем в старших классах (у 60 %; $p = 0{,}02$) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты ультразвуковой остеоденситометрии у мальчиков, %

Заключение	Группа наблюдения 1	Группа наблюдения 2	Группа наблюдения 3	p^1	p^2	p^3
Доля детей с вариантом нормы	68	35	40	0,01	0,20	0,02
Доля детей с отклонением от нормы	32	65	60	0,01	0,20	0,02

Примечание: p^1 – достоверность различий между группой наблюдения 1 и группой наблюдения 2; p^2 – достоверность различий между группой наблюдения 2 и группой наблюдения 3; p^3 – достоверность различий между группой наблюдения 1 и группой наблюдения 3.

В ходе проведенного исследования у девочек установлено, что частота регистрации снижения МПКТ составила 28–60 %. Среди учащихся начальной и основной школы признаки остеопении регистрировали с приблизительно равной частотой (60 и 53 % соответственно; $p = 0{,}18$), и они в 2,1 раза превышали частоту встречаемости у учащихся старших классов (28 %; $p = 0{,}04$–$0{,}01$) (табл. 3).

Анализ частоты выявления низкой МПКТ в начальных классах показал, что доля мальчиков в 2 раза меньше доли девочек (32 против 60 % соответственно; $p = 0{,}01$). У учащихся средних классов сниженную МПКТ регистрировали приблизительно с равной частотой среди лиц обоих полов (65 и 53 % соответственно; $p = 0{,}2$). У учащихся старших классов недостаточная МПКТ обнаруживалась в 2,1 раза чаще у юношей относительно девушек (60 и 28 % соответственно; $p = 0{,}02$) (см. табл. 1–3).

Таблица 3

Результаты ультразвуковой остеоденситометрии у девочек, %

Заключение	Группа наблюдения 4	Группа наблюдения 5	Группа наблюдения 6	p^1	p^2	p^3
Доля детей с вариантом нормы	40	47	72	0,18	0,04	0,01
Доля детей с отклонением от нормы	60	53	28	0,18	0,04	0,01

Примечание: p^1 – достоверность различий между группой наблюдения 4 и группой наблюдения 5; p^2 – достоверность различий между группой наблюдения 5 и группой наблюдения 6; p^3 – достоверность различий между группой наблюдения 4 и группой наблюдения 6.

При анализе сопутствующей патологии обращает на себя внимание, что у детей со пониженной МПКТ по сравнению с детьми, имеющими нормальную МПКТ, в структуре сопутствующей патологии достоверно чаще встречались деформирующая дорсопатия (62 против 44 % соответственно; $p = 0,01$), функциональная диспепсия (42 против 26 %; $p = 0,02$) и миопия (26 против 13 %; $p = 0,04$), а также выявлена тенденция к более частой регистрации низкорослости (9 против 2 %; $p = 0,06$) и белково-энергетической недостаточности (14 против 6 %; $p = 0,07$). Между частотой встречаемости плоской стопы достоверных различий не выявлено (29 и 26 %; $p = 0,7$) (табл. 4).

Таблица 4

Сопутствующая патология, %

Диагноз в анамнезе	Группа наблюдения 7	Группа наблюдения 8	p
Деформирующая дорсопатия неуточненная	62	44	0,01
Низкорослость	9	2	0,06
Легкая белково-энергетическая недостаточность	14	6	0,07
Плоская стопа, приобретенная	29	26	0,7
Миопия	26	13	0,04
Функциональная диспепсия	42	26	0,02

Примечание: p – достоверность различий между группой наблюдения 7 и группой наблюдения 8.

Выводы:

1. Распространенность сниженной МПКТ среди учащихся средних общеобразовательных школ составила от 28 до 65 % в зависимости от возраста и пола. В начальной школе доля девочек с недостаточной МПКТ была в 1,8 раза выше доли мальчиков (32 и 60 %; $p = 0,01$), в основной школе низкой МПКТ встречалась с близкой частотой среди детей обоих полов (65 и 53 %; $p = 0,2$), а среди старшеклассников – у юношей преобладала в 2 раза чаще, чем у девушек (60 и 28 %; $p = 0,02$).

2. У детей с признаками недостаточности МПКТ в структуре сопутствующей патологии чаще встречались: деформирующая дорсопатия – в 1,4 раза ($p = 0,01$), миопия – в 1,9 раза ($p = 0,04$), функциональная диспепсия – в 1,6 раза ($p = 0,02$), белково-энергетическая недостаточность – в 2,4 раза, низкорослость – в 4 раза ($p = 0,06$).

3. Полученные в процессе исследования данные свидетельствуют о необходимости расширения применения ультразвуковой остеоденситометрии с целью своевременной диагностики и профилактики остеопенического синдрома и связанных с ним нарушений состояний здоровья у детского населения.

Список литературы

1. Ахметжанова Д.О., Иванова Р.Л., Лобанов Ю.Ф. Комплексная коррекция механизмов патогенеза недифференцированной дисплазии соединительный ткани и остеопенического синдрома у детей // Медицина (Алматы). – 2018. – № 3 (188). – С. 146–152.

2. Васильев В.В., Перекусихин М.В. Гигиеническая оценка реализации мероприятий по снижению рисков, сохранению и укреплению здоровья детей в общеобразовательных организациях // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 128–135.

3. Гланц С.А. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1999. – 459 с.

4. ГОСТ-Р 52379-2005. Надлежащая клиническая практика: национальный стандарт РФ. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию метрологии, 2005. – 39 с.

5. История внедрения диагностических методов определения нарушения прочности кости / Н.Ю. Крутикова, А.Г. Виноградова, О.А. Юденкова [и др.] // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2018. – № 4 (17). – С. 146–150.

6. История развития и актуальные вопросы компьютерной томографии / М.Р. Мадиева, Д.Т. Раисов, А.Г. Куанышева [и др.] // Наука и здравоохранение. – 2019. – № 4 (21). – С. 100–105.

7. Минеральная плотность кости у детей в разные возрастные периоды / С.В. Мальцев, Г.Ш. Мансурова, Т.В. Колесниченко [и др.] // Практическая медицина. – 2013. – № 6 (75). – С. 106–108.

8. Мальцев С.В., Мансурова Г.Ш. Снижение минеральной плотности кости у детей и подростков: причины, частота развития, лечение // Вопросы современной педиатрии. – 2015. – № 5 (14). – С. 573–578.

9. О Порядке проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних: Приказ Министерства здравоохранения РФ от 10 августа 2017 г. № 514н (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: http://base.garant.ru/71748018/ (дата обращения: 03.03.2021).

10. Подростки: риски для здоровья и их пути решения [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/adolescents-health-risks-and-solutions (дата обращения: 03.03.2021).

11. Профилактика повторных переломов у детей и подростков с низкой минеральной плотностью костей / В.И. Струков, Д.Г. Елистратов, Ю.Г. Щербакова [и др.] // Лечащий врач. – 2015. – № 6. – С. 77.

12. Сетко А.Г., Булычева Е.В., Сетко Н.П. Особенности развития донозологических изменений в психическом и физическом здоровье у учащихся поколения Z // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 158–164.

13. Статистический сборник Министерства здравоохранения 2017 г. [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения Российской Федерации. – URL: https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god (дата обращения: 03.03.2021).

14. Храмцов П.И. Эффективность профилактики и коррекции нарушений функционального состояния костно-мышечной системы у младших школьников в процессе физического воспитания // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 8 (293). – С. 44–45.

15. Imaging findings of metabolic bone disease / C.Y. Chang, D.I. Rosenthal, D.M. Mitchell [et al.] // Radiographics. – 2016. – № 36 (6). – P. 1871–1887. DOI: 10.1148/rg.2016160004

16. Metabolic bone disease in children with chronic gastrointestinal tract condition / A. Świat, A. Wasilewska, I. Bachniak [et al.]. // Pol. Merkur. Lekarski. – 2016. – № 41 (241). – P. 43–46.

Как шум влияет на здоровье человека

М.В. Ващенко

Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области в городе Ростове-на-Дону» Роспотребнадзора,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Рассматривается влияние шума на человека, меры защиты от шума и анализ исследований шума. Эта тема актуальна в связи с прогрессом в технической индустрии, вследствие чего увеличивается шумовое воздействие на человека, что негативно сказывается на нашем организме. Шум пагубно влияет на человека, является агрессивным раздражителем центральной нервной системы человека и наносит вред организму. Решением данной проблемы является установление санитарных норм для источников шума.

Ключевые слова: раздражающий эффект шума, слуховая чувствительность, неблагоприятные условия проживания от воздействия шума, борьба с шумом.

Вся жизнь человека в быту и на работе сопровождается шумовым воздействием. Повышение уровня шума оказывает вредное воздействие на организм человека. В результате длительного воздействия шума нарушается нормальная деятельность сердечно-сосудистой и нервной системы, пищеварительных и кроветворных органов, развивается профессиональная тугоухость, прогрессирование которой может привести к полной потере слуха.

Психологическая оценка шума в основном базируется на понятии восприятия, причем большое значение имеет внутренняя настройка к источнику шума. Она определяет, будет ли шум восприниматься как мешающий. Часто шум, воспроизводимый самим человеком, не беспокоит его, в то время как небольшой шум,

вызванный соседями или каким-нибудь другим источником, оказывает сильное раздражающее воздействие [1–3].

Высокие уровни шума в городской среде являются одним из агрессивных раздражителей центральной нервной системы, способны вызвать ее перенапряжение, а также постоянное напряжение слухового анализатора. Это вызывает увеличение порога слышимости (10 дБ для большинства людей с нормальным слухом) на 10–25 дБ. Шум затрудняет разборчивость речи, особенно при его уровне более 70 дБ. Ущерб, который причиняет слуху сильный шум, зависит от спектра звуковых колебаний и характера их изменения. Опасность возможной потери слуха из-за шума в значительной степени зависит от индивидуальных особенностей человека. Некоторые теряют слух даже после короткого воздействия шума сравнительно умеренной интенсивности, другие могут работать при сильном шуме почти всю жизнь без сколько-нибудь заметной утраты слуха. Постоянное воздействие сильного шума может не только отрицательно повлиять на слух, но и вызвать другие вредные последствия – звон в ушах, головокружение, головную боль, повышенную усталость.

Шум в больших городах сокращает продолжительность жизни человека. Чрезмерный шум может стать причиной нервного истощения, психической угнетенности, вегетативного невроза, язвенной болезни, расстройства эндокринной и сердечно-сосудистой систем. Шум мешает людям работать и отдыхать, снижает производительность труда.

Наиболее чувствительны к действию шума лица старших возрастов. Так, в возрасте до 27 лет на шум реагируют 46 % людей, в 28–37 лет – 57 %, в 38–57 лет – 62 %, а в 58 лет и старше – 72 %. Большое число жалоб на шум у пожилых людей, очевидно, связано с возрастными особенностями и состоянием центральной нервной системы этой группы населения.

Массовые физиолого-гигиенические обследования населения, подвергающегося воздействию транспортного шума в условиях проживания и трудовой деятельности, потверждают его влияние на здоровье людей. При этом изменения функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, слуховой чувствительности зависели от уровня воздействующей звуковой энергии, от пола и возраста обследованных. Наиболее выраженные изменения выявляются у лиц, испытывающих шумовое воздействие в условиях как труда, так и быта, по сравнению с лицами, проживающими и работающими в условиях отсутствия шума.

Наибольшим влиянием шума и вибрации в нашем регионе подвергаются работники воздушного и водного транспорта, механизаторы сельскохозяйственных машин, водители автотранспорта, рабочие на элеваторах, на производствах строительных материалов и другие. На перечисленных предприятиях шум, как правило, превышает установленные нормы.

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» в г. Ростове-на-Дону проводятся измерения уровня шума как в порядке обеспечения государственного надзора, так и при проведении производственного лабораторного контроля на объектах.

В 2020 г. на промышленных предприятиях был выполнен следующий объем измерений по шуму: обследовано 119 рабочих мест, на которых проводились измерения шума, из них 36 (30 %) с превышением предельно допустимого уровня (ПДУ) (в 2019 г. – 253 рабочих места, из них не соответствовали ПДУ – 52 (20 %)).

Реакция человека на шум различна. Некоторые люди терпимы к шуму, у других он вызывает раздражение, стремление уйти от источника шума, но покинуть

рабочее место невозможно. Руководители таких предприятий должны обеспечить сотрудников средствами индивидуальной защиты слуха.

Как следствие, с 2017 по 2020 г. основную нозологическую форму в группе профессиональных заболеваний занимала двусторонняя нейросенсорная тугоухость – 18 случаев, или 85 % от общего числа профзаболеваний.

Шум в значительной мере нарушает сон. Крайне неблагоприятно действуют прерывистые, внезапно возникающие шумы, особенно в вечерние и ночные часы, на только что заснувшего человека. Внезапно возникающий во время сна шум (например грохот грузовика) нередко вызывает сильный испуг, особенно у больных людей и у детей. Шум уменьшает продолжительность и глубину сна. Под влиянием шума уровнем 50 дБ срок засыпания увеличивается на час и более, сон становится поверхностным, после пробуждения люди чувствуют усталость, головную боль, а нередко и сердцебиение. Отсутствие нормального отдыха после трудового дня приводит к тому, что естественно развивающееся в процессе работы утомление не исчезает, а постепенно переходит в хроническое переутомление, которое способствует развитию ряда заболеваний, таких как расстройство центральной нервной системы, гипертоническая болезнь.

Жители все чаще обращаются с жалобами на неблагоприятные условия проживания, обусловленные шумовым воздействием от производственных объектов и предприятий в органы Роспотребнадзора. Так, в 2020 г. в г. Ростове-на-Дону было рассмотрено 90 таких жалоб, 40 из них были обоснованы, что подтверждено лабораторно-инструментальными измерениями, при которых фиксировались превышения предельно допустимого уровня.

Методы и средства защиты от шума. Одним из направлений борьбы с шумом является разработка государственных стандартов на средства передвижения, инженерное оборудование, бытовые приборы, в основу которых положены гигиенические требования по обеспечению акустического комфорта.

Санитарные нормы допустимого шума обуславливают необходимость разработки технических, архитектурно-планировочных и административных мероприятий, направленных на создание отвечающего гигиеническим требованиям шумового режима как в городской застройке, так и в зданиях различного назначения.

Меры борьбы с шумом:

– замена шумных процессов бесшумными или менее шумными;

– улучшение качества изготовления и монтажа оборудования;

– укрытие источников шума;

– вывод работающих людей из сферы шума;

– применение архитектурно-планировочных решений, способствующих снижению шума как в источнике образования, так и на пути его распространения;

– применение индивидуальных защитных средств.

Проведение этих мер позволит обеспечить безопасность и безвредность для человека факторов среды его обитания и благоприятные условия его жизнедеятельности, так как адаптация человека к шуму невозможна. Соблюдение санитарных правил обязательно для всех государственных органов и общественных объединений, предприятий и иных хозяйствующих субъектов, организаций и учреждений, независимо от их подчиненности и форм собственности, а также должностных лиц и граждан.

Список литературы

1. Борьба с шумом / под ред. Е.Я. Юдина. – М., 1964. – 400 с.
2. Пинчук Н.В. Психоакустика и воздействие шума. – М.: Речь, 2007. – 208 с.
3. Профессиональные болезни / под ред. Е.М. Тареева, А.А. Безродных. – М.: Медицина, 1976. – 408 с.

Гигиеническая оценка транспортного шума в административных округах г. Москвы

О.В. Крылова, Н.В. Лазаренко, Т.Л. Бамбуева, А.А. Компанеец

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

Исследован шум транспортных потоков на территории жилой застройки во всех административных округах г. Москвы. Проведены инструментальные измерения уровней шума. По результатам проведенных натурных исследований выполнена оценка максимальных и эквивалентных уровней шума на соответствие санитарно-гигиеническим нормам, а также установлена взаимосвязь между полученными результатами и такими условиями, как тип магистрали, наличие зеленых насаждений между выбранной контрольной точкой и источником шума, наличие или отсутствие шумозащитных экранов. В результате проведенного исследования выявлены наиболее неблагоприятные по фактору шумового воздействия административные округа г. Москвы.

Ключевые слова: шум, транспорт, гигиеническая оценка.

В настоящее время в условиях современного города одним из наиболее распространенных видов загрязнения среды, создающих угрозу физическому и психическому здоровью населения, является шум транспортных потоков. Рост населения города и увеличение плотности жилой застройки обусловливает распространение зон акустического дискомфорта, негативно влияющих на здоровье человека.

Чрезмерное шумовое воздействие в условиях городской среды на данный момент является одним из наиболее вредных техногенных факторов, способных привести к патологическим изменениям нервной системы, нарушению сна и заболеваниям слухового аппарата как у взрослого, так и у детского населения [2, 5, 8]. По данным Всемирной организации здравоохранения около 40 % жителей Европы подвержены влиянию шума транспортных потоков, интенсивность которых в дневное и ночное время суток превышает 60 дБА, а при регулярном воздействии шума на уровне более 80 дБА организм входит в зону возможных необратимых изменений слуха [12].

Согласно государственному докладу Роспотребнадзора «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году», доля измерений шума на территории жилой застройки, не соответствующих сани-

тарно-гигиеническим нормам, в 2019 г. составила 13,4 % (в 2018 г. – 19,8 %, в 2017 г. – 19,2 %, в 2016 г. – 16,6 %). Органами Роспотребнадзора по г. Москве отмечается тенденция к росту числа жалоб населения на шум, среди которых одним из ведущих источником шума, как и в предыдущие годы, остается транспорт [6].

Автотранспортный парк г. Москвы неминуемо растет с каждым годом, что приводит к увеличению общего шумовою фона, создаваемого автомобилями на магистралях. Актуальность данной проблемы обусловливает необходимость проведения мониторинга транспортного шума для своевременного выявления и прогнозирования участков города с наихудшей санитарно-эпидемиологической обстановкой по данному фактору, а также оценки проводимых шумозащитных мероприятий [1]. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия граждан Российской Федерации является одним из условий реализации конституционных прав на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду [4, 7].

Целью исследования является оценка уровня акустического воздействия транспортных потоков в г. Москве с последующим выявлением наиболее неблагоприятных районов по шумовому загрязнению.

Исследование акустической обстановки в административных округах г. Москвы проводились путем натурных измерений в соответствии с требованиями СН 2.2.4/2.1.8.562-96; СанПиН 2.1.2.2801-10 изменения и дополнения № 1 к СанПиН 2.1.2.2645-10 и МУК 4.3.2194-07 [3, 9–10]. Автотранспорт является источником непостоянного шума. Нормируемыми параметрами являются эквивалентные уровни звука $L_{Аэкв}$, дБА, и максимальный уровень звука $L_{Амакс}$, дБА. Измерения уровней шума проводились в дневное время суток в периоды наибольшей интенсивности движения автотранспорта.

Адресный перечень измерений (название улицы и номер дома) сформирован на основании поступающих обращений населения на неблагоприятные условия проживания из-за высокого транспортного шума. Для уточнения акустической ситуации в отношении транспортного шума на текущий момент определялся уровень шума на территориях жилой застройки, непосредственно прилегающих к жилым домам. Измерения выполнены в осенне-зимний период 2020 г., с сентября по декабрь, в дневное время суток. Для проведения измерений по каждому адресу были выбраны три контрольные точки (КТ) и более. Точки измерений располагались вдоль фасадов, ориентированных в сторону потенциальных источников шума (автотранспорт, движения трамваев, движения поездов РЖД, движения поездов на участках линий МЦД и МЦК).

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» по поручению Управления Роспортребнадзора по г. Москве в 2020 г. проводил измерения уровней транспортного шума на территории города в 11 административных округах: Северный административный округ (САО), Северо-Восточный административный округ (СВАО), Восточный административный округ (ВАО), Юго-Восточный административный округ (ЮВАО), Южный административный округ (ЮАО), Юго-Западный административный округ (ЮЗАО), Западный административный округ (ЗАО), Северо-Западный административный округ (СЗАО), Центральный административный округ (ЦАО), Троицкий и Новомосковский административные округа (ТиНАО), Зеленоградский административный округ (ЗелАО).

Всего Центром было обследовано 203 адреса г. Москвы. В 86 % выявлены превышения уровней транспортного шума по максимальному и (или) эквивалент-

ному уровню звука (174 адреса). Превышения максимального уровня звука составили от 11 до 24 дБА, эквивалентного – от 12 до 28 дБА.

Далее представлена обобщенная информация по каждому административному округу г. Москвы.

САО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 27 адресам САО. Из них на 21 адресах были выявлены превышения максимальных уровней звука для дневного времени суток (78 %) и на 23 адресах (85 %) зарегистрированы превышения эквивалентных уровней звука для дневного времени суток.

По результатам натурных исследовании установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 56–94 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 47–79 дБА, при ДУ 70 дБА и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума связаны с высокой и средней интенсивностью движения транспортных средств по Дмитровскому шоссе, улице Большой Академической, Дубнинской улице, ул. Зорге, улице Ивана Сусанина, Клинской улице, Ленинградскому проспекту, Ленинградскому шоссе, улице Линии Октябрьской Железной дороги, Онежской улице, улице Грязодубовой, Петровско-Разумовскому проезду, Коровинскому шоссе, Талдомской улице, улице Яблочково, Вешняковской улице, Косинской улице, улице Красный Казанец и по СВХ.

По классификации данные дороги относятся в основном к классу А2 (магистральная дорога с расчетной скоростью 80–100 км/ч и 6–8 полосами движения) и Б1 (магистрали и улицы районного значения за пределами центра города с расчетной скоростью 60–70 км/ч и 4–6 полосами движения).

Расстояние от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 10 до 180 м, при этом превышения нормативных значений от движения автотранспорта по крупным многополосным магистралям, таким как Дмитровское шоссе, Коровинское шоссе, СВХ, Валаамская улица, регистрируются на расстоянии до 150 м.

В 7 адресах (26 %) превышения уровней шума связаны с шумом от проходящих электричек. По адресу 1-й Войковский проезд, д. 6, к. 1 в 150 м расположена платформа МЦД (Стрешнево) и в 50 м проходят ж/д пути в двух направлениях в сторону платформы Красный Балтиец и в сторону платформы (Покровское-Стрешнево); по адресу Дубнинская, д. 16, к. 6 на расстоянии 115–125 м проходят ж/д пути; по адресу ул. Линии Октябрьской Железной дороги, д. 10А в 80 м проходят ж/д пути Октябрьской железной дороги; по адресу ул. Яблочкова, д. 43В на расстоянии 50–60 м проходят ж/д пути МЦД1; по адресу ул. Вешняковская, д. 1, корп. 1, на расстоянии 700 м проходят ж/д пути Горьковского направления; по адресу ул. Косинская, д. 28, к. 2 на расстоянии 200 м от дома расположены ж/д пути; по адресу ул. Красный Казанец, д. 17 на расстоянии 140 м расположены ж/д пути.

По адресу Волоколамское шоссе, д. 7 зафиксированы превышения уровня звука при прохождении трамвая, рельсы которого расположены в 68 м.

По адресу г. Москва, ул. Ленинградское шоссе, д. 26, стр. 1 и на ул. Линии Октябрьской железной дороги – высадка высокоствольных деревьев плотная. На момент измерений листья с деревьев не опали.

Экранирующие сооружения в виде кавальера и экрана-стенки отсутствуют по всем адресам.

СВАО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 15 адресам СВАО. Из них на 13 адресах (87 %) были выявлены превышения максимальных и эквивалентных значений для дневного времени суток.

По результатам натурных исследовании установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 55–81 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 50–69 дБА, при ДУ 70 и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума на рассматриваемых участках связаны с высокой интенсивностью движения транспортных средств преимущественно по Алтуфьевскому ш., ул. Череповецкая, ул. Яблочкова, Анадырскому проезду, дублеру проспекта Мира, ул. Корнейчука, ул. Бутырская и движения ж/д транспорта по участкам путей Ярославского и Рижского направлений.

По классификации данные дороги относятся в основном к классам А2 (магистральная дорога с расчетной скоростью 80–100 км/ч и 6–8 полосами движения), Б1 (магистрали и улицы районного значения за пределами центра города с расчетной скоростью 60–70 км/ч и 4–6 полосами движения) и В1 (улицы и дороги местного значения в жилой застройке за пределами центра города с расчетной скоростью 60 км/ч и 2–4 полосами движения).

Расстояние от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 10 до 80 м, при этом превышения нормативных значений от движения автотранспорта по крупным многополосным магистралям, таким как Алтуфьевское шоссе, дублер проспекта Мира, регистрируются на расстоянии до 350 м.

Превышения уровней шума от движения ж/д транспорта по участкам путей Ярославского и Рижского направлений регистрируется на расстоянии около 200–230 м от обследуемых домов.

На всех адресах отмечается единичная высадка высокоствольных деревьев вдоль дома или реже плотные полосы озеленения и скверы. Экранирующие сооружения в виде кавальера и экраны-стенки отсутствуют.

Измерения уровней шума в СВАО были проведены преимущественно в конце сентября, в связи с чем в период измерений отмечается наличие лиственного покрова на деревьях.

ВАО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 9 адресам ВАО. Из них на 8 адресах (89 %) были выявлены превышения максимальных и эквивалентных значений для дневного времени суток.

По результатам натурных исследований установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 61–82 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 53–73 дБА, при ДУ 70 и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума на рассматриваемых участках связаны с высокой интенсивностью движения транспортных средств преимущественно по ул. Черкизовская, ул. Красноярская, Окружному проезду, ул. Халтуринская, ул. Вешняковская, ул. Перовская, ул. Красный Казанец, ул. Косинская, Преображенскому валу, участку МКАД.

По классификации данные дороги относятся в основном к классам А2 (магистральная дорога с расчетной скоростью 80–100 км/ч и 6–8 полосами движения), Б1 (магистрали и улицы районного значения за пределами центра города с расчетной скоростью 60–70 км/ч и 4–6 полосами движения) и В1 (улицы и дороги местного значения в жилой застройке за пределами центра города с расчетной скоростью 60 км/ч и 2–4 полосами движения).

Расстояния от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 11 до 100 м, при этом превышения нормативных значений от движения автотранспорта по крупным многополосным магистралям, таким как МКАД, на расстоянии до 200 м.

На всех адресах отмечается высадка газона и единичных высокоствольных деревьев вдоль домов или реже плотные полосы озеленения, шириной не более 30 м. Экранирующие сооружения присутствуют на Перовской улице и между линией железной дороги МЦК и улице Халтуринской.

Измерения уровней шума в ВАО были проведены преимущественно в период с конца сентября до середины ноября, в связи с чем в период измерений отмечается наличие лиственного покрова на деревьях.

ЮВАО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 10 адресам ЮВАО. Из них на 7 адресах были выявлены превышения максимальных уровней звука для дневного времени суток (70 %) и на 9 адресах (90 %) зарегистрированы превышения эквивалентных уровней звука для дневного времени суток. По адресу Ферганский проезд, д. 7, к. 2 нарушений на момент измерений не выявлено.

По результатам натурных исследовании установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 59–85 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 53–67 дБА, при ДУ 70 и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума связаны с высокой и средней интенсивностью движения транспортных средств по ул. Академика Скрябина, ул. Фёдора Полетаева, Нижегородской ул., Покровской ул., улице Полбина, МКАД.

По классификации данные дороги относятся в основном к классам Б1 (магистральная дорога с расчетной скоростью 80–100 км/ч и 6–8 полосами движения) и В1 (транспортные и пешеходные связи в пределах жилых районов и микрорайонов. Связи с магистральными улицами общегородского и районного значения с расчетной скоростью 60 км/ч и 2–4 полосами движения).

Расстояние от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 25 до 142 м, при этом превышения нормативных значений от движения автотранспорта по крупным многополосным магистралям, таким как МКАД и ТТК, регистрируются на расстоянии до 280 м.

По адресу г. Москва, ул. Полбина, д. 20 превышения уровней шума также связано с прохождением электричек через платформу «Кубанская», которая расположена в 200 метрах от дома.

В 70 % процентах случаев отмечается единичная высадка высокоствольных деревьев вдоль дома.

Плотные полосы озеленения, экранирующие сооружения в виде кавальера и экрана-стенки отсутствуют по всем адресам.

ЮАО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 39 адресам ЮАО. Из них на 31 адресах (79 %) были выявлены превышения максимальных и эквивалентных значений для дневного времени суток.

По результатам натурных исследовании установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 52–89 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 47–83 дБА, при ДУ 70 и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума на рассматриваемых участках связаны с высокой интенсивностью движения транспортных средств преимущественно по ул. Трофимова, Ореховый проезду, ул. Липецкая, ул. Севанская, Гурьевскому проезду, участку ТТК, Кожуховскому проезду, Тульской эстакаде, Варшавскому шоссе, дублеру Варшавскому шоссе, участку МКАД и движения ж/д транспорта по МЖД.

По классификации данные дороги относятся в основном к классам А2 (магистральная дорога с расчетной скоростью 80–100 км/ч и 6–8 полосами движения), Б1 (магистрали и улицы районного значения за пределами центра города с расчетной скоростью 60–70 км/ч и 4–6 полосами движения) и В1 (улицы и дороги местного значения в жилой застройке за пределами центра города с расчетной скоростью 60 км/ч и 2–4 полосами движения).

Расстояние от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 15 до 150 м, при этом превышения нормативных значений от движения автотранспорта по крупным многополосным магистралям, таким как участки ТТК и МКАД, Варшавское шоссе, регистрируются на расстоянии до 350 м.

Превышения уровней шума от движения ж/д транспорта по МЖД регистрируется на расстоянии около 80–100 м от обследуемых домов.

На всех адресах отмечается высадка газона и единичных высокоствольных деревьев вдоль домов или реже плотные полосы озеленения. Экранирующие сооружения в виде кавальера и экраны-стенки отсутствуют.

Измерения уровней шума в ЮАО были проведены преимущественно в период с конца сентября до конца ноября, в связи с чем в период измерений отмечается наличие лиственного покрова на деревьях.

ЮЗАО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 41 адресу ЮЗАО. Из них на 14 адресах были выявлены превышения максимальных уровней звука для дневного времени суток (34 %) и на 30 адресах (73 %) зарегистрированы превышения эквивалентных уровней звука для дневного времени суток.

По результатам натурных исследовании установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 50–83 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 45–76 дБА, при ДУ 70 и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума связаны с высокой и средней интенсивностью движения транспортных средств по улице Паустовского, Профсоюзной улице, Улице Ферсмана, 2-й Мелитопольской улице, ул. Адмирала Лазарева, улице Азовской, ул. Академика Варги, ул. Большой Черёмушкинской, Варшавскому шоссе, ул. Генерала Тюленева, ул. Дмитрия Ульянова, ул. Изюмской, Крупской ул., Ленинскому проспекту, ул. Маршала Савицкого, ул. Миклухо-Маклая, Нагорной ул., проезду Карамзина, Ратной улице, Севастопольскому проспекту, Старобитцевской ул., ул. Гримау, Старокачаловской ул. и по Университетскому проспекту.

По классификации данные дороги относятся в основном к классу А2 (магистральная дорога с расчетной скоростью 80–100 км/ч и 6–8 полосами движения) и Б1 (магистрали и улицы районного значения за пределами центра города с расчетной скоростью 60–70 км/ч и 4–6 полосами движения).

Расстояние от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 8 до 160 м, при этом превышения нормативных значений от движения автотранспорта по крупным многополосным магистралям, таким как проспект Вернадского, Ленинский проспект, Севастопольский проспект, МКАД, регистрируются на расстоянии до 500 м.

Между домами и источниками шума есть полосы озеленения. Экранирующие сооружения есть на Ленинском проспекте д. 32, на остальных адресах отсутствуют.

По ряду адресов имеется плотная высадка высокоствольных деревьев с наличием листвы от дома до дороги шириной от 25 до 130 м, а именно: г. Москва, ул. Генера-

ла Тюленева, 29, к. 2, ул. Ферсмана, д. 1, к. 1, ул. Академика Варги, д. 10, ул. Академика Варги, д. 14, ул. Академика Варги, ул. Б. Черемушкинская, д. 2, к. 4, ул. Б. Черемушкинская, д. 26, корпус 1, ул. Генерала Тюленева, д. 29, к. 3, ул. Изюмская, д. 43, корп. 3, проезд Карамзина, д. 5, Севастопольский проспект, д. 12, корпус 2.

ЗАО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 14 адресам ЗАО. Из них на 14 адресах (100 %) были выявлены превышения максимальных и эквивалентных значений для дневного времени суток.

По результатам натурных исследовании установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 60–82 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 58–74 дБА, при ДУ 70 и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума на рассматриваемых участках связаны с высокой интенсивностью движения транспортных средств преимущественно по Аминьевскому шоссе, ул. Крылатская, ул. Шолохова, ул. Мосфильмовская, ул. Никулинская, ул. Большая Филевская, ул. Ярцевская, Можайское шоссе, Мичуринский проспект.

По классификации данные дороги относятся в основном к классам Б1 (магистрали и улицы районного значения за пределами центра города с расчетной скоростью 60–70 км/ч и 4–6 полосами движения) и В1 (улицы и дороги местного значения в жилой застройке за пределами центра города с расчетной скоростью 60 км/ч и 2–4 полосами движения).

Расстояние от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 11 до 30 м, при этом превышения нормативных значений от движения автотранспорта по крупным многополосным магистралям, таким как Мичуринский проспект, Можайское шоссе, регистрируются на расстоянии до 90 м.

На всех адресах отмечается высадка газона и единичных высокоствольных деревьев вдоль домов или реже плотные полосы озеленения. Экранирующие сооружения в виде кавальера и экраны-стенки отсутствуют.

Измерения уровней шума в ЗАО были проведены преимущественно в период с конца сентября до середины ноября, в связи с чем в период измерений отмечается наличие лиственного покрова на деревьях.

СЗАО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 5 адресам СЗАО. Из них на 2 адресах были выявлены превышения максимальных уровней звука для дневного времени суток (40 %) и на 4 адресах (80 %) зарегистрированы превышения эквивалентных уровней звука для дневного времени суток.

По результатам натурных исследовании установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 58–83 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 54–73 дБА, при ДУ 70 и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума связаны с высокой и средней интенсивностью движения транспортных средств по Волоколамскому шоссе, ул. Планерной, ул. Лётной и по Пятницкому шоссе.

По классификации данные дороги относятся в основном к классу А2 (магистральная дорога с расчетной скоростью 80–100 км/ч и 6–8 полосами движения) и Б1 (магистрали и улицы районного значения за пределами центра города с расчетной скоростью 60–70 км/ч и 4–6 полосами движения).

Расстояние от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 15 до 63 м.

Между домами и источниками шума есть полосы озеленения. Экранирующие сооружения в виде кавальера и экрана-стенки отсутствуют по всем адресам.

По адресу г. Москва, ул. Планерная, д. 22, корп. 1 – высадка высокоствольных деревьев (с листвой) средней плотности вдоль дома, шириной от 11 до 30 м.

По адресу г. Москва, Пятницкое шоссе, дом 37 – высадка высокоствольных деревьев (с листвой) средней плотности вдоль дома, шириной 26 м.

ЦАО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 8 адресам ЦАО. Из них на 7 адресах (88 %) были выявлены превышения максимальных и эквивалентных значений для дневного времени суток.

По результатам натурных исследовании установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 60–84 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 53–74 дБА, при ДУ 70 и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума на рассматриваемых участках связаны с высокой интенсивностью движения транспортных средств преимущественно по Олимпийскому проспекту, Сущевскому Валу, Новорижской эстакаде, проспекту Мира, Пресненкому Валу.

По классификации данные дороги относятся в основном к классам А2 (магистральная дорога с расчетной скоростью 80–100 км/ч и 6–8 полосами движения), Б1 (магистрали и улицы районного значения за пределами центра города с расчетной скоростью 60–70 км/ч и 4–6 полосами движения) и В1 (улицы и дороги местного значения в жилой застройке за пределами центра города с расчетной скоростью 60 км/ч и 2–4 полосами движения).

Расстояние от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 10 до 80 м, при этом превышения нормативных значений от движения автотранспорта по крупным многополосным магистралям, таким как Алтуфьевское шоссе, дублер проспекта Мира, регистрируются на расстоянии до 350 м.

Превышения уровней шума от движения ж/д транспорта по участкам путей Ярославского и Рижского направлений регистрируются на расстоянии около 200–230 м от обследуемых домов.

На всех адресах отмечается единичная высадка высокоствольных деревьев вдоль дома или реже плотные полосы озеленения и скверы. Экранирующие сооружения в виде кавальера и экраны-стенки отсутствуют.

Измерения уровней шума в ЦАО были проведены преимущественно с конца сентября до конца октября, в связи с чем в период измерений отмечается наличие лиственного покрова на деревьях.

ТиНАО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 31 адресам ТиНАО. На всех адресах (100 %) были выявлены превышения максимальных и эквивалентных значений для дневного времени суток.

По результатам натурных исследовании установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 60–84 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 53–72 дБА, при ДУ 70 и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума на рассматриваемых участках связаны с высокой интенсивностью движения транспортных средств преимущественно по Калужскому шоссе, ул. Александра Печерского, ул. Александры Монаховой, ул. Саларьевской, ул. Николо-Хованской.

По классификации данные дороги относятся в основном к классам А2 (магистральная дорога с расчетной скоростью 80–100 км/ч и 6–8 полосами движения) и Б1 (магистрали и улицы районного значения за пределами центра города с расчетной скоростью 60–70 км/ч и 4–6 полосами движения).

Расстояние от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 10 до 80 м, при этом превышения нормативных значений от движения автотранспорта по крупным многополосным магистралям, таким как Калужское шоссе, дублер Калужского шоссе, регистрируются на расстоянии до 290 м.

На всех адресах отмечается единичная высадка высокоствольных деревьев вдоль дома. Плотные полосы озеленения, экранирующие сооружения в виде кавальера и экраны-стенки отсутствуют.

Измерения уровней шума в ТиНАО были проведены преимущественно в течение октября, в связи с чем в период измерений отмечается наличие лиственного покрова на деревьях.

ЗелАО. Измерения уровней транспортного шума проведены на территории жилой застройки по 4 адресам ЗелАО. Из них на 3 адресах были выявлены превышения максимальных уровней звука для дневного времени суток (75 %) и на всех адресах (100 %) зарегистрированы превышения эквивалентных уровней звука для дневного времени суток.

По результатам натурных исследований установлено, что в дневной период максимальные уровни звука находятся в диапазоне 50–82 дБА, эквивалентные уровни звука в диапазоне 53–73 дБА, при ДУ 70 и 55 дБА соответственно.

Превышения уровней шума на рассматриваемых участках связаны с высокой и средней интенсивностью движения транспортных средств преимущественно по Панфиловскому проспекту, Центральному проспекту, Солнечной аллее, ул. Александровка, ул. Михайловка.

По классификации данные дороги относятся в основном к классу А2 (магистральная дорога с расчетной скоростью 80–100 км/ч и 6–8 полосами движения).

Расстояние от обследуемых домов до источников шума составляет в среднем от 17 до 235 м, при этом превышения нормативных значений от движения автотранспорта по крупным многополосным магистралям, таким как Центральный проспект, Солнечная аллея, регистрируются на расстоянии от 38 до 85 м.

По адресу г. Москва, г. Зеленоград, корпус 837, превышения уровней шума связаны с близким расположением платформы «Крюково» (на расстоянии 235 м), через которую проходят электрички и пассажирские поезда Ленинградского направления, в том числе и скоростные поезда типа САПСАН (ж/д пути в 75 м от дома), также постоянно ведется оповещение по громкой связи.

Между домами и источниками шума есть плотные полосы озеленения от 7 м. Экранирующие сооружения в виде кавальера и экрана-стенки отсутствуют.

По адресу г. Москва, г. Зеленоград, корпус 405 – высадка высокоствольных деревьев плотная. На момент измерений листья с деревьев не опали.

Выводы. Анализ полученных в ходе проведения натурных измерений данных дает возможность определить наиболее проблемные зоны мегаполиса. На первом месте по уровню транспортного шума из обследованных территорий, где регистрируются наибольшие превышения, находятся территории САО (превышения максимальных и эквивалентных уровней звука до 24 дБА для дневного периода) и ЮАО (превышения максимальных уровней звука до 19 дБА, эквивалентных – до 28 дБА для дня). Это связано с близостью расположения вылетных магистралей г. Москвы (категория дорог А2), с высокой интенсивностью и скоростью движения к территории жилой застройки: Дмитровское шоссе (расстояние около 13 м), Ленинградское шоссе (расстояние около

15 м), Ленинградский проспект (расстояние около 17 м), Липецкая ул. (расстояние около 15 м), Каширское шоссе и ТТК (расстояние около 40 м).

Наименьший уровень эквивалентного уровня звука при движении транспорта на обследованных территориях (12–14 дБА) выявлен на территории СВАО и ЮВАО, что связано с категорией дорог (В1 – дороги местного значения), прилегающих к жилой застройке, низкой интенсивностью движения автотранспорта и удаленностью от магистральных дорог и улиц общегородского значения.

Обследованные территории остальных округов по воздействию транспортного шума находятся на одном уровне: превышения по максимальному уровню звука 11–15 дБА, превышения по эквивалентному уровню звука до 17–21 дБА в таких административных округах, как ВАО, ЮЗАО, ЗАО, СЗАО, ЦАО, ТиНАО, ЗелАО.

В ходе проведения исследования с последующим анализом полученных данных была выявлена взаимосвязь между диапазоном превышений в обследуемых точках и категорией дороги, скоростью движения транспортного потока, интенсивностью движения на момент проведения измерений, удаленностью магистрали от точки измерения, наличия или отсутствия шумозащитных экранов, зеленых насаждений, а также возможного расположения источника шума на другом уровне (высоте) в случае многоуровневых дорог.

Список литературы

1. Васильев А.В., Шевченко Д.П. О проблемах снижения шума транспортных потоков урбанизированных комплексов // Наука, техника, образование г. Тольятти и Волжского региона (часть 2). – Тольятти, 2001. – С. 480–489.

2. Молдованов В.В., Сафонкина С.Г. Совершенствование методологии управления здоровьем детей, обучающихся в образовательных учреждениях мегаполиса // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 1 (250). – С. 14–16.

3. МУК 4.3.2194-07. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200050920 (дата обращения: 02.03.2021).

4. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2015. – № 3. – С. 5–9.

5. Осипов Г.Л. Справочник проектировщика. Защита от шума в градостроительстве. – М.: Стройиздат, 1993. – 195 с.

6. 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, 2020. – 299 с.

7. Полунина Н.В., Пивоваров Ю.П., Милушкина О.Ю. Профилактическая медицина – основа сохранения здоровья населения // Вестник РГМУ. – 2018. – № 5. – С. 5–13.

8. Современные тенденции физического развития детей и подростков / Н.А. Скоблина, В.Р. Кучма, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 8. – С. 9–12.

9. 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: https://docs.cntd.ru/document/902222351? marker=6540IN (дата обращения: 02.03.2021).

10. СанПиН 2.1.2.2801-10. Изменения и дополнения N 1 к 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: https://docs.cntd.ru/document/902256358 (дата обращения: 02.03.2021).

11. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901703278 (дата обращения: 02.03.2021).

12. Evans G.W. Community noise exposure and stress on children // Journal of the Acoustical Society of America. – 2001. – № 109. – P. 1023–1027. DOI: 10.1121/1.1340642

Шум трансформаторных подстанций. Санитарно-гигиенический контроль уровней проникающего шума. Проблемы снижения уровней шума до допустимых санитарными нормами значений

Д.В. Понофидин, М.Ю. Владимиров, А.Н. Эшмекеев

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

Рассматривается проблема снижения шума, проникающего из трансформаторных подстанций в прилегающую застройку. Описаны пути распространения шума и возможные шумо-, виброзащитные мероприятия для снижения проникающего шума. Рассмотрены акустические эффективности шумозащитных мероприятий. Рассмотрен пример реализации шумо-, виброзащитных мероприятий.

Ключевые слова: шум трансформаторов, шумо-, виброзащитные мероприятия, виброопоры, структурный шум, измерения уровней шума, допустимые уровни шума.

Шум является одним из наиболее распространенных и агрессивных факторов городской среды, воздействующих на здоровье человека. Борьба с шумом является весьма актуальной проблемой, от решения которой во многом зависит возможность комфортного проживания в жилых зданиях или пребывания в нормируемых помещениях общественных зданий.

В настоящее время строится большое количество жилых и административных зданий, торговых центров, спортивных объектов и т.п. Для всех вновь возводимых зданий, а также реконструируемых объектов необходимо электроснабжение. Необходимое электроснабжение обеспечивают трансформаторные подстанции (далее по

тексту – ТП), которые трансформируют напряжение 10 или 20 кВ в напряжение 0,4 кВ. Трансформаторные подстанции выполнены как отдельно стоящими строениями, так и встроенными объектами. Как правило, в трансформаторной подстанции находятся четыре помещения: два трансформаторных блока (луч А и луч В с сухими или масляными силовыми трансформаторами), помещение РУ-10 (20) кВ, помещение РУ-0,4 кВ. Необходимо отметить, что масляные трансформаторы размещают только в отдельно стоящих строениях, так как они пожароопасны.

В процессе трансформации силовые трансформаторы выделяют большое количество тепла, поэтому для трансформаторных блоков требуется значительный воздухообмен, достигающий в зависимости от мощности трансформатора величины – $10^4 м^3/ч$. Воздухообмен в трансформаторных блоках ТП обычно осуществляется с помощью естественной приточно-вытяжной вентиляции через жалюзийные решетки ворот и жалюзийные решетки стен трансформаторных блоков, расположенных на фасаде или фасадах здания (в случае выполнения ТП отдельно стоящим строением или встроенным объектом на первом этаже какого-либо здания). Если встроенная ТП находится в подвальных этажах здания, то для обеспечения необходимого воздухообмена применяется приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением[1].

Источниками шума в ТП являются трансформаторы. Если встроенная ТП находится в подвальных этажах здания, то источниками шума являются также системы приточно-вытяжной вентиляции.

Давайте рассмотрим пути проникновения шума в нормируемые помещения жилых и общественных зданий.

Сначала рассмотрим отдельно стоящее строение ТП (рис. 1).

Рис. 1. Отдельно стоящее строение ТП

Как было указано выше, воздухообмен в трансформаторных блоках такой ТП осуществляется с помощью естественной приточно-вытяжной вентиляции через жалюзийные решетки ворот и жалюзийные решетки стен. Шум на приле-

[1]Далее любое упоминание в статье элементов систем приточной и вытяжной вентиляции относится к системам вентиляции, обслуживающих ТП.

гающую к зданию ТП территорию проникает двумя путями: 1) воздушный шум от трансформатора проникает на прилегающую территорию через открытые проемы воздухообмена (жалюзийные решетки) и металлические ворота, имеющие слабую звукоизоляцию; 2) структурный шум трансформатора распространяется на ограждающие конструкции строения ТП, в том числе ворота и двери. Металлические ворота и двери работают как мембраны, преобразуя структурный шум в воздушный. На прилегающей к строению ТП территории шумы, распространяющиеся рассмотренными путями, суммируются, и далее «суммарный» шум проникает в нормируемые помещения через окна. Обычно путем 2 пренебрегают, и виброопоры, снижающие частотные амплитуды структурного шума, для трансформаторов не устанавливают, что напрасно. Достаточно часто шум, распространяющийся путем 2, является если не определяющим, то сопоставимым по уровням с шумом, распространяющимся путем 1.

При размещении ТП в жилых и общественных зданиях, рассмотрим два варианта размещения:

1. Размещение ТП на первом этаже здания (рис. 2). При таком размещении воздухообмен в трансформаторных блоках, как правило, осуществляется с помощью естественной приточно-вытяжной вентиляции через жалюзийные решетки ворот и жалюзийные решетки стен.

Рис. 2. Размещение ТП в жилых и общественных зданиях

2. Размещение ТП в подземном этаже здания. При таком размещении воздухообмен в трансформаторных блоках осуществляется с помощью приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением.

Рассмотрим пути проникновения шума в нормируемые помещения при указанных вариантах размещения ТП в жилых и общественных зданиях.

Для варианта размещения 1 возможны две ситуации:

– нормируемое помещение находится в здании, соседнем со зданием, в котором размещено ТП. В этом случае пути проникновения шума такие же, как и в случае с отдельно стоящим строением ТП;

– нормируемое помещение находится в здании, в котором размещено ТП. В этом случае помимо «суммарного» шума, проникающего через окно, добавляется шум от ограждающих конструкций самого нормируемого помещения. Этот шум возникает при проникновении структурного шума непосредственно от трансформаторов.

Для варианта размещения 2 также возможны две ситуации:

– нормируемое помещение находится в здании, соседнем со зданием, в котором размещено ТП. В этом случае источниками шума являются системы приточно-вытяжной вентиляции. Шум излучается через воздухозаборы систем приточной вентиляции, выбросы систем вытяжной вентиляции и от корпусов вентиляторов (если вентиляторы расположены открыто);

– нормируемое помещение находится в здании, в котором размещено ТП. Если нормируемое помещение примыкает через ограждающие конструкции (перекрытия, стены) к трансформаторному блоку или к венткамере, то воздушный шум от источников шума (трансформатора, вентиляторов) проникает через ограждающие конструкции в нормируемое помещение. К проникающему через ограждающие конструкции воздушному шуму добавляется шум от ограждающих конструкций самого нормируемого помещения при проникновении на них структурного шума от трансформаторов и вентиляторов. Также в нормируемое помещение, через окно может проникать шум от воздухозаборов, выбросов систем приточно-вытяжной вентиляции.

В настоящее время жалоб на шум от оборудования ТП достаточно много. Это обусловлено большим количеством вводимых в эксплуатацию ТП. И если электротехническая часть проектных работ выполняется достаточно грамотно, то проблемам шума и вибрации (распространению структурного шума) проектировщики уделяют очень мало внимания.

По результатам рассмотрения жалоб территориальные органы Роспотребнадзора назначают проведение измерений уровней шума в жилых комнатах квартир или других нормируемых помещениях. Измерения уровней шума проводит ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» и его филиалы. Так как оборудование ТП работает круглосуточно, то измерения проводятся преимущественно в ночное время суток, после 23 ч. Если ТП выполнена отдельным строением, то, как было указано выше, шум при работе трансформаторов ТП проникает в нормируемое помещение через окно. Согласно МУК 4.3.2194-07 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях» [1], измерения уровней шума проводятся в жилой комнате в трех точках при приоткрытой створке окна на 15 см (в режиме проветривания) и закрытой межкомнатной двери. Шум при работе оборудования ТП – постоянный. В большинстве случаев выявляется тональный характер шума. Тональности выявляются на третьоктавных частотах 100, 200 и 400 Гц. Причем для сухих трансформаторов тональности выявляются преимущественно на третьоктавных частотах 200 и 400 Гц. Для масляных – на третьоктавных частотах 100 и 200 Гц, в некоторых случаях – на третьоктавной частоте 400 Гц. Также могут выявляться тональности при работающих системах приточно-вытяжной вентиляции в широком третьоктавном диапазоне – 31,5 – 630 Гц.

Если ТП встроенная, и нормируемое помещение жалобщика находится в том же здании, что и ТП, то возможны два варианта проведения измерений:

1) если окно нормируемого помещения ориентировано[1] на ворота, решетки, воздухозаборы систем приточной вентиляции, выбросы систем вытяжной вентиляции, вентиляторы, расположенные открыто, то измерения уровней шума в норми-

[1]Телесный угол ориентирования составляет 2π рад.

руемом помещении проводятся как с приоткрытым, так и с полностью закрытым окном помещения;

2) если окно не ориентировано на элементы ограждения трансформаторных блоков ТП, на воздухозаборы, выбросы и вентиляторы, расположенные открыто, то измерения уровней шума в нормируемом помещении проводятся с полностью закрытым окном помещения.

При выявлении превышений допустимых санитарными нормами значений уровня звука по шкале «А» и уровней звукового давления в октавном частотном диапазоне 31,5–8000 Гц, представленных в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [2], необходимо выполнить шумо-, виброзащитные мероприятия. Причем практически всегда нужно начинать с выполнения виброзащитных мероприятий.

Если нормируемое помещение находится в том же здании, что и ТП, а жалобщика беспокоит шум при закрытом окне помещения при работе оборудования ТП, и измерения выявляют тональный характер шума на третьоктавных частотах: 100, 200 или 400 Гц, то нужно начинать с виброизоляции трансформаторов. Трансформаторы нужно устанавливать на резиновые виброопоры. Хорошо обеспечивают снижение структурного шума виброопоры следующих типов: ОПВГ-60, ЕК, ЕМ. Причем наилучший результат снижения частотных амплитуд структурного шума показывает применение виброопор типа ЕМ. Виброопоры следует подбирать по нагрузке, близкой к максимальной (75–90 % от максимальной нагрузки). При монтаже трансформатора на виброопоры необходимо использовать гибкие вставки на шинопроводах 0,4 кВ. Если имеет место превышение уровней шума при работе систем приточно-вытяжной вентиляции, то необходимо проводить виброзащитные мероприятия для вентиляторов вентсистем. В этом случае для виброизоляции вентиляторов рекомендуется использовать виброопоры типа ЕМ, а также виброизоляторы ВИ-1 (при нагрузке поперек каналов перфорации). Виброопоры или виброизоляторы следует подбирать по нагрузке, близкой к максимальной (75–90 % от максимальной нагрузки). Также необходимо установить гибкие вставки в местах присоединения воздуховодов к вентиляторам систем приточно-вытяжной вентиляции. Необходимо виброизолировать воздуховоды в местах их прохождения через стены и перекрытия здания. Зазоры между отверстиями в ограждающих конструкциях и воздуховодами должны быть заполнены эластичным пенополиуританом ППУ-Э, жгутами из материала «Вилатерм» и т.п. материалами.

Если нормируемое помещение находится в том же здании, что и ТП, при этом жалобщика беспокоит шум при открытом окне помещения, и при этом фиксируются превышения допустимых уровней шума, следует выявить источники внешнего шума: открытые проемы воздухообмена, ворота на ограждающих конструкциях трансформаторных блоков ТП, а также воздухозаборы, выбросы и вентиляторы, расположенные открыто. Если в этом случае источниками внешнего шума являются трансформаторы, необходимо в первую очередь проводить их виброизоляцию для исключения передачи структурного шума на ворота. А далее, если это необходимо, проводить шумозащитные мероприятия. Наиболее эффективные шумозащитные мероприятия – звукопоглощающие облицовки стен и потолков трансфор-

маторных блоков (рис. 3), установка пластинчатых глушителей шума или шумопоглощающих решеток на проемах воздухообмена. Установка глушителей шума или шумопоглощающих решеток (рис. 4) возможна, если уменьшенные при таком мероприятии воздушные проемы (площадь воздушных проемов уменьшается ориентировочно в 2 раза) еще будут обеспечивать надлежащий воздухообмен в трансформаторных блоках.

Рис. 3. Звукопоглощающие облицовки стен и потолков трансформаторных блоков

Рис. 4. Установка глушителей шума или шумопоглощающих решеток

Звукопоглощающая облицовка представляет собой звукопоглощающие минераловатные плиты на базальтовой основе толщиной 50 мм в один или два слоя (суммарная толщина двух слоев – 100 мм) в оболочке из звукопрозрачного материала (стеклоткань) при плотном контакте с поверхностью стен и потолков. Поверх стеклоткани монтируется сварная оцинкованная металлическая сетка по каркасу из металлических профилей, которая фиксирует минераловатные плиты. Акустическая эффективность такой облицовки достигает 5–25 дБ в октавном диапазоне частот 63–8000 Гц, что в большинстве случаев вкупе с установкой виброопор для трансформаторов полностью решает проблему с шумом.

Если источниками внешнего шума являются системы приточно-вытяжной вентиляции, то возможные шумозащитные мероприятия: установка глушителей шума в трактах воздухозаборов систем приточной вентиляции и в воздуховодах

нагнетания систем вытяжной вентиляции. Если вентиляторы расположены открыто – монтаж звукоизолирующих кожухов для вентиляторов.

Рассмотрим самый распространенный вариант – нормируемое помещение находится в здании, соседнем со строением ТП. Жалобщика беспокоит шум при открытом окне помещения, и при этом фиксируются превышения допустимых уровней шума при работе трансформаторов ТП. В этом случае необходимо в первую очередь проводить виброизоляцию трансформаторов для исключения передачи структурного шума на ворота. А далее, если это необходимо, проводить шумозащитные мероприятия, рассмотренные выше.

Далее рассмотрим пример выполнения шумо-, виброзащитных мероприятий для трех отдельно стоящих ТП. Для электроснабжения жилого комплекса были построены три отдельно стоящие ТП1, ТП2 и ТП3 (рис. 5). В каждом из двух трансформаторных блоков ТБ-А, ТБ-Б ТП1, ТП2 и ТП3 установлены масляные трансформаторы ТМГ21-1000/10-У1 мощностью 1000 кВА. Воздухообмен в трансформаторных блоках ТБ-А, ТБ-Б ТП1, ТП2 и ТП3 осуществляется с помощью естественной приточно-вытяжной вентиляции.

Рис. 5. Выполнение шумо-, виброзащитных мероприятий для трех отдельно стоящих ТП

Расстояние от ТП1 до корпуса 5 составляет 19 м, расстояние от ТП2 до корпуса 5 – 25 м, расстояние от ТП3 до корпуса 5 – 32 м. Жители корпуса 5 жилого комплекса пожаловались в ТО Управления Роспотребнадзора г. Москвы на сильный шум при работе трансформаторов ТП1, ТП2 и ТП3. По поручению ТО Управления Роспотребнадзора г. Москвы сотрудником ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» были проведены измерения уровней шума в ночное время суток (с 23:00 до 23:50) в жилой комнате квартиры одного из жалобщиков. Необходимо отметить, что окно жилой комнаты квартиры находится в 20 м от ТП1, в 26 м от ТП2 и в 33 м от ТП3.

В результате проведенных измерений было установлено, что на момент проведения измерений уровни суммарного шума, в том числе при работе оборудования

ТП1, ТП2 и ТП3, проникающие в жилую комнату квартиры корпуса 5, превышали допустимые для ночного времени суток значения на 16 дБ по шкале «А», на 4 дБ на частоте 250 Гц, на 21 дБ на частоте 500 Гц и на 6 дБ на частоте 1000 Гц. Причем была выявлена тональность на третьоктавной частоте 400 Гц. Субъективно шум трансформаторов отчетливо прослушивался.

Управляющая компания жилого комплекса поручила фирме «СтопШум» (ИП Эшмекеев А.Н.) разработать и выполнить шумо-, виброзащитные мероприятия для снижения уровней шума трансформаторов ТП1, ТП2 и ТП3, проникающего в прилегающую жилую застройку.

Для разработки шумо-, виброзащитных мероприятий были выполнены акустические расчеты уровней проникающего шума. В качестве исходных данных были использованы уровни шума на прилегающей к ТП1, ТП2 и ТП3 территории, в 1 м от ворот с жалюзийными решетками и в 1 м от стен с жалюзийными решетками трансформаторных блоков. Измерения уровней шума в 1 м от ограждающих конструкций трансформаторных блоков ТП1, ТП2 и ТП3 проводились ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве». Акустические расчеты показали, что уровни звукового давления в расчетных точках, выбранных в корпусах 5 и 6 жилого комплекса, при работе трансформаторов ТП1, ТП2 и ТП3 превышают допустимые санитарными нормами значения для дневного и ночного времени суток. По результатам акустических расчетов были разработаны и выполнены следующие шумо-, виброзащитные мероприятия:

1) каждый из шести трансформаторов был установлен на виброизолированную раму (рис. 6). Для виброизоляции рам были использованы виброопоры ЕМ. Модели виброопор были подобраны по нагрузке на опору – 90 % от максимальной;

Рис. 6. Виброизоляция рам

2) в трансформаторных блоках были выполнены звукопоглощающие облицовки стен, потолков и частей ворот (рис. 7).

После выполнения работ были проведены измерения уровней шума у фасадов корпусов 5 и 6 жилого комплекса в ночное время суток. У фасада корпуса 6 не было выявлено превышений уровней шума для ночного времени суток. У фасада корпуса 5 было выявлено превышение на 3 дБ допустимого уровня звукового давления на частоте 500 Гц, а также превышение на 2 дБ допустимого уровня звука по шкале «А».

Далее были выполнены дополнительные шумозащитные мероприятия – был произведен монтаж поворотов воздуховодов с внутренней звукопоглощающей об-

лицовкой для вентиляционных решеток стен трансформаторных блоков (лучи Б) ТП1 и ТП2 (рис. 8).

Рис. 7. Звукопоглощающие облицовки стен

Рис. 8. Монтаж поворотов воздуховодов с внутренней звукопоглощающей облицовкой для вентиляционных решеток стен трансформаторных блоков (лучи Б) ТП1 и ТП2

После выполнения дополнительных шумозащитных мероприятий сотрудником ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» были проведены измерения уровней шума в ночное время суток в той же жилой комнате квартиры корпуса 5, где ранее, до проведения шумо-, виброзащитных мероприятий, были выявлены превышения уровней шума при работе трансформаторов. Были проведены измерения как при работе трансформаторов, так и при полностью выключенном электротехническом оборудовании ТП1, ТП2 и ТП3. Измерения показали, что уровни шума в жилой комнате корпуса 5 жилого комплекса при работе трансформаторов ТП1, ТП2, ТП3 не превышают допустимые значения для ночного времени суток. Причем не было выявлено никаких тональностей в третьоктавном диапазоне частот.

Выполненный комплекс шумо-, виброзащитных мероприятий привел к снижению уровней проникающего шума до допустимых санитарными нормами значений.

Список литературы

1. МУК 4.3.2194-07. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях. – М., 2007. – 21 с.

2. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 01.04.2021).

Сравнительная гигиеническая оценка физических факторов неионизирующей природы, воздействующих на учеников

Д.В. Ланин[1,2,3], К.Н. Лихачев[1,4], А.А. Сабитова[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[3]ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера»,
[4]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» Роспотребнадзора,
г. Пермь, Россия

Обследованы учебные кабинеты двух общеобразовательных учебных заведений, одно в г. Перми, второе в г. Кунгуре Пермского края.

Осуществлена сравнительная гигиеническая оценка уровней физических факторов неионизирующей природы, воздействующих на обучающихся в учебном процессе.

Использованы метод натурных наблюдений, аналитический метод, метод сравнительного анализа. Проведены измерение и оценка шумового воздействия, уровней освещенности, коэффициента пульсации освещенности, электромагнитного излучения, аэроионного состава воздуха. В каждом объекте обследовано по 5 классных комнат (всего 10, их них 8 кабинетов для теоретических занятий – по 4 в каждом объекте и 2 кабинета информатики – по одному в каждом объекте). Измерения проводились на основании нормативно-методических документов в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Полученные результаты сравнивались с нормативными показателями. Также проведены анкетирование учителей и оценка времени воздействия изученных факторов (хронометраж).

В целом при гигиенической оценке, несмотря на присутствие в образовательном учреждении г. Перми в сравнении с образовательным учреждением в г. Кунгуре большего числа источников неионизирующего электромагнитного излучения, не обнаружено выраженных отклонений от нормативных значений уровней исследованных физических факторов в обоих исследуемых объектах.

Ключевые слова: физические факторы, электромагнитное излучение, учебное место.

Образование лежит в основе всех сфер жизнедеятельности общества. При этом оно набирает все более высокие темпы своего развития и проявляет новые черты и формы [5]. Одной из современных форм образования является онлайн-

образование, когда в учебный процесс вовлечены различные гаджеты, электронные устройства. Влияние их на организм неоднозначно.

Большое количество работ посвящено изучению неблагоприятного влияния электронных устройств на организм человека [8, 9]. Особое место в данном вопросе занимает влияние электромагнитного излучения от электронных устройств на детский организм как во время учебы, так и во внеучебное время. Имеется достаточное количество работ по данному вопросу [4, 16]. Однако нормативного закрепления времени работы с электронными устройствами до недавнего времени не было. Вместе с тем государство в лице санитарно-эпидемиологической службы, понимая важность вопроса, разрабатывает подходы к урегулированию влияния «гаджетов» на детей. Так 01.03.2021 г. вступил в силу новый СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [11], в котором впервые появляется нормирование времени работы детей с «электронными средствами обучения» (таблица 6.8 названного СанПиНа). Однако до настоящего времени нет достаточных сведений по комплексной гигиенической оценке физических факторов, воздействующих на детей в учебном процессе. Таким образом, **целью настоящего исследования** являлась оценка физических факторов внешней среды, воздействующих на обучающихся в условиях разной степени «нагруженности» источниками излучения физических факторов учебной среды.

Материалы и методы. Проведены обследования учебных классов и измерения в них физических факторов (шума, искусственной освещенности и коэффициентов пульсации, уровней электромагнитного излучения, отрицательных и положительных аэроионов) в одной из гимназий г. Перми (объект 1), образовательная среда в данном учреждении имеет более значительную «электромагнитную нагрузку» в связи с наличием и использованием в учебном процессе электронных устройств (электронных средств обучения), таких как электронные доски (Smartboard SBD600 series) и Wi-Fi-маршрутизаторы (Huawei hg8145v5), создающих дополнительное неионизирующее излучение, которое может вносить вклад в общую нагрузку физическими факторами учебного процесса. Осуществлено сравнение соответствующих данных одной из средних общеобразовательных школ г. Кунгура (объект 2), образовательная среда в которой имеет «ординарные» уровни «нагруженности» по физическим факторам. На каждом рабочем месте в каждой из исследованных классных комнат изучены: уровни шума, искусственной освещенности, коэффициента пульсации освещенности, электромагнитное излучение частотой от 5 Гц до 400 кГц, аэроионный состав воздуха. В каждом объекте обследовано по пять классных комнат (всего 10, их них 8 кабинетов для теоретических занятий – по четыре в каждом объекте, и два кабинета информатики – по одному в каждом объекте), в каждой классной комнате от 15 до 33 учебных мест (обследовано каждое учебное (рабочее) место в каждом кабинете). Измерения уровней физических факторов неионизирующей природы проводились согласно действующим на момент исследования методикам измерения.

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», МУ № 1844-78 «Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценки шумов на рабочих местах» [1, 6].

Замеры уровней искусственной освещенности и коэффициента пульсации освещенности проводились прибором: люксметр-пульсметр «Аргус-07» по ГОСТ 24940-2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности» и ГОСТ 33393-2015 «Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности» соответственно [2, 3].

Измерение воздействующих на учащихся 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» [15].

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» [7].

Все приборы имели действующие сертификаты поверки, измеренные показатели записывались с оформлением специальной документации. Полученные результаты сравнивались с нормативными показателями соответствующих санитарных правил и норм (СанПиН). Данный фрагмент исследования проведен совместно с лабораторией физических факторов отдела обеспечения лабораторной деятельности ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» Роспотребнадзора.

Проведено анкетирование учителей в указанных выше учебных заведениях. Анкеты включали вопросы, связанные с временем воздействия исследуемых физических факторов и касающиеся организации работы с электронными устройствами. Для времени включения оборудования (интерактивные умные доски, персональные электронные вычислительные машины (ПЭВМ, компьютеры)) 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 воздействия в периоды относительной тишины (минимум) и относительной громкости (максимум) на занятиях). Нормативными значениями в периоды относительной тишины (минимум) выбрано значение не более 40 дБА, что соответствует предельно допустимому уровню (ПДУ) для классных помещений, учебных кабинетов (п. 6.3 СП 51.13330.2011). Однако данная норма не учитывает человеческую речь, разговор, в том числе и громкий, включение звуковоспроизводящей аппаратуры, задействованной в образовательном процессе в естественных условиях. По разным источникам шум громкой речи человека составляет от 50 до 70 дБ. Поэтому, в связи с отсутствием в санитарном законодательстве нормативного регулирования ПДУ для образовательного процесса, нами была принята норма не более 65 дБА. Таким образом, в данном исследовании нормативными значениями для периодов относительной тишины (минимум) были значения не более 40 дБА, а для периода относительной громкости (максимум) – не более 65 дБА.

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 на предмет длительности использования электронных устройств в учебном процессе.

Результаты. При проведении гигиенической оценки физических факторов, воздействующих на обучаемых на объекте 1 (гимназия) установлено наличие следующих источников, генерирующих изучаемые физические факторы (оборудование): лампы дневного света, электронные («умные») доски (Smartboard SBD600 series) – по одной доске в каждом из классов, передатчики Wi-Fi-сигнала (роутеры) – по одному аппарату в каждой классной комнате. Указанное оборудование и его расположение в исследуемых комнатах (помещениях) носит однотипный характер. Исключение составляет кабинет информатики, в котором кроме перечисленного имеются персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ, компьютеры) на каждом рабочем месте (персональное место учащегося) общим числом – 15, что соответствует п. 9.1 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [13].

На момент проведения обследования персональные смартфоны и планшеты во время очных занятий не использовались, и их воздействие на обучающихся не учитывалось.

В ходе анализа анкет учителей на объекте 1 выявлено, что интерактивные электронные доски используют практически все преподаватели, за исключением учителей физкультуры, технологии. Установлено, что время использования данного оборудования на большинстве уроков составляет в параллели 1-х классов – от 3 до 45 мин (медианное значение – 10 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-го и 4-го 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 10 мин (медианное значение – 7,5 мин). В параллели 11-х классов время использования смартборда составило – от 5 до 10 мин (медиана – 7,5 мин). При этом на предмете информатика в обеих параллелях время использования ПЭВМ на каждом рабочем месте каждым учеником составило 45 мин (все время занятия). Частота урока информатика в параллелях 7-го и 11-го классов – один раз в неделю в каждом классе. Эти факты подтверждаются как данными анкетирования учителей, так и собственными натурными наблюдениями (хронометражем).

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 составляли 45 мин на каждом из занятий.

Шум, производимый на занятии различной техникой, по данным анкет составлял от 20 до 45 мин, по субъективным ощущениям преподавателей являлся для них комфортным (табл. 1).

По данным проведенного 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. 1), что соответствует уровню громкой речи человека. Согласно проведенным натурным исследованиям, эквивалентный уровень звука (шум) без учащихся в каждом кабинете составил не более 40 дБ, что соответствует нормативу для учебных кабинетов в образовательных ор-

ганизациях п. 6.3 СП 51.13330.2011 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. 1), 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 %, т.е. во много раз ниже максимального нормативных значений, составляющих 5 % для учебных мест, оборудованных ПЭВМ, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» и 10 % для учебных кабинетов, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [12]. Такие низкие уровни коэффициента пульсации одновременно при довольно высоких показателях уровней освещенности обусловлены качественными источниками искусственного света (светодиодные лампы).

Таблица 1

Показатели физических факторов, воздействующих на учащихся гимназии г. Перми, по параллелям

Наименование фактора		Норматив (ПДУ)	1-й класс	4-й класс	7-й класс	11-й класс	Кабинет информатики
Шум (эквивалентный уровень звука), дБА, минимум		Не более 40	32,6	35,1	36,5	35,7	36,9
Шум (эквивалентный уровень звука), дБА, максимум		Не более 65	62,3	64,1	60,2	59,3	59,0
Освещенность искусственная, лк		Не менее 300	588	612	572	602	555
Коэффициент пульсации освещенности, %		Не более 5/10*	0,1	0,2	0,1	0,1	0,12
Аэроионы, ион/см^3	положительно заряженные (N^+)	Не менее 400	<100	<100	<100	<100	<100
	отрицательно заряженные (N^-)	Не менее 600	110	110	<100	<100	<100
Напряженность электрического поля, в/м	5 Гц-2 кГц	Не более 25	<5	<5	<5	<5	6,5
	2-400 кГц	Не более 2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,2
Плотность магнитного потока, мТл	5 Гц-2 кГц	Не более 250	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,12
	2-400 кГц	Не более 25	<5	<5	<5	<5	<5

Примечание: здесь и в табл. 2 данные представлены в виде числа, равного максимальному измеренному значению представленного показателя для данного класса. Запись вида <*n*, где *n* – число, которое равно нижней границе чувствительности соответствующего прибора, означает, что показатель в данном классе ниже нижней границы чувствительности прибора. *5 % для учебных мест, оборудованных ПЭВМ, 10 % для учебных мест кабинетов теоретических занятий.

По результатам измерений уровней аэроионного состава воздуха были выявлено недостаточное количество отрицательных и положительных аэроионов в воздухе учебных кабинетов (см. табл. 1). Так, концентрация отрицательных аэроинов (N^-)

составила менее 100 ион/см^3 во всех кабинетах, что менее чувствительности прибора. Концентрация положительных аэроионов составила от менее 100 до 110 ион/см^3, что не соответствует нормативу, установленному для рабочих мест [14]. Однако вопрос влияния аэроиного состава на здоровье человека является достаточно дискуссионным, а в ряде работ подвергается критическим замечаниям и сомнению [10].

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 в/м, для диапазона от 2 до 400 кГц – менее 0,5 в/м (ниже предела чувствительности прибора). Плотность магнитного потока (см. табл. 1) для диапазона 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 информатике 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, что превышает аналогичные показатели, полученные в кабинетах 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 других кабинетов (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 фон электромагнитного излучения чуть более повышен, не превысили предельно допустимых уровней и соответствуют требованиям нормативных документов.

Таким образом, гигиенический анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что в данном учебном заведении комплекс изученных физических факторов, 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.

При проведении гигиенической оценки физических факторов, воздействующих на обучаемых, на объекте 2 (общеобразовательная школа г. Кунгура) установлено наличие следующих источников, генерирующих изучаемые физические факторы (оборудование): источники искусственного освещения: в кабинете информатики установлены лампы светодиодные, остальные кабинеты оборудованы люминесцентными лампами. Указанное оборудование и его расположение в исследуемых комнатах (помещениях) носит однотипный характер. В ходе исследования обнаружено, что в данном учебном заведении, в отличие от объекта 1, во всех кабинетах, кроме кабинета информатики, отсутствовали дополнительные источники электромагнитного излучения. Все классные комнаты имеют стандартный набор мебели: столы, стулья, классная (меловая) доска. Исключение составляет кабинет информатики, в котором кроме перечисленного имеются персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ, компьютеры) на каждом рабочем месте (персональное место учащегося) общим числом – 15, что соответствует п. 9.1 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, также в кабинете информатики имеется

электронная («умная») доска (Smartboard). Установлено, что время использования данного оборудования, применяемого в этом учебном заведении только на уроке информатики, в 7-м и 11-м классах составляет 45 мин. Таким образом, в данной школе в процессе обучения дополнительные источники, излучающие электромагнитное поле, используются только на уроке информатики один раз в неделю и только в параллелях 7-х и 11-х классов, в то время как на объекте 1 дополнительное оборудование (смартборд) применяются практически на всех «теоретических» уроках и во всех изученных параллелях. Также в объекте 1 в каждом классе находится маршрутизатор (роутер), которые отсутствуют в общеобразовательной школе (объект 2). Компьютеры используются в обоих изученных объектах примерно в сходных режимах (параллели 7-х и 11-х классов, один раз в неделю в каждом классе каждой параллели.

В табл. 2 представлены результаты проведенных прямых инструментальных измерений уровней физических факторов.

Таблица 2

Показатели физических факторов, воздействующих на учащихся общеобразовательной школы г. Кунгура, по параллелям

Наименование фактора		Норматив (ПДУ)	1-й класс	4-й класс	7-й класс	11-й класс	Кабинет информатики
Шум (эквивалентный уровень звука), дБА, минимум		Не более 40	34,2	34,1	35,5	33,9	37,0
Шум (эквивалентный уровень звука), дБА, максимум		Не более 65	57,1	61,2	62,5	60,9	55,1
Освещенность искусственная, лк		Не менее 300	570	662	641	655	478
Коэффициент пульсации освещенности, %		Не более 5/10*	7,9	8,4	5,9	9,1	0,1
Аэроионы, ион/см^3	положительно заряженные (N^+)	Не менее 400	<100	1100	<100	<100	1380
	отрицательно заряженные (N^-)	Не менее 600	110	1200	<100	<100	1340
Напряженность электрического поля, в/м	5 Гц-2 кГц	Не более 25	<5	<5	<5	<5	<5
	2-400 кГц	Не более 2,5	<0,5	<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	<0,06
	2-400 кГц	Не более 25	<5	<5	<5	<5	<5

Примечание: *5 % для учебных мест, оборудованных ПЭВМ, 10 % для учебных мест кабинетов теоретических занятий.

При анализе анкет установлено, что шум, производимый на занятии, по данным анкет составлял от 5 до 45 мин и был в основном комфортным для преподавателей и учеников. По данным проведенного нами хронометража: шум – относительная тишина – до 50 % времени урока (около 22,5 мин), относительно громко – до 50 % (около 22,5 мин) в каждой из параллелей, но не более 65 дБ, аналогично объекту 1. Согласно проведенным исследованиям эквивалентный уровень звука (шум) составил от 33,9 дБА (минимум) до 55,1 дБА и соответствуют нормативным значениям.

Уровни искусственной освещенности во всех параллелях составили от 478 до 662 лк (см. табл. 2), это более 300 лк и является нормативным значением для учебных классов в образовательных организациях. Уровни коэффициента пульсации освещенности составили 0,1 % в кабинете информатики, что не превышает верхнего предела ПДУ (5 %) для рабочих (учебных) мест, оборудованных ПЭВМ (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03) и от 5,9 до 9,1 % в кабинетах теоретических занятий при норме не более 10 % для учебных классов в школе согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Более высокие уровни коэффициента пульсации освещенности в кабинетах для теоретических занятий обусловлен типом ламп (источниками света).

По результатам измерений уровней аэроионного состава воздуха были выявлено недостаточное количество отрицательных и положительных аэроионов в воздухе учебных кабинетов (см. табл. 2) в кабинетах параллелей 1, 7, 11-х классов. В то же время в кабинетах информатики и классных комнат для параллелей 4-х классов уровни аэроионного состава воздуха соответствовали норме.

Таким образом, гигиенический анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что комплекс физических факторов неионизирующей природы, воздействующих на обучающихся данного учебного заведения, 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.

Как показали проведенные исследования, на объекте 1 выявлено отклонение от нормы такого показателя, как аэроионный состав воздуха. Вместе с тем вопрос методики измерения и оказания влияния «нестандартных» замеров уровней ионов в воздухе остается довольно дискуссионным. По остальным изученным показателям на объекте 1 не выявлены превышения ПДУ. На объекте 2 не установлено несоответствия санитарно-гигиеническим требованиям за исключением аэроионного состава воздуха в кабинетах параллелей 1, 7, 11-х классов. Между тем в параллелях 4-х классов и кабинете информатики уровни отрицательных и положительных ионов в воздухе помещений соответствовали норме. Последнее обстоятельство может быть объяснено либо несовершенством методики измерения, либо расположением школы в относительно «благоприятном в экологическом плане» районе по сравнению с объектом 1.

В целом при гигиенической оценке, несмотря на присутствие на объекте 1 в сравнении с объектом 2 большего числа источников неионизирующего электромагнитного излучения, не обнаружено выраженных отклонений от нормативных значений измеренных уровней физических факторов в обоих исследуемых объектах.

Список литературы

1. ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданиях. – М.: Стандартинформ, 2019. – 24 с.

2. ГОСТ 24940-2016. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200140599 (дата обращения: 17.03.2021).

3. ГОСТ 33393-2015. Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200127444 (дата обращения: 17.03.2021).

4. Лаптиева Л.Н., Крикало И.Н. Проблемы электромагнитной безопасности в школьном возрасте // Веснік МДПУ імя І.П. Шамякіна. – 2015. – № 2 (46). – С. 7.

5. Мальцев В.А., Мальцев К.В. Пандемия и образование // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2020. – № 4. – С. 1–4.

6. МУ № 1844-78. Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценки шумов на рабочих местах. – М., 1978. – 17 с.

7. МУК 4.3.1675-03. Общие требования к проведению контроля аэроионного состава воздуха [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200035494 (дата обращения: 17.03.2021).

8. Науменко А.М. Исследование электромагнитного излучения от систем сотовой связи // Вестник БНТУ. – 2011. – № 4. – С. 44–47.

9. Наумов А.Д. Влияние электромагнитных излучений на репродуктивную функцию // Охрана материнства и детства. – 2019. – № 2 (34). – С. 58–61.

10. Петрякова О.Д., Алексеев И.С. Аэроионный состав воздушной среды воздуха рабочей зоны на примере учебного корпуса ВУиТ // Вестник ВУиТ. – 2009. – № 8. – С. 3.

11. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 17.03.2021).

12. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М., 2003. – 28 с.

13. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М., 2003. – 56 с.

14. 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: 17.03.2021).

15. 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: https://docs.cntd.ru/document/420362948 (дата обращения: 17.03.2021).

16. Электромагнитные поля и здоровье человека / под ред. Ю.Г. Григорьева. – М.: РУДН, 2002. – 177 с.

Раздел IV

Анализ риска здоровью в гигиенических исследованиях

Оценка ингаляционной экспозиции полиароматическими углеводородами взрослого населения г. Минска

Н.А. Долгина, А.Н. Ганькин, Е.В. Дроздова

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

Полиароматические углеводороды (ПАУ), обладающие канцерогенными свойствами, поступают в организм человека алиментарным и ингаляционным путем. Проведена оценка ингаляционной экспозиции ПАУ (нафталином, 2-метилнафталином, аценафтеном, фенантреном, антраценом, пиреном, бенз(b)флуорантеном, бенз(k)флуорантеном, бенз(a)антраценом, дибенз(a,h)антраценом, индено(1,2,3-cd)пиреном, бенз(a)пиреном). Концентрации ПАУ в атмосферном воздухе не превышали гигиенических нормативов. Медианные значения концентраций нафталина, 2-метилнафталина, фенантрена, антрацена, пирена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, дибенз(a,h)антрацена, индено(1,2,3-cd)пирена в атмосферном воздухе с учетом проведенного моделирования составили 0,80 нг/м^3, аценафтена – 2,20 нг/м^3, бенз(a)пирена – 0,17 нг/м^3. Значения ингаляционной экспозиции ПАУ для аценафтена составили 628,6 нг/кг м.т./сут, а для нафталина, 2-метилнафталина, антрацена, пирена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, дибенз(a,h)антрацена, индено(1,2,3-cd) пирена варьировались от 0 до 457,1 нг/кг м.т./сут, фенантрена – от 171,4 до 457,1 нг/кг м.т./сут, бенз(a)пирена – от 0 до 942,6 нг/кг м.т./сут. Учитывая высокую гигиеническую значимость ПАУ, обладающих канцерогенными свойствами, в отношении данных веществ требуется разработка алгоритма комплексной оценки экспозиции ПАУ с учетом ингаляционного и алиментарного путей поступления.

Ключевые слова: атмосферный воздух, полиароматические углеводороды, канцерогенные вещества, загрязнение, оценка риска.

Полиароматические углеводороды (ПАУ) являются полулетучими органическими соединениями, которые могут присутствовать в атмосфере в газовой фазе или в виде твердых частиц. Данные вещества могут переноситься на большие расстояния, оставаясь в воздухе в течение длительного времени вследствие низкого давления пара и большого количества источников загрязнения [9–11]. В атмосферный воздух ПАУ поступают с продуктами горения древесины (лесные пожары), выхлопами автомобильного транспорта, а также в результате функционирования объектов теплоэнергетики и некоторых отраслей промышленностей [8, 11].

В последние годы установлены взаимосвязи между экспозицией смесями ПАУ и неблагоприятными исходами при рождении, нейроповеденческими эффектами и снижением фертильности. Данные соединения воздействуют на иммунную систему и репродуктивные функции, оказывают канцерогенное и мутагенное действие [7, 10, 11]. При оценке веществ с выраженным механизмом канцерогенного действия целесообразно руководствоваться беспороговым принципом воздействия. Указанное в случае с ПАУ не представляется возможным в связи с их образованием в результате антропогенной деятельности. Содержание обсуждаемых соединений, безусловно, представляет опасность здоровью, но для обоснования мер профилактики онкологической патологии у населения необходимо оценивать уровни рисков здоровью.

ПАУ поступают в организм человека в виде смеси соединений. Согласно рекомендациям Агентства по охране окружающей среды США для оценки рисков здоровью населения необходимо учитывать комплексное поступление вышеназванных веществ [6]. Поэтому проведение оценки ингаляционной нагрузки ПАУ является актуальным.

Цель работы – оценка ингаляционной экспозиции ПАУ взрослого населения г. Минска.

Материалы и методы. Определение ПАУ проводилось в рамках научно-исследовательской работы «Комплексная оценка воздействия полиароматических углеводородов на организм человека с учетом алиментарного и ингаляционного путей поступления» (грант Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований № М19М-006) в 77 образцах атмосферного воздуха, отобранных в соответствии с СТБ ИСО 16362-2006 [1]. Предел обнаружения (ПО) для нафталина, 2-метилнафталина, аценафтена, фенантрена, антрацен, пирена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, бенз(а)антрацена, дибенз(a,h)антрацена, индено(1,2,3-cd)пирена составил 0,0016 мкг/м^3, для бенз(а)пирена – 0,00033 мкг/м^3.

Отбор проб атмосферного воздуха проводился в осенне-зимний периоды 2019–2020 гг. и весенне-летний период 2020 г. в районах г. Минска с различной антропогенной нагрузкой: 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 содержания ПАУ в атмосферном воздухе использованы медиана (*Me*), интерквартильный размах [25 %; 75 %] и 95-й процентиль (95*P*).

Для оценки ингаляционной экспозиции проведено моделирование количественной характеристики проб, которые «квалифицируются» как «ниже ПО» или «не обнаружено». Нами использованы модели, в которых учтены нижняя и верхняя границы содержания ПАУ в атмосферном воздухе, а также средний уровень. Для нижней границы значения контаминации указанного объекта среды обитания приравниваются к «0», для верхней границы к ПО, а для среднего уровня они составляют 1/2 ПО [1, 7, 12, 13]. Достоверность различий между верхней и нижней границами по отношению к среднему уровню загрязнения атмосферного воздуха по медиане определялась при уровне значимости $p < 0{,}05$ по *U*-критерию Манна – Уитни.

Характеристика уровней контаминации атмосферного воздуха указанными веществами, на основе канцерогенных (ТЭ-БП) и мутагенных эквивалентов (МЭ-БП) с учетом низкоконтаминированных проб проводилась на основании [5, 7].

Важным этапом оценки экспозиции является формирование сценариев воздействия (в том числе и аггравированных). Ингаляционная экспозиция оценивалась согласно [4]. Количественная характеристика поступления включала первоначальную оценку воздействующих концентраций. В процессе оценки экспозиции был учтен не только ее уровень (т.е. содержание загрязняющего вещества в среде), но

и фактор времени, что дало возможность косвенно судить о получаемой дозе (даже если она не могла быть определена непосредственно). Для веществ, обладающих неканцерогенными свойствами, период осреднения экспозиции принят равным количеству лет постоянного проживания на загрязненной территории. Для веществ, обладающих канцерогенными свойствами, в качестве характеристики экспозиции была использована потенциальная средняя суточная доза. При расчете потенциальных доз, ориентировались на оценку разумного (обоснованного) максимального воздействия. В качестве меры концентрации в точке воздействия для условий хронических экспозиций был использован 95%-ный верхний доверительный интервал средней арифметической величины за период усреднения концентрации.

Результаты. На основании выполненного количественного определения ПАУ в атмосферном воздухе оценены фактические уровни ПАУ в указанном объекте среды обитания. Медианное содержание (за весь период наблюдения) ПАУ в атмосферном воздухе г. Минска составило 2,20 нг/м^3, 2-метилнафталина, фенантрена – 0 нг/м^3. Концентрации нафталина, антрацена, пирена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, бенз(a)пирена, дибенз(a,h)антрацена, индено(1,2,3-cd)пирена в атмосферном воздухе г. Минска в целом в пределах чувствительности метода не регистрировались. При этом в весенне-летний период года медианные уровни аценафтена, фенантрена были выше, а 2-метилнафталина, антрацена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена ниже, чем в осенне-зимний период. Установлены статистически значимые различия в концентрациях отдельных представителей ПАУ в осенне-зимний и весенне-летний периоды года для 2-метилнафталина ($U = 484{,}5$, $Z = 2{,}58$, $p < 0{,}05$), аценафтена ($U = 520{,}5$, $Z = -2{,}22$, $p < 0{,}05$), антрацена ($U = 369$, $Z = 3{,}76$, $p < 0{,}05$), бенз(b)флуорантена ($U = 536$, $Z = 2{,}06$, $p < 0{,}05$), бенз(k)флуорантена ($U = 481{,}5$, $Z = 2{,}61$, $p < 0{,}05$).

В результате гигиенической оценки содержания ПАУ в пробах атмосферного воздуха установлено, что содержание всех исследованных представителей ПАУ не превышало гигиенические нормативы [12, 13].

Количество образцов атмосферного воздуха, которые «квалифицируются» как «не обнаружено», составило от 44,2 % (для аценафтена) до 100 % (для бенз(a)пирена). Поэтому для проведения комплексной гигиенической оценки содержания ПАУ в вышеназванном объекте нами было осуществлено моделирование низкоконтаминированных проб [1, 7, 12, 13].

С учетом проведенного моделирования значения уровни загрязнения атмосферного воздуха г. Минска в осенне-зимний период 2019–2020 гг. нафталином, 2-метилнафталином, аценафтеном, пиреном, бенз(b)флуорантеном, бенз(k)флуорантеном, дибенз(a,h)антраценом, индено (1,2,3-cd) пиреном варьировались от 0 до 1,60 нг/м^3, фенантреном – от 0,23 до 1,60 нг/м^3, антраценом – от 0,59 до 1,60 нг/м^3, бенз(a)пиреном – от 0 до 0,33 нг/м^3. Выявлены статистически значимые различия между верхней и нижней границами по отношению к среднему уровню контаминации для нафталина ($U = 0$, $Z = -7{,}29$, $p < 0{,}05$), 2-метилнафталина ($U = 410{,}5$, $Z = -2{,}67$, $p < 0{,}05$), аценафтена ($U = 380{,}5$, $Z = -2{,}95$, $p < 0{,}05$), фенантрена ($U = 396$, $Z = -2{,}83$, $p < 0{,}05$), антрацена ($U = 450$, $Z = -2{,}22$, $p < 0{,}05$), пирена ($U = 111{,}5$, $Z = -6{,}04$, $p < 0{,}05$), бенз(b)флуорантена ($U = 60{,}5$, $Z = -6{,}61$, $p < 0{,}05$), бенз(k)флуорантена ($U = 112{,}5$, $Z = -6{,}03$, $p < 0{,}05$), бенз(a)пирена ($U = 112{,}5$, $Z = -6{,}03$, $p < 0{,}05$), дибенз(a,h)антрацена ($U = 136$, $Z = -5{,}76$, $p < 0{,}05$), индено(1,2,3-cd)пирена ($U = 2$, $Z = -7{,}27$, $p < 0{,}05$).

Медианные значения концентраций нафталина, 2-метилнафталина, аценафтена, фенантрена, антрацена, пирена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, дибенз(a,h)антрацена, индено(1,2,3-cd)пирена с учетом моделирования в атмосферном воздухе составили 0,80 нг/м^3, бенз(a)пирена – 0,17 нг/м^3. Наибольшее содержание изучаемых веществ (по 95*P*) установлено для 2-метилнафталина (9,46 нг/м^3), аценафтена (10,52 нг/м^3), дибенз(a,h)антрацена (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-метилнафталина ($U = 380$, $Z = –4{,}02$, $p < 0{,}05$), фенантрена ($U = 423$, $Z = –3{,}21$, $p < 0{,}05$) и антрацена ($U = 205{,}1$, $Z = –3{,}5$, $p < 0{,}05$).

Уровни загрязнения атмосферного воздуха г. Минска в весенне-летний период 2020 г. нафталином, 2-метилнафталином, антраценом, пиреном, бенз(b)флуорантеном, бенз(k)флуорантеном, дибенз(a,h)антраценом, индено(1,2,3-cd)пиреном, с учетом проведенного моделирования составляли от 0 до 1,60 нг/м^3 бенз(a)пиреном – от 0 до 0,33 нг/м^3, аценафтеном – 4,50 нг/м^3, фенантреном – 2,0 нг/м^3. Выявлены статистически значимые различия между верхней и нижней границами по отношению к среднему уровню загрязнения для нафталина ($U = 40{,}5$, $Z = –7{,}41$, $p < 0{,}05$), 2-метилнафталина ($U = 192{,}5$, $Z = –6{,}0$, $p < 0{,}05$), антрацена ($U = 0$, $Z = –7{,}79$, $p < 0{,}05$), пирена и бенз(b)флуорантена ($U = 40{,}5$, $Z = –7{,}41$, $p < 0{,}05$), бенз(k)флуорантена ($U = 41{,}0$, $Z = –7{,}41$, $p < 0{,}05$), бенз(a)пирена и дибенз(a,h)антрацена ($U = 0$, $Z = –7{,}79$, $p < 0{,}05$), индено(1,2,3-cd)пирена ($U = 40{,}5$, $Z = –7{,}41$, $p < 0{,}05$).

Медианные значения концентраций нафталина, 2-метилнафталина, антрацена, пирена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, дибенз(a,h)антрацена, индено (1,2,3-cd)пирена в атмосферном воздухе составили 0,80 нг/м^3, аценафтена – 4,50 нг/м^3, фенантрена – 2,0 нг/м^3, бенз(a)пирена – 0,17 нг/м^3. Наибольшие значения (по 95*P*) при этом определены для 2-метилнафталина (2,50 нг/м^3), фенантрена (5,50 нг/м^3) и аценафтена (12,0 нг/м^3).

Загрязнение атмосферного воздуха г. Минска за весь период наблюдения нафталином, 2-метилнафталином, антраценом, пиреном, бенз(b)флуорантеном, бенз(k)флуорантеном, дибенз(a,h)антраценом, индено(1,2,3-cd)пиреном на основании проведенного моделирования варьировалось от 0 до 1,60 нг/м^3, фенантреном – от 0,60 до 1,60 нг/м^3, бенз(a)пиреном – от 0 до 0,33 нг/м^3. Выявлены статистически значимые различия между верхней и нижней границами по отношению к среднему уровню загрязнения для нафталина ($U = 76{,}5$, $Z = –10{,}43$, $p < 0{,}05$), 2-метилнафталина ($U = 1287$, $Z = –6{,}06$, $p < 0{,}05$), аценафтена ($U = 2301{,}5$, $Z = –2{,}39$, $p < 0{,}05$), фенантрена ($U = 2136{,}5$, $Z = –2{,}99$, $p < 0{,}05$), антрацена ($U = 1106$, $Z = –6{,}71$, $p < 0{,}05$), пирена ($U = 308$, $Z = –9{,}60$, $p < 0{,}05$), бенз(b)флуорантена ($U = 137$, $Z = –10{,}22$, $p < 0{,}05$), бенз(k)флуорантена ($U = 204{,}5$, $Z = –9{,}97$, $p < 0{,}05$), бенз(a)пирена ($U = 0$, $Z = –10{,}71$, $p < 0{,}05$), дибенз(a,h)антрацена ($U = 300$, $Z = –9{,}63$, $p < 0{,}05$), индено (1,2,3-cd)пирена ($U = 78{,}5$, $Z = –10{,}43$, $p < 0{,}05$).

Медианные значения концентраций нафталина, 2-метилнафталина, фенантрена, антрацена, пирена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, дибенз(a,h)антрацена, индено (1,2,3-cd) пирена в атмосферном воздухе составили 0,80 нг/м^3, аценафтена – 2,20 нг/м^3, бенз(a)пирена – 0,17 нг/м^3. Наибольшее содержание (95*P*) изученных веществ определено для аценафтена (11,60 нг/м^3), фенантрена (8,96 нг/м^3), 2-метилнафталина (6,41 нг/м^3), антрацена (5,68 нг/м^3). В ходе сравнительного анализа данных установлены статистически значимые различия в концентрациях от-

дельных представителей ПАУ между условно чистыми и условно загрязненными районами города для бенз(k)флуорантена ($U = 481{,}5$, $Z = 2{,}5$, $p < 0{,}05$), в осенне-зимний период – для аценафтена ($U = 35$, $Z = 3{,}64$, $p < 0{,}05$) и бенз(k)флуорантена ($U = 60$, $Z = 2{,}80$, $p < 0{,}05$), в весенне-летний период – для аценафтена ($U = 117$, $Z = -2{,}29$, $p < 0{,}05$).

После определения уровней загрязнения отдельными представителями ПАУ проведена интегральная оценка уровней контаминации смесью ПАУ с учетом факторов канцерогенной и мутагенной эквивалентности. Медианные уровни загрязнения атмосферного воздуха ПАУ на основе канцерогенных эквивалентов в осенне-зимний, весенне-летний и весь период наблюдения составили 4,42 нг/м^3, ПАУ с учетом мутагенных эквивалентов – 0,93 нг/м^3. Наибольшее (95*P*) содержание ПАУ на основе канцерогенных эквивалентов достигало 352,76; 4,44; 4,44 нг/м^3, ПАУ с учетом мутагенных эквивалентов – 21,02; 0,93; 0,93 нг/м^3, что свидетельствует об актуальности изучения обсуждаемых загрязнителей среды обитания.

Результаты расчета ингаляционной экспозиции вышеназванными веществами свидетельствуют, что поступление ПАУ с атмосферным воздухом за весь период наблюдения для аценафтена могло составлять 628,6 нг/кг м.т./сут, а для нафталина, 2-метилнафталина, антрацена, пирена, бенз(b)флуорантена, бензо(k)флуорантена, дибензо(a,h)антрацена, индено(1,2,3-cd)пирена варьировалось от 0 до 457,1 нг/кг м.т./сут, фенантрена – от 171,4 до 457,1 нг/кг м.т./сут, бенз(a)пирена – от 0 до 942,6 нг/кг м.т./сут, ПАУ на основе ТЭ-БП – от 2,9 до 2525,7 нг/кг м.т./сут, ПАУ на основе МЭ-БП – от 0 до 534,3 нг/кг м.т./сут.

Выводы. С учетом проведенного моделирования значения ингаляционной экспозиции ПАУ для аценафтена составили 628,6 нг/кг м.т./сут, а для нафталина, 2-метилнафталина, антрацена, пирена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, дибенз(a,h)антрацена, индено(1,2,3-cd)пирена варьировалось от 0 до 457,1 нг/кг м.т./сут, фенантрена – от 171,4 до 457,1 нг/кг м.т./сут, бенз(a)пирена – от 0 до 942,6 нг/кг м.т./сут, ПАУ на основе ТЭ-БП – от 2,9 до 2525,7 нг/кг м.т./сут, ПАУ на основе МЭ-БП – от 0 до 534,3 нг/кг м.т./сут. 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 питьевой воды, атмосферного воздуха и пищевой продукции.

Исследования проводились при финансовой поддержке гранта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № М19М-006).

Список литературы

1. Воздух атмосферный. Определение сорбированных на твердых частицах полициклических ароматических углеводородов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: СТБ ИСО 16362-2006. – Минск: Госстандарт, 2007. – 32 с.

2. Классы опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и установлении порядка отнесения загрязняющих веществ к определенным классам опас-

ности загрязняющих веществ [Электронный ресурс] / утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 декабря 2010 г. № 174 // Законы Республики Беларусь. – URL: https://zakonrb.com/npa/ob-ustanovlenii-klassov-opasnosti-zagryaznyayushchih (дата обращения: 19.02.2020).

3. 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 Республики Беларусь от 08 ноября 2016 г. № 113 // Право. – URL: https://pravo.by/upload/docs/op/W21631467p_1485896400.pdf (дата обращения: 19.02.2020).

4. Оценка риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: инструкция по применению № 004-0617 / утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 31.08.2017. – Минск, 2017. – 102 с.

5. 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. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.133995

6. Dietary exposure assessment for chemicals in food // Environmental health criteria; 240: Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food: A joint publication of the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization. – Geneva: World health organization, 2009. – Vol. 6. – P. 1–175.

7. 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, J. Lv [et al.] // Science of the Total Environment. – 2019. – Vol. 1, № 649. – P. 731–738. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.157

8. Liao K., Yu J.Z. Abundance and sources of benzo[a]pyrene and other PAHs in ambient air in Hong Kong: A review of 20-year measurements (1997–2016) // Chemosphere. – 2020. – Vol. 259. – P. 127518. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.127518

9. Measurements of gas and particle polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in air at urban, rural and near-roadway sites / G.C. Pratt, M.J. Krause, C. Herbrandson, C. Schmitt // Atmospheric Environment. – 2018. – Vol. 179. – P. 268–278. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2018.02.035

10. Multi-pathway assessment of human health risk posed by polycyclic aromatic hydrocarbons / C. Qu, B. Li, H. Wu, S. Wang [et al.] // Environmental Geochemistry and Health. – 2015. – Vol. 37, № 3. – P. 587–601. DOI: 10.1007/s10653-014-9675-7

11. PAH levels in a furniture-manufacturing city atmosphere / B. Caliskan, A. Kücük, Y. Tasdemir, S.S. Cindoruk // Chemosphere. – 2020. – Vol. 240. – P. 124757. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.124757

12. 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. 1, № 631. – P. 1431–1439. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.105

13. Pollution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in drinking water of China: Composition, distribution and influencing factors / Y. Zhang, L. Zhang, Z. Huang, Y. Li [et al.] // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2019. – Vol. 177. – P. 108–116. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.03.119

Пылевое загрязнение атмосферного воздуха как фактор риска здоровью

С.Ю. Загороднов

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

Загрязнение атмосферного воздуха городской территории твердыми пылевыми частицами представляет высокую опасность для здоровья экспонированного населения. Многочисленными исследованиями установлено, что тяжесть воздействия пылевых частиц определяется химическим составом и размером фракций. Особую опасность для здоровья представляют частицы диаметром менее 10 мкм.

На примере трех центральных районов г. Перми выполнены комплексные исследования твердой компоненты атмосферного воздуха. Комплекс исследований включал: определение уровней концентраций взвешенных веществ, PM_{10} и $PM_{2.5}$, изучение компонентного состава отобранных образцов, формирование профиля пылевого загрязнения атмосферного воздуха, установление морфологических свойств частиц.

Установленный профиль пылевых частиц исследованных фракций характеризовался широким набором химических веществ, включая оксиды железа, кальция, кремния, алюминия и т.д.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости мониторинга как общей суммы пыли, содержащейся в атмосферном воздухе, так и маркерных показателей, в том числе PM_{10} и $PM_{2.5}$.

Ключевые слова: атмосферный воздух, компонентный состав, взвешенные вещества, PM_{10}, $PM_{2.5}$, мониторинг.

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из важных детерминант здоровья. Присутствие твердых компонентов в атмосфере оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье людей как при кратковременной, так и долгосрочной экспозиции. Кроме общей суммы пыли (TSP) особое внимание уделяется мелкодисперсным фракциям пыли: PM_{10} – диаметр частиц менее 10 мкм и $PM_{2.5}$ – диаметр частиц менее 2,5 мкм. Накопленный опыт зарубежных и российских ученых подтверждает способность мельчайших твердых частиц размером менее 10 мкм проникать в организм человека, минуя защитные функции дыхательной системы, и накапливаться в тканях легких, бронхиол и альвеол. Вдыхаемые ультрадисперсные частицы размером менее 0,1 мкм способны проникать в кровоток, вызывая в дальнейшем сердечную аритмию и снижение сократительной способности сердечной мышцы и коронарного кровотока [1, 4, 8, 11, 12, 14, 15].

Согласно информационному бюллетеню Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) «Качество атмосферного воздуха и здоровье», твердые частицы оказывают негативное воздействие на большее число людей, чем какой-либо другой загрязнитель воздуха [2]. В целом воздействию подвержено все население, однако чувствительность к нему может зависеть от состояния здоровья или возраста. Существующие клинически доказанные данные подтверждают, что младенцы и маленькие дети, пожилые люди (65 лет и старше), люди с ранее существовавшими рес-

пираторными заболеваниями, включая курильщиков, люди с заболеваниями сердечно-сосудистой системы наиболее подвержены воздействию пылевого фактора [13].

В зависимости от концентрации, диаметра частиц, физико-химических и морфометрических характеристик, взвешенные частицы воздействуют на человека по-разному, но главным образом касаются дыхательной и сердечно-сосудистой систем [3]. Кроме того, по оценке Международного агентства ВОЗ по изучению рака (МАИР) в 2013 г. загрязнение воздуха твердыми частицами наиболее тесно связано с повышенной заболеваемостью раком, особенно раком легких.

Кроме того, важным фактором опасности взвешенных частиц малого размера (менее 10 мкм) является их «летучая» способность. Под действием метеорологических факторов пылевые частицы распространяются на большие расстояния от источника выделения. Принимая во внимание, что основными источниками пылевых выбросов являются автотранспорт и промышленные предприятия, зона загрязнения активно распределяется по городской территории, покрывая все воздушное пространство города, включая нормируемые территории с особыми режимами использования: городские парки, спортивные базы, санатории, детские сады, дачные и садовые участки [9].

В практике нормирования выбросов под взвешенными веществами принимаются твердые пылевые частицы, не дифференцируемые как по химическому, так и дисперсному составу. При этом отдельный учет мелкодисперсных фракций PM_{10} и $PM_{2.5}$ полностью исключен из системы расчетной оценки выбросов стационарных и передвижных источников, следовательно, не включены в ведомости инвентаризации источников выбросов предприятий и проекты санитарно-защитных зон. Утвержденные гигиенические нормативы для взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ остаются не востребованными, несмотря на их включение в перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования [5].

Кроме того, контроль за PM_{10} и $PM_{2.5}$ осуществляется только на 4 из 25 территорий, на которых ведутся систематические наблюдения Росгидрометом: Забайкальское УГМС, Иркутское УГМС, Сахалинское УГМС, УГМС Республики Татарстан. В целом оценка пылевого загрязнения атмосферного воздуха городских территорий выполняется исключительно по уровню содержания взвешенных веществ. Полученные сведения являются информационной и аналитической основой для формирования выводов и планирования управленческих решений [6].

Учитывая данное положение, определена **цель исследования**, которая заключалась в качественной и количественной оценке пылевого загрязнения атмосферного воздуха городской территории с выделением мелкодисперсных фракций PM_{10} и $PM_{2.5}$.

Материалы и методы. На примере г. Перми выполнены комплексные исследования пылевого загрязнения атмосферного воздуха в центральной части города. Отборы проб воздуха проводили в трех центральных районах города, по территории которых проходят крупные автомагистрали с высокой интенсивностью транспортных потоков: ул. Шоссе Космонавтов – точка № 1, ул. Попова – точка № 2, ул. Старцева – ул. Чкалова – точка № 3. Анализируемые автомагистрали характеризуются интенсивным суточным трафиком от 33580 авт./сут по ул. Шоссе Космонавтов, до 42300 авт./сут по ул. Старцева – ул. Чкалова, суточный трафик автотранспорта по ул. Попова составляет 35890 авт./сут.

Отборы проб воздуха осуществлялись путем осаждения пылевых частиц на открытые фильтры, предварительно высушенные в эксикаторе и взвешенные на

аналитических весах. Продолжительность отбора проб на открытые фильтры составляла от 1 до 2 ч со скоростью 100 дм^3/мин.

Для микроскопирования пылевых частиц с целью определения компонентного состава и установления формы частиц использовался сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения (степень увеличения – от 5 до 300 000 крат; ускоряющее напряжение – от 0,3 до 30 кВ) с рентгено-флуоресцентной приставкой S3400N HITACHI (предел обнаружения – 10–5 мас. %, минимальная область исследования – 100 мкм).

Полученные результаты были соотнесены с действующими гигиеническими нормативами качества атмосферного воздуха населенных мест и критериями риска здоровью [7, 10].

При проведении исследований использовали приборы и оборудование, которые занесены в Государственный реестр средств измерений и в установленном порядке и в установленные сроки прошли метрологический контроль (поверку) аккредитованными организациями.

Результаты. Анализ отобранных образцов подтвердил наличие взвешенных веществ и мелкодисперсных фракций PM_{10} и $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе города. Максимальные уровни пылевого загрязнения во всех контрольных точках не превышали гигиенические нормативы: по взвешенным веществам до 0,566 $ПДК_{мр}$, по PM_{10} до 0,373 $ПДК_{мр}$, по $PM_{2.5}$ до 0,381 $ПДК_{мр}$. Результаты инструментальных определений содержания взвешенных веществ и мелкодисперсных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ отобранных в пробах воздуха представлены в таблице.

Содержание взвешенных веществ и мелкодисперсных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ в контрольных точках наблюдений

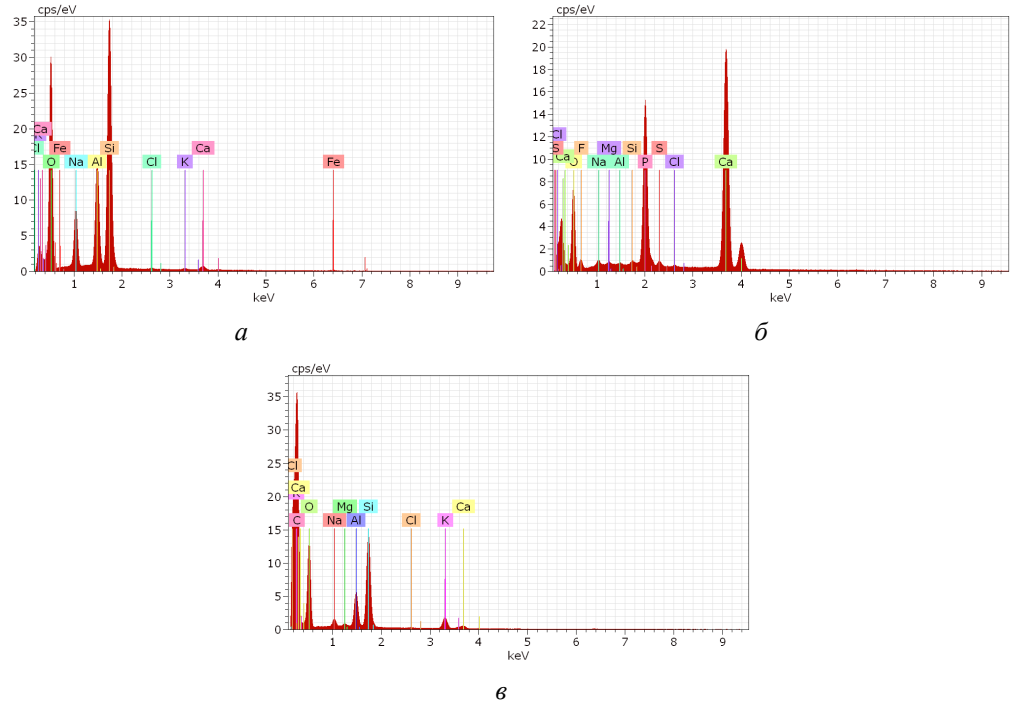
Точка контроля	Химическое вещество					
	взвешенные вещества		PM_{10}		$PM_{2.5}$	
	доли $ПДК_{мр}$	доли HQ_{ac}	доли $ПДК_{мр}$	доли HQ_{ac}	доли $ПДК_{мр}$	доли HQ_{ac}
№ 1	0,282	0,470	0,227	0,453	0,238	0,585
№ 2	0,566	0,943	0,213	0,427	0,194	0,477
№ 3	0,386	0,643	0,373	0,747	0,381	0,938

Результаты соотнесения измеренных концентраций с критериями риска здоровью характеризуются пороговыми величинами острого воздействия: по взвешенным веществам – 0,943 HQ_{ac}, по PM_{10} – 0,747 HQ_{ac}, по $PM_{2.5}$ – 0,938 HQ_{ac} (см. таблицу).

По результатам комплексного анализа получены данные о химическом составе отобранных образцов. Установлено, что идентифицированные в атмосферном воздухе взвешенные частицы, в том числе PM_{10} и $PM_{2.5}$, характеризуются широким набором твердых химических компонентов относимых к спектрам кремния, кальция, железа, алюминия и т.д. Примеры многокомпонентности состава пылевой компоненты атмосферного воздуха городской территории представлены на рис. 1.

На основании полученных данных элементного состава был сформирован осредненный «профиль» пылевой структуры исследованных фракций взвешенных частиц размером более 10 мкм, менее 10 мкм и менее 2,5 мкм. На рис. 2 (*а–в*) представлены осредненные профили пылевой компоненты отобранных образцов. Осредненный пылевой профиль «крупных» пылевых частиц диаметром более 10 мкм формируется оксидом кремния, доля содержания SiO_2 – более 50 %. До-

полнительно в перечень приоритетных химических компонентов входят оксид алюминия – 22,4 %, оксид натрия – 12,4 %, содержание оксидов кальция, магния и железа – менее 1 %.



а *б*

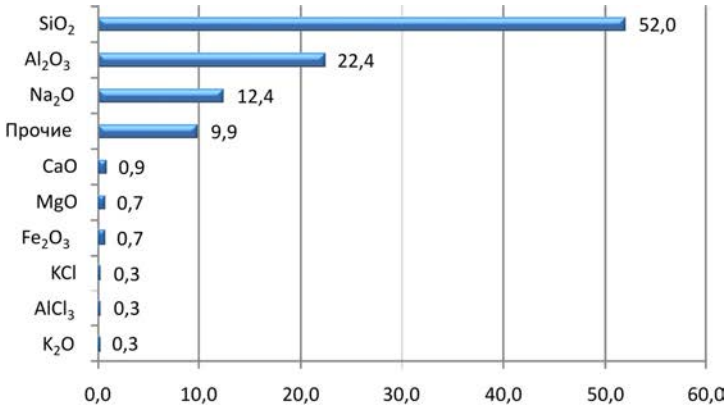
в

Рис. 1. Примеры компонентного состав пыли атмосферного воздуха г. Перми различной дисперсии: *а* – более 10 мкм; *б* – PM_{10}; *в* – $PM_{2.5}$

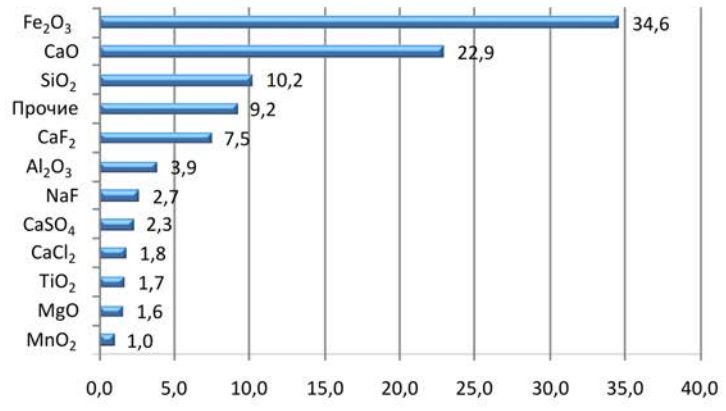
Анализ химического состава мелкодисперсных фракций пыли PM_{10} и $PM_{2.5}$ свидетельствует о содержании доли оксида кремния до 10,2 и 2,2 % соответственно. При этом увеличивается доля оксидов металлов – наиболее опасных компонентов для здоровья. В число приоритетных примесей входят оксиды: железа, кальция, алюминия, титана, магния и формируют до 65 % вклада в составе частиц.

Дополнительно были установлены морфологические признаки исследованных образцов. Представленные на рис. 3 фрагменты установленных форм подтверждают многокомпонентность химического состава пылей атмосферного воздуха городской территории. В составе твердых частиц присутствуют пористые агломераты, способные задерживать на своей поверхности другие опасные химические вещества.

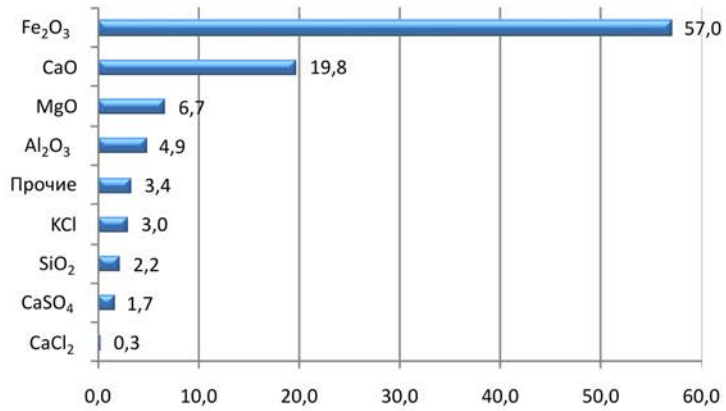
Выводы. Выполненные исследования подтвердили наличие мелкодисперсных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе городской территории. Установленные значения взвешенных веществ, PM_{10} и $PM_{2.5}$ не превышают действующие критерии, при этом являются значимыми и близкими к пороговым уровням. При аддитивном однонаправленном действии на организм человека данные компоненты могут формировать существенный вклад в повышенные уровни риска возникновения нарушений здоровья.



а



б



в

Рис. 2. Осредненный профиль пылевых частиц размером:
а – более 10 мкм; *б* – менее 10 мкм (PM_{10}); *в* – менее 2,5 мкм ($PM_{2.5}$)

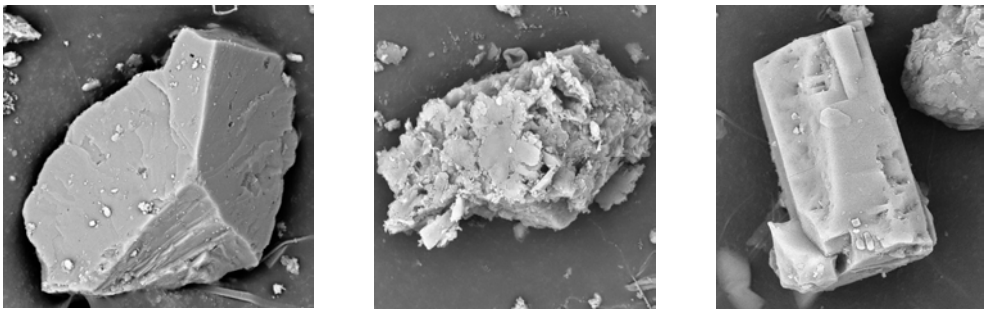


Рис. 3. Морфологические особенности пылевых частиц, идентифицированные в атмосферном воздухе городской территории

Полученные результаты подтверждают многокомпонентность пылевого загрязнения атмосферного воздуха городской территории. В составе взвешенных веществ основным компонентом является оксид кремния – более 50 %, в свою очередь мелкодисперсные фракции PM_{10} и $PM_{2.5}$ на 65 и 90 % соответственно формируются оксидами металлов: железа, кальция, алюминия, титана, магния – «рисковыми» для здоровья химическими компонентами.

Наличие пористой структуры поверхности твердых частиц свидетельствует о потенциальной возможности осаждать на своей поверхности другие опасные химические вещества и при определенных метеорологических условиях являться транспортными единицами при распространении примесей по территории, в том числе жилой застройки.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости включения PM_{10} и $PM_{2.5}$ в систему экологического мониторинга на всех территориях, где ведутся наблюдения за взвешенными веществами. Законодательное закрепление подходов нормирования мелкодисперсных частиц позволит оценивать потенциальные риски здоровью населения и при необходимости дискретно внедрять адекватные природоохранные мероприятия.

Мониторинг взвешенных веществ в атмосферном воздухе городской территории является важным критерием качества. Однако данный показатель определяет общую пылевую нагрузку на атмосферный воздух и не позволяет выделить источники загрязнения и установить «виновных». Включение в программу контроля маркерных компонентов, приоритетных для данной территории, мелкодисперсных частиц (PM_{10}, $PM_{2.5}$), позволит надежно контролировать уровень наиболее «рисковых» компонентов.

Список литературы

1. Воздействие взвешенных частиц на здоровье [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2013. – URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/189052/Health-effects-of-particulate-matter-final-Rus.pdf (дата обращения: 13.03.2020).

2. Качество атмосферного воздуха и здоровье [Электронный ресурс] // Информационный бюллетень Всемирной организации здравоохранения. – URL: https://www.euro.who.int/ru/media-centre/sections/fact-sheets/2017/fact-sheets-on-the-sdgs-sustainable-development-goals-health-targets (дата обращения: 13.03.2020).

3. Колпакова А.Ф. Шарипов Р.Н. Колпаков Ф.А. Загрязнения воздуха взвешенными частицами как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 2. – С. 133–137.

4. Обзор данных о воздействии загрязнения воздуха на здоровье – проект REVIHAAP. Краткое изложение научного отчета [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2013. – URL: http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report (дата обращения: 13.03.2020).

5. Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды (с изменениями и дополнениями): Распоряжение Правительства РФ от 8 июля 2015 г. № 1316-р [Электронный ресурс] // Гарант. Информационно-правовое обеспечение. – URL: http://base.garant.ru/71126758/ (дата обращения: 13.03.2020).

6. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М., 2020. – 1000 с.

7. Р.2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 144 с.

8. Ревич Б.А. Мелкодисперсные взвешенные частицы в атмосферном воздухе и их воздействие на здоровье жителей мегаполисов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2018. – Т. 29, № 3. – С. 53–78.

9. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемиологических (профилактических) мероприятий. – М., 2021. – 70 с.

10. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://base.garant.ru/71126758/ (дата обращения: 13.03.2020).

11. Влияние загрязнений атмосферного воздуха цементной пылью на здоровье детей как гигиеническая проблема / А.Ф. Щербатов, И.И. Новикова, Ю.В. Ерофеев [и др.] // Современные проблемы гигиены, токсикологии и медицины труда: сборник по материалам научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию образования ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. – Омск, 2020. – С. 321–327.

12. Health Effects Institute. State of Global Air 2020. Special Report. – Boston, MA: Health Effects Institute, 2020. – P. 24.

13. Health effects of dust [Электронный ресурс] // Department of Health. Government of Western Australia. – URL: https://www.healthywa.wa.gov.au/Articles/F_I/Health-effects-of-dust (дата обращения: 13.03.2020).

14. Impact evaluation of environmental factors on respiratory function of asthma patients living in urban territory / L.V. Veremchuk, K. Tsarouhas, T.I. Vitkina, E.E. Mineeva [et al.] // Environmental Pollution. – 2018. – № 235. – P. 489–496.

15. Laney A.S., Weissman D.N. Respiratory diseases caused by coal mine dust // Journal of Occupational and Environmental Medicine. – 2014. – № 56 (10S). – P. 18–22.

Количественная оценка причинно-следственных связей между воздействием химических веществ, содержащихся в объектах среды обитания, и нарушениями здоровья населения, проживающего на территории Иркутской области

К.В. Четверкина

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

Представлены результаты эпидемиологического анализа заболеваемости по данным обращаемости детского и взрослого населения, проживающего на территории Иркутской области, за медицинской помощью в 2019 г. Установлены достоверные причинно-следственные связи между воздействием химических факторов, содержащихся в объектах среды обитания, и показателями заболеваемости анализируемого населения по ряду классов заболеваний. На основании полученных результатов рассчитаны популяционные риски здоровью населения.

Ключевые слова: эпидемиологическая оценка, здоровье населения, среда обитания, химические вещества, причинно-следственные связи.

На здоровье человека влияет множество факторов, которые содержатся в объектах среды обитания [4]. Для установления взаимосвязи и степени воздействия изучаемых факторов на здоровье населения используют эпидемиологические методы исследования, которые помимо количественной оценки взаимосвязей, позволяют установить дополнительный популяционный риск развития заболеваний у населения [1, 3]. Результаты эпидемиологических исследований являются важным информационным ресурсом, позволяющим уточнить результаты, полученные с помощью расчета рисков здоровью населения с факторами среды обитания. При этом результаты эпидемиологических исследований как части доказательной медицины позволяют с большей достоверностью идентифицировать причинно-следственные связи воздействия изучаемых факторов среды обитания с состоянием здоровья населения [2].

В связи с этим **целью исследования** явилось установление причинно-следственных связей между воздействием химических веществ, содержащихся в объектах среды обитания, и нарушениями здоровья населения, проживающего на территории Иркутской области.

Материалы и методы. Эпидемиологические исследования проводили по данным обращаемости за медицинской помощью взрослого и детского населения в 2019 г. При проведении исследования ориентировались на классы болезней, соответствующие Международной классификации болезней 10-го пересмотра. Учитывали заболеваемость населения по 12 классам болезней, которые были выбраны с учетом биологического правдоподобия вероятного воздействия исследуемых химических факторов на здоровье населения, основываясь на релевантных источниках информации: болезни органов дыхания (J00–J99); болезни глаза и его придаточного аппарата (H00–H59); бо-

лезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм (D50–D89); врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения (Q00–Q99); болезни системы кровообращения (I00–I99); болезни нервной системы (G00–G99); болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00–E90); болезни мочеполовой системы (N00–N99); болезни органов пищеварения (K00–K93); болезни кожи и подкожной клетчатки (L00–L99); болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (M00–M99); новообразования (C00–D48).

В качестве анализируемой популяции подобраны сопоставимые по численности, полу и возрасту группы населения, проживающие на территории наблюдения и сравнения в Иркутской области.

По результатам расчета отношения шансов проводили оценку связи влияния изучаемых химических факторов на состояние здоровья населения. В случае если значение отношения шансов превышало единицу, то исследуемый фактор считается весомым, что означает, что он с большой вероятностью вызовет наступление болезни. Для оценки достоверности связи рассчитывали 95%-ный доверительный интервал. Наличие связи считали достоверно установленным в случае, если нижняя граница доверительного интервала превышала единицу.

По классам болезней, для которых была установлена статистически достоверная связь между заболеваемостью и воздействием изучаемых химических факторов, рассчитывали популяционный риск – число дополнительных случаев заболеваний, которые могут возникнуть в следующем году при исследуемом уровне воздействия изучаемых факторов.

Результаты. По результатам проведенного эпидемиологического исследования установлено достоверное различие в возникновении заболеваний по классу болезней кожи и подкожной клетчатки (*OR* = 2,23; *DI* = 1,35–3,67); костно-мышечной системы и соединительной ткани (*OR* = 2,00; *DI* = 1,48–2,70); мочеполовой системы (*OR* = 1,90, *DI* = 1,74–2,47); органов пищеварения (*OR* = 1,22, *DI* = 1,02–1,46); эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (*OR* = 1,97, *DI* = 1,29–3,02), связанных с воздействием изучаемого комплекса химических факторов, содержащихся в объектах среды обитания, среди взрослого населения. Для детского населения установлена достоверная причинно-следственная связь между воздействием комплекса воздействующих химических факторов, содержащихся в изучаемых объектах среды обитания, и нарушением здоровья детского населения по классу болезней кожи и подкожной клетчатки (*OR* = 3,39; *DI* = 1,25–9,23); органов пищеварения (*OR* = 2,37; *DI* = 1,57–3,57).

У взрослого населения, проживающего на территории наблюдения, по сравнению с взрослым населением территории сравнения риск возникновения болезней кожи и подкожной клетчатки выше в 2,15 раза; костно-мышечной системы и соединительной ткани – в 1,84 раза; мочеполовой системы – в 1,72 раза; органов пищеварения – в 1,15 раза; эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ – в 1,89 раза. При этом число дополнительных случаев в следующем году дополнительно может составить 863 человека; костно-мышечной системы и соединительной ткани – 1742 человека; мочеполовой системы – 2036 человек; органов пищеварения – 1010 человек; эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ – 919 человек.

Среди детского населения территории наблюдения риск возникновения болезней кожи и подкожной клетчатки выше в 3 раза; органов пищеварения – в 1,52 раза по

сравнению с детским населением, проживающим на территории сравнения. Популяционный риск возникновения болезней кожи и подкожной клетчатки может в следующем году дополнительно составить 503 ребенка; органов пищеварения – 945 детей.

Выводы. Таким образом, изучаемый комплекс химических факторов, содержащихся в объектах окружающей среды, в совокупности оказывает неблагоприятное влияние, формируя нарушения со стороны здоровья детского и взрослого населения, проживающего на территории наблюдения в Иркутской области, что при условии сохранения экспозиции исследуемых факторов на существующем уровне может привести к возникновению дополнительных случаев заболеваний в следующем году по классу болезней кожи и подкожной клетчатки; костно-мышечной системы и соединительной ткани; мочеполовой системы; органов пищеварения; эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ для взрослых и по классам болезней кожи и подкожной клетчатки; органов пищеварения для детей.

Список литературы

1. Общая эпидемиология и основы доказательной медицины: учебное пособие / под ред. В.И. Покровского. – 2-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 496 с.

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

3. Экологическая эпидемиология: учебник для высших учебных заведений / под ред. Б.А. Ревича. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 384 с.

4. Эпидемиология: учебник: в 2 т. / под ред. Н.И. Брико, Л.П. Зуевой, В.И. Покровского [и др.] – М.: Медицинское информационное агентство, 2013. – 832 с.

Результаты оптимизации системы мониторинга качества атмосферного воздуха для оценки экспозиции при реализации федерального проекта «Чистый воздух»

С.В. Кузьмин, О.О. Синицына, Н.С. Додина, Т.А. Шашина, В.А. Кислицин, А.В. Митягина, Т.А. Погонина

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

Объектом исследования являются результаты, полученные в ходе выполнения в 2019–2020 гг. в 12 городах – участниках федерального проекта (ФП) «Чистый воздух», и возможность реализации поставленной перед Роспотребнадзором задачи по совершенствованию системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ) на территориях эксперимента.

Осуществлен анализ полученных результатов оптимизации системы СГМ за качеством атмосферного воздуха в части формирования программ мониторинга.

Основной подход состоит в анализе результатов ведения мониторинга качества атмосферного воздуха в городах-участниках ФП «Чистый воздух» в 2019–2020 гг. Оценена возможность использования полученных данных лабораторного контроля для решения задач СГМ и выполнения мероприятий, предусмотренных комплексными планами.

Актуализированы перечни приоритетных химических веществ, контролируемых в атмосферном воздухе. Оптимизированы расположения постов контроля качества воздуха при ведении СГМ. Усовершенствованы программы отбора проб воздуха.

Анализ качества атмосферного воздуха на территориях городов – участников ФП показал, что оптимизация ведения СГМ дает положительные результаты и расширяет возможности их использования в гигиенической диагностике (оценка санитарно-эпидемиологической ситуации по всем утвержденным гигиеническим нормативам, в том числе среднегодовым). Решение поставленных перед Службой задач достигает ожидаемого эффекта – мониторинг характеризует потенциальное воздействие на здоровье населения атмосферных загрязнений в 12 городах-участниках ФП «Чистый воздух», позволяет проводить оценку риска здоровью населения, а также оценивать эффективность проводимых мероприятий, предусмотренных комплексными планами по снижению выбросов загрязняющих веществ.

Полученные результаты дают основание рекомендовать единые научно-методические подходы к оптимизации системы СГМ с учетом полученного опыта на территориях 12 городов – участников ФП «Чистый воздух», а также оценки и управления рисками здоровью населения к внедрению на других территориях РФ.

Ключевые слова: оценка риска, качество воздуха, приоритетные выбросы, сводные расчеты, социально-гигиенический мониторинг.

Сложившаяся в течение многих лет система мониторинга качества атмосферного воздуха и его управления не гарантирует, к сожалению, обеспечения достаточно надежных условий безопасности для здоровья населения и определения обоснованных приоритетов по улучшению экологической ситуации на федеральном, региональном, территориальном и местном уровнях. Недостатком существующей в настоящее время системы мониторинга качества атмосферного воздуха является плохая совместимость его результатов с требованиями, предъявляемыми к принятию управленческих решений для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в том числе на основе оценки риска здоровью.

Основной причиной недостаточной эффективности существующей системы управления качеством атмосферного воздуха является отсутствие фундаментальной концепции, основанной на оценке реальной ситуации и определении приоритетов в действиях по снижению негативного влияния атмосферного воздуха на состояние здоровья населения.

Одним из трех полномочий, возложенных на Роспотребнадзор при реализации ФП «Чистый воздух», является совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга в городах-участниках, что невозможно без приведения ее организации к современным требованиям [3].

Мониторинг качества атмосферного воздуха является важнейшим инструментом для аналитического определения содержания химических веществ в воздухе, однако конечная задача мониторинга сводится не только к сбору данных, но и к получению научно обоснованной базы для разработки политики и стратегий по снижению загрязнения атмосферного воздуха и минимизации риска здоровью населения.

В сфере управления качеством атмосферного воздуха (источниками выбросов различных типов) и в сфере управления рисками здоровью, связанными с загрязнением атмосферного воздуха, очень важно иметь четкое представление, какая именно информация необходима и достаточна для выработки и принятия управленческих решений, для содействия их выполнению и для контролю их эффективности [7]. Данные позиции являются отправной точкой при планировании систем мониторинга как на национальном, так и на локальном уровнях, и использовались нами при реализации ФП «Чистый воздух».

В целях оптимизации системы социально-гигиенического мониторинга качества атмосферного воздуха в части формирования программ мониторинга (точек мониторинга, перечня контролируемых веществ, периодичности отбора проб) за прошедший период научными учреждениями Роспотребнадзора, совместно с управлениями Роспотребнадзора и центрами гигиены и эпидемиологии (ФБУЗ ЦГиЭ) в городах – участниках ФП «Чистый воздух» решались следующие задачи:

1. Оптимизация количества и состава контролируемых веществ для отражения специфики формирования потенциального воздействия атмосферных загрязнений на здоровье населения на территориях эксперимента.

2. Выбор точек контроля с целью правильного отражения химической нагрузки на оцениваемую популяцию.

3. Совершенствование программы отбора проб атмосферного воздуха для более полного соответствия задачам СГМ (оценка риска здоровью населения, гигиеническая оценка, установление причинно-следственных связей и пр.) и реализации мероприятий, предусмотренных ФП «Чистый воздух».

Решение поставленных задач достигалось путем:

– актуализации перечня приоритетных химических веществ контролируемых в атмосферном воздухе веществ;

– оптимизации расположения постов контроля качества атмосферного воздуха при ведении СГМ и реализации мероприятий, предусмотренных ФП «Чистый воздух»;

– совершенствования программы отбора проб атмосферного воздуха.

Решение указанных выше задач позволит достигнуть ожидаемого эффекта: мониторинг качества атмосферного воздуха сможет охарактеризовать воздействие на здоровье населения атмосферных загрязнений в 12 городах-участниках, что позволит проводить оценку и управление риском здоровью населения, а также оценить эффективность проведенных мероприятий комплексных планов по снижению выбросов.

Для создания оптимальной системы мониторинга качества атмосферного воздуха в исследуемых городах в части составления оптимизированного перечня приоритетных химических веществ, контролируемых на рассматриваемых территориях, использованы такие критерии, как:

– канцерогенная и неканцерогенная опасность химических веществ (учет потенциального риска здоровью);

– включение приоритетных соединений в комплексные планы по снижению выбросов загрязняющих веществ;

– учет величины ранга по объему валового выброса химических веществ;

– наличие превышений гигиенических нормативов в атмосферном воздухе по данным мониторинга за несколько лет на постах Росгидромета, ФБУЗ ЦГ и Э и др. ведомств;

– отнесение химических веществ к приоритетным компонентам загрязнения атмосферного воздуха крупных городов и/или отработанных газов автотранспорта.

По результатам проведенной работы в 2020 г. значительно увеличено количество исследований и контролируемых веществ по сравнению с предыдущими годами: число мониторируемых веществ на постах ФБУЗ ЦГиЭ 12 городов-участников федерального проекта «Чистый воздух» увеличилось с 51 до 73, а перечень наиболее опасных канцерогенно-опасных соединений вырос с 14 до 21.

Оценка результатов контроля качества воздуха показала, что из 22 веществ, контроль которых начался в 2020 г., для 15 соединений регистрируются превышения как максимальных разовых, так и среднесуточных гигиенических нормативов в атмосферном воздухе.

В целом на территориях 12 городов регистрируются превышения $ПДК_{сс}$ в 2,8 % от всех исследований. Наибольшие проценты неудовлетворительных исследований по превышению $ПДК_{сс}$ выявлены на территориях г. Красноярска (21 %), Нижнего Тагила (10 %), Братска (10 %) и Омска (7 %).

Оптимизация перечня контролируемых соединений позволила выявить как специфические компоненты загрязнения атмосферного воздуха городов-участников, так и подтвердить обязательность контроля «типичных» атмосферных загрязнителей крупных городов (мелкодисперсные взвешенные частицы, азот диоксид, углерод оксид, бензол, формальдегид и др.). Например, только на территории г. Челябинска регистрируются превышения 1,2-дихлорэтана. При этом на территориях пяти городов отмечается превышение гигиенических нормативов для типичных атмосферных загрязнений (углерода оксид).

Полученные результаты подтверждают, что при составлении программ мониторинга следует формировать перечни контролируемых соединений, выдерживая баланс между типичными атмосферными загрязнениями городов (например, бензол, формальдегид, углерод оксид и пр.) и специфическими веществами, нахождение которых в атмосферном воздухе связано с присутствием на исследуемых территориях определенных промышленных объектов.

Также необходимо учитывать наличие всех потенциальных источников загрязнения атмосферного воздуха. Выполненные в 2020 г. расчеты уровней риска от воздействия химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе крупных промышленных центров по данным сводных расчетов позволили определить приоритетные химические вещества, оказывающие наибольшее неблагоприятное воздействие на здоровье, содержащиеся в выбросах предприятий, автотранспорта и автономных источниках теплоснабжения.

В ходе выполнения расчетов риска здоровью установлено, что в сводных расчетах от автотранспорта отсутствуют такие характерные для данного типа источников выбросы, как бензол, 1,3-бутадиен, акролеин, являющиеся компонентами отработавших газов двигателей внутреннего сгорания, что приводит к недоучету экспозиции и недооценке риска здоровью от этих соединений, обладающих в том числе канцерогенным действием.

Необходимо предусмотреть изменение методической базы по учету выбросов автотранспорта для включения их как обязательные компоненты в модель рассеивания автомобильных выбросов.

Оптимизация расположения постов контроля качества атмосферного воздуха при ведении СГМ и реализации мероприятий, предусмотренных ФП «Чистый воздух», проведена с использованием следующих критериев:

– плотность жилой застройки и численность экспонированного населения в зонах контроля;

– необходимость охвата наблюдением не менее 95 % населения;

– перспективное развитие города;

– предложения Росгидромета по модернизации системы контроля качества атмосферного воздуха (существующее расположение постов наблюдения и планируемое расположение новых постов, ориентировочные сроки модернизации постов).

На ряде территорий для оптимизации расположения постов контроля качества атмосферного воздуха проводилась апробация МР 2.1.6.0157-19 [2], сочетающих в себе методические и научно-практические аспекты первых двух этапов процедуры оценки риска – идентификации опасности и оценки экспозиции. Специфической особенностью является наличие двух вариантов оценки при достаточных или недостаточных исходных данных о загрязнении атмосферного воздуха выбросами от стационарных источников.

При оптимизации расположения постов контроля качества атмосферного воздуха уточнены точки отбора проб атмосферного воздуха (в 2019 г. – 66 точек, а в 2020 г. – 48), исключено дублирование точек контроля с сетью мониторинга территориальных органов Росгидромета и других органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Проведенные в 2020 г. расчеты риска здоровью населения по данным сводных расчетов позволили оценить пространственное распределение уровней риска здоровью на территориях городов – участников ФП «Чистый воздух» и сопоставить их с расположением постов Роспотребнадзора и Росгидромета и результатами мониторинга качества атмосферного воздуха как на базовый 2017 г. (перед началом реализации мероприятий комплексных планов), так и на 2020 г., уже после корректировки планов лабораторного контроля.

Анализ полученных результатов подтверждает, что в большинстве случаев места расположения постов мониторинга выбраны оптимально и характеризуют так называемые «территории риска», в которых отмечаются наибольшие уровни риска здоровью населения, полученные на основе результатов сводных расчетов. Однако для некоторых городов – участников ФП есть необходимость проведения дополнительных исследований для корректировки расположения постов мониторинга качества атмосферного воздуха.

Следующей задачей, требовавшей решения при оптимизации системы мониторинга качества атмосферного воздуха, являлось совершенствование программы отбора проб атмосферного воздуха для получения данных, характеризующих уровни воздействия атмосферного воздуха на население в соответствии с задачами СГМ (оценка риска здоровью населения, гигиеническая оценка, установление причинно-следственных связей и пр.).

При формировании плана лабораторного контроля на 2020 г., были внесены корректировки в программы отбора проб воздуха на территориях 12 городов для получения дополнительно среднегодовых концентраций приоритетных химических веществ.

Анализ качества атмосферного воздуха на территориях городов-участников ФП «Чистый воздух» за 2020 г. показал, что оптимизация ведения СГМ дает положительные результаты.

Внедренные программы отбора проб воздуха расширяют возможности их использования в гигиенической диагностике (оценке санитарно-эпидемиологической

ситуации). Если прежде при ведении СГМ по данным ФБУЗ ЦГиЭ все выводы сводились лишь к характеристике превышений максимальных разовых гигиенических нормативов, то в городах эксперимента теперь имеется возможность проводить оценку как по $ПДК_{мр}$, так и по $ПДК_{сс}$, а с 1 марта 2021 г. и по $ПДК_{сг}$, что связано с утверждением СанПиН 1.2.36-85-21 [6].

Поскольку данные замеров, получаемые в результате лабораторных исследований в рамках ведения СГМ, удовлетворяют всем необходимым требованиям к оценке риска здоровью, то данные, собираемые ФБУЗ ЦГиЭ, позволяют получить среднегодовые концентрации, которые в дальнейшем могут быть использованы для расчетов риска здоровью населения.

Несмотря на то что средние годовые уровни концентраций химических загрязнений снижаются и уменьшается доля превышений $ПДК_{мр}$, всё ещё прослеживаются значимые превышения среднесуточных гигиенических нормативов. Так, в г. Омске по данным ФБУЗ ЦГиЭ в Омской области доля неудовлетворительных среднесуточных концентраций диоксида азот составила 5,6 % от всех исследований за год, а мелкодисперсных взвешенных частиц PM_{10} – 5,3 % и $PM_{2.5}$ – 7,7 %.

По данным ФБУЗ ЦГиЭ в Липецкой области также можно отметить, что полученные результаты позволяют оценивать качество атмосферного воздуха, используя как методологию оценки и управлением риском, так и общепринятые подходы к гигиенической оценке.

Результаты оптимизации лабораторного контроля качества атмосферного воздуха и возможность оценки данных в социально-гигиеническом мониторинге на территориях городов – участников ФП «Чистый воздух» свидетельствуют о том, что целесообразно использовать «полную» программу отбора проб воздуха, позволяющую получать как разовые, так и среднесуточные и среднегодовые концентрации [4, 5].

Ориентирование исключительно на неполную и сокращенную программу отбора проб воздуха для получения среднегодовых концентраций сужает возможности применения результатов лабораторных исследований для задач, стоящих перед СГМ как на региональном, так и на федеральном уровнях.

Получаемые результаты при оптимизации ведения СГМ будут способствовать повышению эффективности при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Полученный опыт реализации закреплённых за Роспотребнадзором задач в рамках федерального проекта «Чистый воздух» в 2019–2020 гг. позволяет рекомендовать к использованию разработанные методические подходы и утвержденные методические рекомендации [1, 2] к дальнейшему внедрению. Их применение приведет к более высокой степени достоверности результатов количественной оценки экспозиции, позволит реально решить поставленные задачи по оптимизации программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и достигнуть основной цели – снижения заболеваемости и смертности населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух.

Можно рекомендовать внедрить единые научно-методические подходы к оптимизации системы социально-гигиенического мониторинга с учетом полученного опыта на территориях 12 городов – участников федерального проекта «Чистый воздух», а также оценки и управления рисками здоровью на территории РФ, не включенных в ФП «Чистый воздух».

Для успешного применения разработанных методических подходов следует обратить внимание на решение существующих проблем на территориях, не включенных в ФП «Чистый воздух»:

– отсутствие данных по всем источникам выбросов химических веществ в атмосферный воздух (сводные расчеты по городам, не включенным в ФП «Чистый воздух»; сводные тома ПДВ; параметры источников стационарных выбросов; данные об интенсивности автомобильного движения на основных магистралях или участках улично-дорожной сети территории и пр.);

– недостаточность данных по мониторингу качества атмосферного воздуха, проводимым другими ведомствами (отсутствие взаимообмена информацией в режиме «реального времени» на территориях ведения СГМ);

– слабая межведомственная координация действий при планировании, разработке и проведении мониторинга качества атмосферного воздуха (в рамках единой информативно-аналитической системы (КАВ-риски) и ее интеграции в ЕИАС РПН).

Список литературы

1. МР – 2.1.10.0156-19. 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 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_359666/092af257cfde68fc32bfdd12b1f437368ac3025e (дата обращения: 10.04.2021).

2. МР 2.1.6.0157-19. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/565246542 (дата обращения: 12.03.2020).

3. 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: 10.04.2021).

4. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200036406 (дата обращения: 12.03.2020).

5. РД 52.04.667-2005. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию» [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200067118 (дата обращения: 12.03.2020).

6. СанПиН 1.2.36-85-21. Гигиенические требования к факторам среды обитания [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 12.03.2020).

7. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. – Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2015. – 54 p.

Основные результаты выполненных проектов по оценке риска здоровью в ряде городов – участников федерального проекта «Чистый воздух» (Липецк, Череповец, Новокузнецк, Омск)

С.В. Кузьмин, С.Л. Авалиани, Н.С. Додина, Т.А. Шашина, В.А. Кислицин, Н.Н. Рыжаков, Т.А. Погонина, Е.В. Лебедева

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

Объектом исследования являются результаты, полученные в ходе выполнения в 2020 г. в курируемых городах – участниках федерального проекта «Чистый воздух» и возможность реализации поставленных перед Роспотребнадзором задач оценки эффективности и результативности мероприятий по управлению рисками здоровью, снижению заболеваемости и смертности населения.

Осуществлен анализ результатов оценки риска здоровью населения, полученных по данным сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха в г. Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» (базовый уровень, 2017 г.).

Основной подход при реализации федерального проекта «Чистый воздух» в 2020 г. состоит в использовании исходных данных для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, получении на их основе уровней экспозиции и рисков здоровью населения. Для расчетов воздействующих концентраций применен программный продукт серии «Эколог-Город».

Проведены исследования по оценке риска здоровью населения на основе данных сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха в городах – участниках федерального проекта «Чистый воздух» (г. Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк) в 2017 г. до начала проведения мероприятий, предусмотренных комплексными планами по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

По результатам оценки риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха Череповца, Липецка, Новокузнецка, Омска установлены: приоритетные соединения, содержащиеся в промышленных выбросах, основные промышленные источники; определен долевой вклад промышленных источников, автотранспорта и автономных источников теплоснабжения в формирование уровней загрязнения на территории городов; установлено население, подверженное воздействию неприемлемых уровней риска; выделены вещества, которые следует учесть при квотировании выбросов.

Ключевые слова: оценка риска, здоровье населения, инвентаризация выбросов, сводные расчеты, квотирование.

В настоящее время управление качеством атмосферного воздуха с использованием методологии анализа риска здоровью активно внедряется в ходе реализации национального проекта «Экология», в состав которого входит федеральный проект (ФП) «Чистый воздух» [1, 6, 8].

В число 12 городов – участников реализации ФП «Чистый воздух» входят г. Череповец, Липецк, Омск и Новокузнецк, научно-методическое кураторство исследований в которых осуществляет ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора.

Цель исследования в 2020 г. – рассчитать и оценить риск здоровью населения по данным сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха в г. Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» (базовый уровень, 2017 г.), т.е. до начала проведения мероприятий по снижению выбросов, предусмотренных комплексными планами ФП «Чистый воздух» [5].

В связи с этим предполагается решить следующие **задачи:**

1. Выполнить идентификацию опасности: определить приоритетные химические вещества, загрязняющие атмосферный воздух г. Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк от всех источников выбросов для последующей оценки экспозиции и рисков здоровью на базовом уровне (2017). Определить приоритетные источники поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух гг. Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк.

2. Оценить экспозицию населения г. Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк по результатам моделирования рассеивания выбросов, проведенного с применением базы данных для сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, (получить среднегодовые и максимальные концентрации).

3. Рассчитать канцерогенные и неканцерогенные риски здоровью населения г. Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк от воздействия выбросов на базовом уровне (2017).

4. Выполнить сравнительную характеристику уровней риска здоровью, их пространственное распределение по территории г. Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк.

5. Определить население, подверженное воздействию приоритетные химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, по уровням риска здоровью.

6. Установить вещества, которые следует учесть при квотировании выбросов, учитывая их потенциальное канцерогенное и неканцерогенное острое и хроническое воздействие на здоровье в четырех городах – участниках ФП «Чистый воздух».

С целью предварительного ранжирования химических веществ использовались: сведения об объемах поступлений в атмосферный воздух, имеющиеся данные мониторинга содержания химических соединений в окружающей среде; данные о вредных эффектах, вызываемых химическим веществом; значения референтных уровней воздействия; ранжирования веществ по вкладу в суммарный объем выбросов по городу [4, 7].

Использовавшийся компьютерный банк данных о стационарных источниках выбросов загрязняющих веществ для четырех городов включал:

1) г. Череповец: 206 промышленных объектов, 3797 источников выбросов, в том числе 2334 организованных и 1463 неорганизованных. Суммарные выбросы 171 загрязняющего вещества в атмосферу от стационарных источников составляют 387 626,892 т/г.; выбросы автотранспорта от 91 участка автодорог (10 химических веществ (ХВ), общий объем выбросов – 678,348 т/г.); выбросы от автономных источников теплоснабжения (АИТ), в котором учтено 185 домов частного сектора и 52 источника выбросов (все эксплуатируются на дровяном топливе) (5 ХВ, общий объем выбросов – 85,633 т/г.);

2) г. Липецк – 721 предприятие, 7465 источников выбросов, в том числе 3914 организованных и 3551 неорганизованных. Суммарные выбросы 291 загрязняющего вещества в атмосферу от стационарных источников составляют 371371,493901 т/г.; выбросы автотранспорта от 103 участков автодорог (10 ХВ, общий объем выбросов – 43400,0 т/г.); выбросы от 246 АИТ (5 ХВ, общий объем выбросов – 916,820947 т/г.);

3) г. Омск – 245 промышленных объектов, 6748 источников выбросов, в том числе с организованным выбросом – 5193, с неорганизованным выбросом – 1555; суммарные выбросы 334 загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников составляют 217641,141 т/г.; выбросы автотранспорта от 295 участков автодорог (10 ХВ, общий объем выбросов – 1113,30 т/г.); выбросы от 471 АИТ (5 ХВ, общий объем выбросов – 5390,1198545 т/г.);

4) г. Новокузнецк – 137 промышленных объектов, 2768, в том числе с организованным выбросом – 1662, с неорганизованным выбросом – 1106; суммарные выбросы 127 загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников составляют 337778,562 т/г.; выбросы автотранспорта от 74 участков автодорог (10 ХВ, общий объем выбросов – 1638,7 т/г.); выбросы от 338 АИТ (5 ХВ, общий объем выбросов – 18775,875 т/г.).

На этапе идентификации опасности определены приоритетные ХВ, оказывающие наибольшее неблагоприятное воздействие на здоровье и содержащиеся в выбросах предприятий, автотранспорта и АИТ г. Череповца, Липецка, Омска, Новокузнецка, также определены основные стационарные источники выбросов приоритетных веществ.

Для большинства изученных территорий основная канцерогенная опасность, более 70 %, формируется за счет небольшого количества веществ (в г. Череповце и Липецке – 6 веществ определяют более 95 % канцерогенной опасности; в г. Омске – 3 ХВ формируют 97 % относительной канцерогенной опасности; в г. Новокузнецке – 3 ХВ формируют 94 % относительной канцерогенной опасности).

Основными источниками наиболее опасных выбросов для здоровья населения г. Череповца являются ПАО «Северсталь», ВРД Череповец – ОСП Ниж. филиала ОАО «Вагонная ремонтная компания-2», АО «Череповецкий фанерно-мебельный комбинат» (АО «ЧФМК»), ООО «РУТГЕРС СЕВЕРТАР», ОАО «Череповецкая спичечная фабрика “ФЭСКО”», АО «Апатит», фосфорный комплекс, сернокислотное производство.

Приоритетными стационарными источниками выбросов г. Липецка являлись Промплощадка предприятия № 1 – основная площадка НЛМК, АО «Липецкцемент», ПАО «КВАДРА» – ПП «Липецкая ТЭЦ-2», ПАО «КВАДРА» – ПП «Липецкие тепловые сети», АО «ИНДЕЗИТ ИНТЕРНЭШНЛ».

Основным источником наиболее опасных канцерогенных выбросов в г. Омске является ПАО «Омский каучук», определяющий 90,8 % вклада в канцерогенную опасность от выбросов всех источников по г. Омску. Потенциальная неканцерогенная опасность определялась выбросами АО «ТГК-11» – СП «ТЭЦ-5», АО «ТГК-11» – СП «ТЭЦ-4», АО «Газпромнефть – Омский НПЗ», основная площадка.

В г. Новокузнецке основным источником выбросов является АО «ЕВРАЗ ЗСМК» – Площадка строительного проката и Площадка рельсового проката, АО «Кузнецкие ферросплавы» (АО «КФ»), АО «Завод Универсал», ООО «Западно-

Сибирский электрометаллургический завод» (ООО «ЗСЭМЗ»), а также за выбросы канцерогенно-опасных соединений отвечают пять котельных ООО «СибЭнерго».

Расчет приземных концентраций вредных загрязняющих веществ в атмосфере, содержащихся во всех видах выбросов г. Череповца, Липецка, Омска, Новокузнецка, методом моделирования рассеивания проводился с использованием программного комплекса УПРЗА «Эколог-город» 4.6, разработанного фирмой «Интеграл», г. Санкт-Петербург.

При моделировании рассеивания выбросов для оценки экспозиций и рисков здоровью населения использовались следующие расчетные сетки:

– г. Череповец – 7881 точка, равномерно покрывающая территорию 10 жилых зон города (1044 точки воздействия);

– г. Липецк – 18 081 точка, из них 2020 точек воздействия приходится на территории 57 выделенных жилых зон;

– г. Омск – 7921 точка, из которых 834 точки воздействия приходится на территорию пяти жилых зон;

– г. Новокузнецк – 21 195 точек, равномерно покрывающих территорию шести жилых зон города (2029 точек воздействия).

Проведены расчеты приземных среднегодовых концентраций приоритетных химических веществ во всех точках воздействия – как суммарно от всех трех типов источников, так и от каждого типа (промышленные предприятия, автотранспорт, АИТ) по отдельности для каждого города – участника ФП «Чистый воздух».

Для каждой из выделенных жилых зон городов-участников выполнен статистический анализ и проведен расчет минимальных, средних и максимальных значений канцерогенных и неканцерогенных рисков от воздействия ХВ, содержащихся в выбросах стационарных и передвижных источников, а также АИТ [2].

Для большинства канцерогенно-опасных соединений установлено отсутствие превышения приемлемого уровня канцерогенного риска (*CR*), однако для территории двух городов (Череповец и Омск) выявлены вещества, воздействие которых может прогнозироваться на неприемлемом для населения уровне (более $1{,}0 \cdot 10^{-4}$).

Например, на территории г. Череповца превышения приемлемого уровня *CR* зарегистрированы только для максимальных значений в точках воздействия жилых районов № 1, 3, 5 (хром VI – Индустриальный район и Шубацкое, формальдегид – Северный район). Максимальный уровень *CR* зарегистрирован для формальдегида ($2{,}8 \cdot 10^{-4}$) в точке воздействия, расположенной в жилой зоне № 5 МР Северный район.

Канцерогенный риск для населения г. Омска – превышения приемлемого уровня *CR* прогнозируются от воздействия хрома (VI) оксида в рецепторных точках пяти жилых районов (Ленинский, Кировский, Центральный, Октябрьский, Советский).

Анализ распределения величин индивидуального *CR* здоровью населения от воздействия атмосферных загрязнений, содержащихся в выбросах всех источников (промпредприятия, автотранспорт, АИТ), показал, что на территориях г.Липецка и Новокузнецка превышения приемлемого уровня характерны исключительно для суммарного *CR*. Так, в г. Липецке превышения суммарного *CR* отмечены на территории только одной жилой зоны № 46 (микрорайон Новолипецк, $CR = 3{,}0 \cdot 10^{-4}$), а в г. Новокузнецке превышения суммарного *CR* характерны для жилой зоны № 5 (район Заводской, $CR = 1{,}4 \cdot 10^{-4}$).

Оценка неканцерогенных рисков от воздействия выбросов промышленных предприятий, автотранспорта и АИТ показала, что значения коэффициентов опасности индивидуальных веществ в большинстве случаев на территориях четырех городов – участников ФП «Чистый воздух» не превышают приемлемый уровень риска для населения (*HQ* = 1,0).

Для каждого города характерны отдельные ХВ, воздействие которых отмечается на максимальном неприемлемом уровне: г. Череповец – максимальные значения коэффициента опасности (*HQ*) марганца доходят до *HQ* = 5,0; г. Липецк – HQ_{max} керосина = 13,6; г. Омск – HQ_{max} бензо(а)пирен = 4,2; г. Новокузнецк – HQ_{max} керосина = 6,2.

Анализ значений неканцерогенного риска по влиянию на критические органы и системы (*HI*) показывает, что превышения приемлемого уровня риска характерны до 5,33 для нервной системы и до 4,83 для органов дыхания в г. Череповца; в г. Липецке максимальные значения *HI* по влиянию на критические органы и системы: печень (*HI* до 13,6), органы дыхания (*HI* до 8,4), кровь (*HI* до 8,2), нервная система (*HI* до 5,4); г. Омск: системы развития (*HI* до 4,7), иммунная система (*HI* до 4,7), органы дыхания (*HI* до 4,2); г. Новокузнецк: органы дыхания (*HI* до 10), сердечно-сосудистая система (*HI* до 4,6), кровь (*HI* до 4,8), иммунная система (*HI* до 3,9), печень (*HI* до 6,4), системы развития (*HI* до 4), эндокринная система (*HI* до 3,7), нервная система (*HI* до 3,7).

Анализ распределения по территориям городов значений неканцерогенного и канцерогенного рисков с использованием ГИС позволили выделить конкретные улицы, попадающие в зоны неприемлемого риска здоровью, что дало возможность рассчитать количество населения, подверженное неприемлемым уровням риска, и в перспективе позволит осуществлять более «адресные» мероприятия, направленные на минимизацию риска здоровью.

Установлены вещества, которые по результатам оценки риска здоровью следует учесть при квотировании выбросов, учитывая их потенциальное канцерогенное и неканцерогенное острое и хроническое воздействие на здоровье в четырех городах – участниках ФП «Чистый воздух»:

– г. Череповец: марганец, дигидросульфид, оксид железа, бензол, азота диоксид, бенз(а)пирен, хром (VI), нафталин, никеля оксид, формальдегид, азот оксид, аммиак, керосин, серная кислота, пыль неорганическая 70–20 % SiO_2, серы диоксид, пыль неорганическая до 20 % SiO_2;

– г. Липецк: диАлюминий триоксид, диЖелезо триоксид, марганец, меди оксид, никеля оксид, азота диоксид, азота оксид, сажв, сера диоксид, дигидросульфид, бензол, ксилол, циклогексанол, проп-2-ен-1-аль, керосин, пыль неорганическая > 70 % SiO_2, пыль неорганическая: до 20 % SiO_2;

– г. Омск: хром (VI) оксид, сажа, керосин, пыль неорганическая >70 % SiO_2, бензо(а)пирен, дигидросульфид, азота диоксид, серы диоксид, бензол, угольная зола (20<SiO_2<70), мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий), фенол, серная кислота, пыль неорганическая: 70–20 % SiO_2, бута-1,3-диен, марганец, меди оксид, никель оксид, проп-2-еннитрил;

– г. Новокузнецк: сажа, азота диоксид, серы диоксид, аммиак, керосин, пыль неорганическая > 70 % SiO_2, марганец, бензо(а)пирен, дигидросульфид, бензол, формальдегид, угольная пыль (20<SiO_2<70), марганец, смолистые вещества, пыль неорганическая менее 20 % SiO_2.

Для установления долевого вклада источников в формирование экспозиции и значений рисков проведены расчеты, позволяющие определить вклады отдельных предприятий, автотранспорта, курсирующего в городской черте, и автономных источников теплоснабжения (АИТ). С этой целью были выбраны точки в жилых районах четырех городов-участников, в которых получены наибольшие концентраций приоритетных ХВ, предложенных для учета при квотировании выбросов. При оценке долевого вклада указанный критерий выбора точек сочетался с критерием выбора предприятий, для которых рассчитывались вклады, т.е. для каждой точки оценивалось заданное число предприятий, дающих максимальные вклады. Полученные результаты позволили установить долевой вклад для каждого приоритетного ХВ на жилых территориях города (точках с максимальными уровнями воздействия) ведущий тип источника загрязнения (конкретный стационарный источник, автотранспорт, АИТ).

Для ряда веществ приоритетными источниками поступления в атмосферный воздух могут являться не только стационарные объекты, но и автотранспорт и АИТ. Например, для г. Новокузнецка такой источник загрязнения атмосферного воздуха, как АИТ, в разных частях города формирует вклады в уровни загрязнения и риска здоровью от бензо(а)пирена от 40,9 до 99,2 %. А вклад выбросов формальдегида, поступающих в атмосферный воздух от автотранспорта, находится в диапазоне от 11,5 до 87,5 %.

Использование данного подхода предоставляет репрезентативную информацию об источниках загрязнении атмосферного воздуха, дающих наибольшие вклады в суммарную концентрацию в наиболее критичных точках жилых территорий городов – участников ФП «Чистый воздух».

Полученные результаты моделирования приземных концентраций по данным сводных расчетов от всех источников загрязнения атмосферного воздуха четырех городов позволили выделить на карте города «территории риска», характеризующие наибольшие уровни экспозиции и рисков здоровью. Их сопоставление проведено с результатами контроля качества атмосферного воздуха на маршрутных постах центров гигиены и эпидемиологии на этих территориях, актуализация которых была осуществлена в конце 2019 г. Предварительные результаты сопоставления данных моделирования и мониторинга свидетельствуют, что в жилых зонах места расположения постов контроля выбраны в соответствии с задачами проводимого федерального проекта. Контроль, осуществляемый на данных постах, будет отражать реальную ситуацию по распространению приземных концентраций на территории городов-участников. Однако существует необходимость провести корректировку расположения постов ФБУЗ относительно постов Росгидромета с целью охвата контролем большей территории города.

Анализ перечней мониторируемых соединений показал, что в них включены основные приоритетные вещества, содержащиеся в выбросах источников загрязняющих веществ городов – участников ФП «Чистый воздух».

Окончательные выводы о необходимости дальнейшей корректировки точек контроля качества атмосферного воздуха и перечня контролируемых веществ можно сделать после анализа результатов мониторинга за весь период 2020 г. по данным всех контролирующих ведомств (Гидромет, ФБУЗ ЦГ и Э, др. ведомства).

Полученный опыт реализации закрепленных за Роспотребнадзором задач в рамках федерального проекта «Чистый воздух» позволил сформулировать предло-

жения, внедрение которых даст возможность проводить дальнейшую работу в проекте с более высокой степенью достоверности и реально достигнуть поставленных задач [2] по минимизации риска здоровью населения за счет снижения уровней загрязнения атмосферного воздуха в городах – участниках ФП «Чистый воздух». Эти предложения включают:

1. Порядок верификации данных ведомостей инвентаризации источников выбросов объектов негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения в отношении приоритетных наиболее опасных и/или маркерных химических веществ.

2. Совершенствование методических подходов к учету выбросов автотранспорта (с учетом его типа и вида используемого топлива), с обязательным учетом типичных выбросов (1,3-бутадиен, бензол, акролеин, PM_{10}, $PM_{2.5}$ и пр.).

3. Разработка методических документов по учету мелкодисперсных взвешенных веществ (порядок отнесения тех или иных твёрдых аэрозолей к определенным фракциям взвешенных веществ; порядок учета и контроля твердых аэрозолей, обладающих более токсичными свойствами, чем взвешенные вещества и их мелкодисперсные фракции, и пр.).

4. Разработка методики получения долгопериодных концентраций (среднегодовых) с учетом неблагоприятных метеоусловий.

5. Совершенствование выбора перечней квотированных веществ и объектов (полноценный учет всех промышленных объектов (действующих/недействующих), учет расположения на территориях городов промышленных объектов, учет данных мониторинга всех ведомств, ведущих контроль качества атмосферного воздуха и пр.).

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.

2. МР – 2.1.10.0156-19. 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 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http: //www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_359666/092af257cfde68fc32bfdd12b1f437368ac3025e (дата обращения: 10.04.2021).

3. МР – 5.1.0158-19. Оценка экономической эффективности реализации мероприятий по снижению уровней загрязнения атмосферного воздуха на основе оценки риска здоровью населения [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http: //www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_359666/ (дата обращения: 10.04.2021).

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. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

5. Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24.12.2018 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http: //www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 10.04.2021).

6. 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.

7. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. – 2004. – 143 с.

8. Ревич Б.А. Национальный проект «Чистый воздух» в контексте охраны здоровья населения [Электронный ресурс] // Экологический вестник России. – URL: http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132-natsionalnyj-proekt-chistyj-vozdukh-v-kontekste-okhrany-zdorovya-naseleniya (дата обращения: 01.02.2020).

Оценка риска здоровью населения г. Читы (участника федерального проекта «Чистый воздух») при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух

Е.В. Попова, И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина

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

Оценка риска здоровью населения г. Читы от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, выполнена на основе результатов расчетов рассеивания. Установлено, что при кратковременном ингаляционном воздействии химических веществ на территории селитебной застройки г. Читы формируются неприемлемые риски в отношении органов дыхания (до 28,3 *HI*), процессов развития (27,1 *HI*), иммунной системы (более 26,8 *HI*), возникновения и развития системных нарушений здоровья (более 27,3 *HI*). Уровень суммарного канцерогенного риска при длительном ингаляционном воздействии химических веществ в Чите не превышает приемлемый уровень и составляет до $5{,}74 \cdot 10^{-5}$. Неприемлемые уровни хронического неканцерогенного риска формируются в отношении органов дыхания (до 3,74 *HI*) и процессов развития (до 23,9 *HI*). По критериям риска для здоровья жителей сформирован перечень из 15 загрязняющих веществ, подлежащих систематическому мониторингу на территории г. Читы.

Ключевые слова: риск здоровью населения, приоритетные загрязняющие вещества, Федеральный проект «Чистый воздух», комплексный план мероприятий по снижению выбросов, квотирование выбросов.

Город Чита – административный центр Забайкальского края, крупный транспортный узел и промышленный центр. Численность населения города составляет более 350 тыс. человек. Город Чита входит в перечень городов-участников федерального проекта «Чистый воздух», осуществляемого в рамках национального про-

екта «Экология», на территориях которых проблемы загрязнения воздуха стоят наиболее остро [1, 4].

Цель исследования – оценить уровень ингаляционного риска здоровью населения г. Читы при воздействии химических веществ, поступающих с атмосферным воздухом, до проведения комплекса мероприятий по снижению выбросов в рамках федерального проекта «Чистый воздух».

Материалы и методы. Объектом исследования являлись показатели ингаляционного риска здоровью населения г. Читы – участника федерального проекта «Чистый воздух». Оценку параметров канцерогенного, острого и хронического неканцерогенного риска здоровью выполняли на основе результатов сводных расчетов рассеивания загрязняющих веществ, выполненных с использованием базы данных параметров стационарных и передвижных источников выбросов, официально переданной Министерством природных ресурсов в формате программного комплекса «Эколог-Город». База данных содержала записи о 2705 источниках выбросов: 1204 источниках выбросов предприятий, 1110 источниках автономного теплоснабжения, 391 источнике автотранспорта. Суммарные учтенные выбросы источников составили 1002,16 т/г.

В оценку риска были включены 37 химических веществ и все виды производственной пыли, поступающие в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников города.

Определение расчетных приземных концентраций (максимальных из разовых и среднегодовых) выполняли с использованием УПРЗА «Эколог-Город» 4.60.1 и блока расчета «Средние».

Расчетные точки располагали в геометрических центрах 15 126 жилых строений на территории г. Читы.

Результаты оценки экспозиции и рисков здоровью населения в виде электронных слоев наносили на векторную карту-схему г. Читы с использованием геоинформационных систем ArcView 3.2 и ArcGIS 9.3.1.

Оценку риска проводили в соответствии с требованиями руководства Р 2.1.10.1920-04 [6] путем последовательной реализации следующих этапов: идентификация опасности, оценка экспозиции, выбор зависимостей «экспозиция – ответ», характеристика риска.

Критерии приемлемости и градации канцерогенного риска принимали в соответствии с положениями раздела 7 руководства Р 2.1.10.1920-04.

Критерии и градации неканцерогенного риска принимали в соответствии с требованиями руководства Р 2.1.10.1920-04 с учетом рекомендаций МР 2.1.10.0156-19 «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» [3].

Результаты оценки рисков здоровью в виде электронных слоев наносили на векторную карту-схему г. Читы. Зонирование выполняли отдельно для каждого вида риска и по каждому критическому органу или системе.

На основе анализа вкладов отдельных химических веществ в риски для здоровья выделяли приоритетные примеси, к которым относили вещества, формирующие суммарно более 95 % неприемлемого риска для здоровья.

Для оценки численности населения, подверженного различным видам ингаляционного риска, выполняли «привязку» к векторной карте города деперсонифицированного реестра застрахованных в территориальном Фонде обязательного медицинского страхования жителей г. Читы [2, 5, 6].

Результаты. Установлено, что город Чита характеризуется особыми орографическими условиями. Расположение города в Читино-Ингодинской впадине создает риски накопления вредных веществ в приземном слое атмосферы, особенно поступающих от невысоких источников выбросов. Эти риски усугубляются повышенным потенциалом загрязнения атмосферы, типичным для данной климатической зоны в целом [7].

По результатам расчета и оценки ингаляционного риска для здоровья населения г. Читы определено, что неприемлемые риски для здоровья жителей города формируются как при кратковременном, так и при длительном воздействии атмосферных загрязнений.

Острый неканцерогенный риск нарушения функций **органов дыхания** при ингаляционном воздействии загрязняющих веществ в жилых массивах г. Читы составляет до 28,3 *HI* (наиболее высокие уровни риска формируются в основном для жителей Железнодорожного района города). Веществами, формирующими в сумме более 83 % риска, являются все виды производственной пыли, приоритет – пыль неорганическая с содержанием SiO_2 от 20 до 70 % и взвешенные вещества. От 5,5 до 17,6 % в формирование острого риска для органов дыхания вносит диоксид серы, от 5 до 24 % – диоксид азота. Вклады на уровне 1–2 % в данный вид риска вносят акролеин и оксид азота.

Острый неканцерогенный ингаляционный риск воздействия на **процессы развития** составил на территории города до 27,1 *HI*. Под воздействием находятся в основном жители Железнодорожного района (в условиях *HI* выше 3 в Чите проживает более 46,2 тыс. человек). Приоритетным веществом, формирующим более 90 % вклада в величину неприемлемого острого неканцерогенного риска воздействия на здоровье во всех указанных зонах, является бензол. На отдельных участках города от 1 до 6,5 % вклада формирует оксид углерода.

Острый неканцерогенный риск **нарушений функций иммунной системы** при ингаляционном воздействии загрязняющих веществ составил до 26,9 *HI*. В условиях *HI* выше 3 проживает – более 31,3 тыс. человек. Максимальное значение индекса опасности наблюдается в зоне, расположенной в Черновском районе на западе г. Читы. Зоны риска нарушений функций иммунной системы – локальные, определяются исключительно воздействием бензола (вклад от 99,5 до 100 %).

Острый неканцерогенный риск формирования **системных нарушений здоровья** при ингаляционном воздействии загрязняющих веществ составил до 27,4 *HI*. В условиях *HI* выше 3.0 в Чите проживает более 342,8 тыс. человек, практически все население города. Максимальное значение индекса опасности наблюдается на территории Железнодорожного района. Риск здоровью полностью обусловлен запыленностью воздуха. Среди приоритетов: угольная зола, пыль неорганическая с содержанием SiO_2 от 20 до 70 %, взвешенные вещества, пыль древесная, пыль зерновая.

В результате анализа уровней хронического неканцерогенного риска (значений индексов опасности) на территории г. Читы установлено, что неприемлемые риски формируются в отношении болезней органов дыхания и процессов развития.

Хронический неканцерогенный риск нарушений функций **органов дыхания** при ингаляционном воздействии загрязняющих веществ составил до 3,7 *HI*. В диапазоне индекса опасности выше 3,0 *HI* в Чите проживает более 348,0 тыс. человек. К веществам, формирующим более 90 % вклада в величину недопустимого хронического неканцерогенного риска ($HI > 3$), относятся все виды производственной пыли (приоритет – пыль неорганическая с содержанием SiO_2 от 20 до 70 %), а также серы диоксид (ангидрид сернистый), азота диоксид (азот (IV) оксид).

Хронический ингаляционный неканцерогенный риск воздействия на **процессы развития** составил до 23,9 *HI*. В зонах города, где значения индексов опасности находились в диапазоне от 6,06 до 23,9 *HI*, проживает 10,22 тыс. человек. Максимальное значение индекса опасности (23,9 *HI*) отмечается в зоне с численностью населения 1048 человек, расположенной в западной части города в Черновском районе. Наибольшие риски испытывают жители южной части Железнодорожного района, юго-западной части Ингодинского района и юго-восточной части Черновского района. Веществом, формирующим основной вклад в величину недопустимого хронического неканцерогенного риска негативного воздействия на процессы развития, является бенз(а)пирен (вклад от 95,0 до 98,5 %).

По расчетным данным на территории г. Читы превышений суммарных уровней канцерогенного риска ($CR > 1 \cdot 10^{-4}$) не установлено. Диапазон уровней суммарного канцерогенного риска в анализируемых точках составил от $2{,}20 \cdot 10^{-6}$ до $5{,}74 \cdot 10^{-5}$. Основной вклад в канцерогенный риск вносят формальдегид (от 25 до 72 % в зависимости от зоны города), углерод (сажа, от 28 до 60 %), бенз(а)пирен (от 4,3 до 38 %). Вклад соединений свинца незначителен (не выше 1 %). Прочие примеси не вносят в канцерогенный риск более 0,01 %. Расчетный популяционный риск в целом по г. Чите составляет порядка 2,3 случая в год.

Пространственное распределение зон с разными уровнями и видами риска позволило выделить на территории города зоны и отдельные участки, где жители испытывают наибольшие аэрогенные риски. Результаты зонирования г. Читы по уровню ингаляционного риска представлены на рисунке.

Проведенная оценка риска здоровью населения г. Читы позволила составить список приоритетных загрязняющих веществ, вносящих наибольшие вклады в показатели риска (таблица).

К приоритетам «первого порядка» следует отнести бенз(а)пирен, формальдегид и все виды производственной пыли, прежде всего пыль неорганическую с содержанием SiO_2 от 20 до 70 %, взвешенные вещества и сажу.

В целом по г. Чите пыли вносят существенный вклад не только в формирование рисков для здоровья. В условиях особых климатических параметров пыли в периоды туманов являются причиной образования черных смогов, вызывают негативные реакции со стороны населения, в целом формируют имидж города как экологически небезопасного.

Выводы. По результатам оценки риска здоровью населения г. Читы, выполненной с использованием данных сводных расчетов рассеивания загрязняющих веществ от совокупности стационарных и передвижных источников, показано, что высокие уровни риска формируются как при кратковременном, так и при длительном воздействии атмосферных загрязнений.

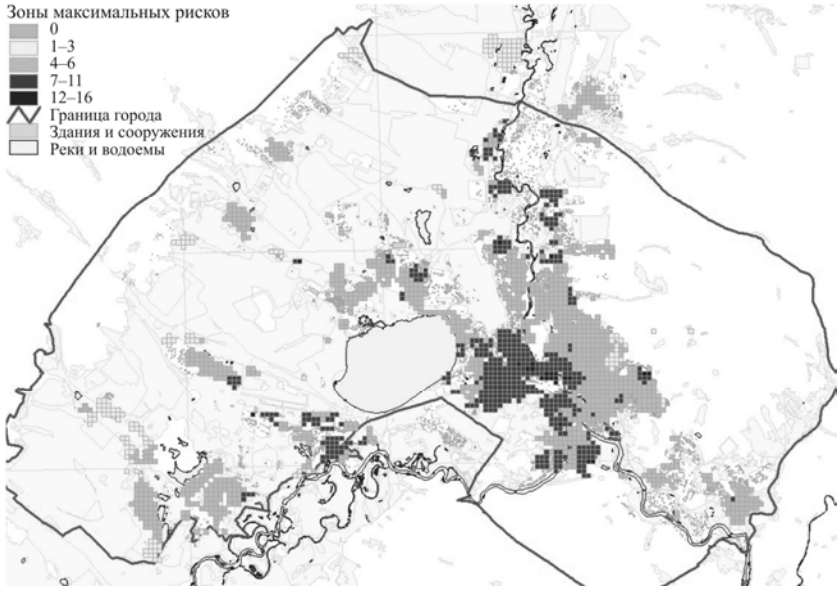


Рис. Пространственное распределение аэрогенного риска на территории г. Читы (сопряжение зон разного вида и уровней риска)

Приоритетные загрязняющие вещества – компоненты выбросов стационарных и передвижных источников на территории г. Читы, формирующие в сумме до 95 % неприемлемых аэрогенных рисков

Код	Вещество	Вносит вклад в 95%-ный неприемлемый риск
150	Натр едкий *(по остаточному принципу)*	Острый, болезни органов дыхания Острый, органы зрения
301	Азота диоксид	Острый, болезни органов дыхания Хронический, органы дыхания Хронический, болезни крови
304	Азота оксид	Хронический, болезни крови
328	Углерод (сажа)	Канцерогенный Хронический, органы дыхания
330	Серы диоксид	Острый, болезни органов дыхания Хронический, органы дыхания
337	Углерода оксид	Острый, процессы развития Хронический, болезни крови
602	Бензол	Острый, процессы развития Острый, иммунная система Острый, болезни крови Хронический, болезни крови
703	Бенз(а)пирен	Канцерогенный Хронический, процессы развития
882	Тетрахлорэтилен *(по остаточному принципу)*	Острый, нервная система
1301	Проп-2-ен-1-аль (акролеин) *(по остаточному принципу)*	Острый, органы зрения Хронический, органы дыхания
	Сумма пылей, в том числе	Острый, болезни органов дыхания
2902	Взвешенные вещества	Острый, болезни органов дыхания Острый, системное действие

Окончание таблицы

Код	Вещество	Вносит вклад в 95%-ный неприемлемый риск
2908	Пыль неорганическая: 70–20 % SiO_2	Острый, болезни органов дыхания Острый, системное действие Хронический органы дыхания
2936	Пыль древесная	Острый, болезни органов дыхания Острый, системное действие
2937	Пыль зерновая	Острый, болезни органов дыхания Острый, системное действие
3714	Угольная зола	Острый, системное действие
Дополнительно по иным критериям		
203	Хром (6+)	Превышение ПДК
333	Сероводород	Превышения $ПДК_{мр}$ на постах, потенциальный риск воздействия на нервную систему
1325	Формальдегид	Превышение $ПДК_{мр}$, $ПДК_{сс}$ на постах наблюдения. Потенциальный риск: канцерогенный, для органов дыхания, органов зрения

При кратковременном ингаляционном воздействии химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе г. Читы, на территории жилой застройки формируются неприемлемые риски, достигающие уровня 3,0–28,3 *HI* в отношении органов дыхания, процессов развития, иммунной системы, возникновения системных нарушений функций организма. Риски, близкие по уровню к верхней границе допустимого уровня (2,7–2,95 *HI*), зафиксированы в отношении болезней нервной системы и болезней органов зрения.

В результате длительного (в том числе пожизненного) воздействия химических веществ в Чите формируется канцерогенный риск на уровне от $2{,}20 \cdot 10^{-6}$ до $5{,}74 \cdot 10^{-5}$, что не превышает приемлемый уровень.

Неприемлемые уровни хронического неканцерогенного риска на уровне от 3,7 до 2,39 *HI* формируется в отношении органов дыхания, процессов развития.

Зонирование территории г. Читы по уровню риска показало, что неприемлемые, в том числе высокие, уровни риска для здоровья жителей города регистрируются в основном на территории южной части Железнодорожного района и северной части Ингодинского района.

В перечень приоритетных (по показателям риска здоровью населения) примесей включены: натр едкий, азота диоксид, азота оксид, углерод (сажа), серы диоксид, углерода оксид, бензол, бенз(а)пирен, тетрахлорэтилен, проп-2-ен-1-аль (акролеин), взвешенные вещества, все виды производственной пыли (пыль неорганическая с содержанием SiO_2 от 20 до 70 %, пыль древесная, пыль зерновая, угольная зола и др.), хром шестивалентный, сероводород, формальдегид.

Все указанные примеси, за исключением бензола, на данный момент включены в программы экологического мониторинга и программы социально-гигиенического мониторинга на территории города.

Список литературы

1. Демидов О.В., Мельцер М.Л. О реализации федерального проекта «Чистый воздух» в Забайкальском крае // Интеллектуальный потенциал Сибири: 27-я региональная научная студенческая конференция. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2019. – Ч. 1. – С. 151–153.

2. Исследование биологического действия летучей золы в составе пылегазовой смеси / С.Б. Петров, Б.А. Петров, П.И. Цапок [и др.] // Экология человека. – 2009. – № 12. – С. 13–16.

3. МР 2.1.10.0156-19. 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. – М., 2019. – 36 с.

4. Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 15.03.2021).

5. 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.

6. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

7. Тюкавкина Д.В. Влияние метеорологических условий на загрязнение воздушного бассейна в г. Чита в зимний период // Сборник материалов XIX Всероссийской студенческой научно-практической конференции Нижневартовского государственного университета. – Нижневартовск: Издательство «Нижневартовский государственный университет», 2017. – С. 317–320.

Предприятия топливно-энергетического комплекса как источники потенциального риска причинения вреда здоровью населения

А.М. Андришунас, Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, М.Р. Камалтдинов, С.Ю. Балашов

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

Представлена пространственно-динамическая и структурная гигиеническая оценка влияния деятельности объектов теплоэнергетики на качество атмосферного воздуха и формирование потенциальных рисков причинения вреда здоровью населения в Сибирском Федеральном округе (СФО). Установлено, что доля выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в СФО составила более 30 % от общего суммарного выброса стационарных источников в Российской Федерации. Доля субъектов, реализующих данный вид деятельности и относящихся к чрезвычайно высокой и высокой (1 и 2 соответственно) категориям по потенциальному риску причинения вреда в СФО составляют от 3,2 до 37,9 %. Показатель среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйст-

вующий субъект ($R^{l}_{ср}$) в СФО при осуществлении деятельности по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» составил $9{,}9 \cdot 10^{-4}$. Масштаб воздействия (M^{l}_{i}) для хозяйствующих субъектов, реализующих в СФО деятельность в сфере теплоэнергетики чрезвычайно высокой и высокой категорий по потенциальному риску причинения вреда, находится в диапазоне 0,0076–0,61 и 0,00069–0,0067 млн человек соответственно, а уровень потенциального риска причинения вреда здоровью (R^{l}) для данных категорий хозяйствующих субъектов – $1{,}11 \cdot 10^{-3}$–0,17 и $1{,}0 \cdot 10^{-4}$–$9{,}8 \cdot 10^{-4}$ соответственно. Установлено, что предприятия, осуществляющие деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» могут формировать потенциальный вред здоровью человека в виде развития новообразований ($U^{l} = 0{,}0089$), болезней эндокринной ($U^{l} = 0{,}0066$), костно-мышечной ($U^{l} = 0{,}02$) систем, органов дыхания ($U^{l} = 0{,}0018$), кровообращения ($U^{l} = 0{,}0022$), пищеварения ($U^{l} = 0{,}0017$).

Ключевые слова: предприятия теплоэнергетики, выбросы, качество атмосферного воздуха, потенциальный риск причинения вреда здоровью, масштаб воздействия.

Последние десятилетия теплоэнергетика является активно развивающейся отраслью России, в то же время значительную часть (почти 40 %) электроэнергии продолжают получать на тепловых электростанциях (ТЭС) [6, 23]. С каждым годом потребность в электроэнергии растет, и развитие отрасли направлено на поиск новых источников энергии, усовершенствование существующих предприятий теплоэнергетики, повышение их надежности и экологическую безопасность [7].

Деятельность предприятий теплоэнергетики может оказывать негативное воздействие на воздушную среду, водные объекты и почву, кроме этого функционирование тепловых объектов сопряжено с выбросами парниковых газов [10, 16].

В целом в РФ за период 2010–2019 гг. наблюдается снижение удельного веса общего количества выбросов на 30 %, в том числе от предприятий теплоэнергетики на 5,3 % (с 22,6 до 17,4 %) [16]. За последние десять лет доля нестандартных проб загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятиями теплоэнергетики, увеличилась до 2,5 раза [17].

Сибирский Федеральный округ (СФО) является одним из самых прогрессирующих промышленных регионов в Российской Федерации. Здесь сосредоточены крупнейшие горнодобывающие, химические, обрабатывающие предприятия, предприятия топливно-энергетического комплекса.

СФО располагается в зонах арктического, субарктического и умеренного поясов, климат данного региона – континентальный и резко континентальный с высокими (порой экстремально высокими) перепадами годовых и суточных температур. Климат СФО характеризуется теплым летом (до +25 °С) и суровой зимой (до –55 °С), низкой скоростью ветра (до 3,7 м/с) и низкой влажностью (до 40 %). Поскольку средние температуры воздуха в зимний период могут достигать от –28 °С до –48 °С, деятельность предприятий теплоэнергетики играет ключевую роль в обеспечении населенных пунктов Сибирского региона теплом и горячей водой [1, 3–5, 18].

Неблагоприятные климатические условия (температурный фактор, пониженная интенсивность движения воздух и влажность), характерные для сибирского региона, способствуют низкому рассеиванию химических веществ и накоплению загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, что приводит к формированию высоких уровней загрязнения всех сред обитания [6, 13, 17].

Промышленные предприятия теплоэнергетики, а также автономные источники теплоснабжения (АИТ) в СФО вносят значительный вклад в загрязнение ат-

мосферного воздуха [10, 13]. При сжигании органического твердого и жидкого топлива в атмосферный воздух поступают такие загрязняющие вещества, как углеводороды, ЛОС, сероводород, оксиды азота, сажа, оксид углерода, сернистый ангидрид и др. вещества [7, 16].

Данные многочисленных исследований показали, что повышенные уровни содержания химических веществ в атмосферном воздухе от предприятий теплоэнергетики могут вызывать неблагоприятные эффекты со стороны органов дыхания, иммунной, нервной, мочеполовой, костно-мышечной, репродуктивной систем, систем кровообращения и др. [2, 19, 22, 27].

В последние пять лет активно реализуются комплексы природоохранных мероприятий, национальных и региональных проектов, в том числе федеральных проектов «Чистый воздух», «Чистая страна», «Энергетическая стратегия России», в рамках которых проводятся мероприятия по улучшению качества атмосферного воздуха, в том числе на хозяйствующих субъектах, осуществляющих деятельность по обеспечению электрической энергией, газом и паром [8, 16].

Соответствие использования органических топливных ресурсов (уголь, мазут), характерных для данного региона, особенностей климатических условий (низкая интенсивность движения воздуха) и формирование негативных последствий загрязнения окружающей среды в зонах влияния предприятий теплоэнергетики определяют актуальность данного исследования.

Цель исследования – выполнить пространственно-динамическую и структурную гигиеническую оценку влияния деятельности объектов теплоэнергетики на качество атмосферного воздуха и формирование потенциальных рисков причинения вреда здоровью населения Сибирского федерального округа (СФО).

Материалы и методы. Анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, в том числе от предприятий теплоэнергетического комплекса осуществлялся по данным Росприроднадзора за 2010–2019 гг. [16].

В соответствии с «Общероссийским классификатором видов экономической деятельности» в Российской Федерации объекты теплоэнергетики осуществляют деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» (код 35).

Для оценки количества субъектов, осуществляющих деятельность по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», использовали данные Федерального реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (далее – Реестр) на декабрь 2020 г.

Потенциальный риск причинения вреда здоровью населения (R^l) и его среднее значение ($R^l_{ср}$) в связи с хозяйственной деятельностью производственных объектов топливно-энергетического комплекса определялся как произведение вероятности нарушения санитарно-эпидемиологического законодательства (p^l), тяжести последствий для здоровья (относительный вред здоровью) при нарушении законодательства (u^l) и масштаба воздействия на население со стороны хозяйствующего субъекта ($M^l{}_i$) в соответствии с МР 5.1.0116–17 и Постановлением № 806 [9, 11].

Вред здоровью населения при нарушении требований санитарного законодательства (U^l), определялся на основе системного, в том числе экспертного, анализа причинно-следственных связей (моделей) между частотой нарушений отдельных статей санитарного законодательства и распространенностью нарушений здоровья

в виде смертности и первичной заболеваемости населения с учетом их тяжести за период 2012–2014 гг. [9].

Гигиенический анализ показателей загрязнения атмосферного воздуха, количества проверок выполнен по данным ведомственной статистической формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» Роспотребнадзора за 2010–2019 гг.

Результаты. По данным Государственных докладов Росприроднадзора установлено, что общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за период с 2010 по 2019 г. по Российской Федерации снизился на 9 569,6 тыс. т и в 2019 г. составил 22 734 тыс. т.

За последние 10 лет валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников (в том числе от предприятий по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха») за период с 2010 по 2019 г. в целом по Российской Федерации снизились на 9,5 % и в 2019 г. составили 17 295 тыс. т (рис. 1). Выбросы от предприятий, осуществляющих деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», в суммарном объеме от всех стационарных источников по Российской Федерации составляют более 20 % [16].

В СФО доля выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников составила более 30 % от общего суммарного выброса стационарных источников в РФ. За последние 10 лет уровень выбросов от стационарных источников в СФО снизился незначительно относительно показателя Российской Федерации – на 4,0 %, и составил в 2019 г. 5631,7 тыс. т (рис. 1).

Рис. 1. Динамика объема выбросов от стационарных источников, в том числе от предприятий, осуществляющих деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», за 2010–2019 гг., тыс. т

По данным Государственного доклада об охране окружающей среды за 2010–2019 гг. в Российской Федерации основными видами выбросов от предприятий теплоэнергетики являются оксид углерода, углекислый газ, окислы азота, диоксид серы, летучие органические соединения (ЛОС), углеводороды, оксиды металлов (алюминий, железо, кальций, магний), бенз(а)пирен, оксиды ванадия, сажа, парниковые газы (метан, озон) [16].

По данным Государственного доклада о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения РФ в структуре выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух СФО от стационарных источников в 2019 г. по отношению к 2010 г. установлено увеличение доли нестандартных проб оксида углерода на 0,23 % (в 2019 г. доля нестандартных проб составила 2,49 %), азота диоксида – на 0,19 % (0,8 %), диоксида серы – на 0,61 % (0,79 %), бенз(а)пирена – на 12,7 % (18,44 %), а объем выбросов летучих органических соединений (ЛОС) сократился на 0,97 % (0,48 %), азота оксида – на 1,67 % (0,3 %), тяжелых металлов – на 2,73 % (0,35 %), взвешенных веществ – на 2,21 % (2,86 %) [17].

Одними из основных источников поступления вредных веществ в атмосферный воздух являются предприятия теплоэнергетики (ТЭС), частные котельные, АИТ. Уровень загрязнения атмосферного воздуха с 2010 по 2019 г. в крупных промышленных центрах СФО характеризуется как «очень высокий» и «высокий», индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) составил от 9,3 до 22 [12–16].

Основным топливом в СФО являются уголь, мазут, менее – природный газ [20] (рис. 2). Уровень газификации регионов Сибири остается низким. В настоящее время ведется разработка программ развития газоснабжения и газификации на 2021–2025 гг., которыми предусмотрено использование газа в качестве топлива для тепловых электростанций в Сибири [21] (рис. 3).

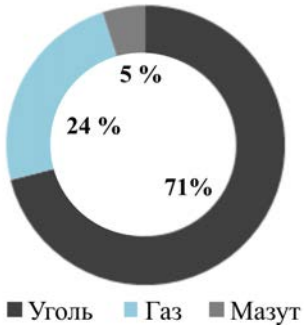


Рис. 2. Топливный баланс тепловых электростанций СФО, %

Рис. 3. Схема газификации регионов Российской Федерации на 2021–2025 гг. [19]

По данным Реестра хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю/надзору (по состоянию на декабрь 2020 г.), деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» осуществляют 6173 хозяйствующих субъекта, в том числе в СФО – 1114 субъекта (18 %). Кроме этого, одними из источников теплоснабжения городов и поселений СФО служат частные котельные и АИТ, общее количество которых составило около 73,8 тыс. [24, 26].

Показатель среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект ($R^{I}_{ср}$) в СФО при осуществлении деятельности в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» составил $9{,}9 \cdot 10^{-4}$, при этом заняв первое место в группе – «Деятельность промышленных предприятий» (рис. 4).

Рис. 4. Соотношение среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект, осуществляющий деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», относительно других реализуемых видов деятельности, относящихся к «Деятельности промышленных предприятий», в СФО

Показатели средневзвешенной частоты нарушений обязательных санитарно-эпидемиологических требований на одну проверку (контрольно-надзорное мероприятие в отношении хозяйствующего субъекта) (p^l) и показатели потенциального вреда здоровью человека из-за их возможного несоблюдения (u^l) при осуществлении деятельности в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» для всех хозяйствующих субъектов, реализующих данный вид деятельности, соответствуют значениям (по результатам моделирования) – 5,59 и 0,0194 (МР 5.1.0116-17, Постановление № 806) [9, 11]. Различия, определяющие конечное значение параметров потенциального риска причинения вреда здоровью (R^l) деятельностью по обеспечению электроэнергии у отдельного хозяйствующего субъекта, обусловлены отличием показателя, характеризующего численность населения, которое находится под воздействием *i*-го производственного объекта (M^l_i, масштаб воздействия, млн человек).

По данным Реестра масштаб воздействия (M^l_i) для хозяйствующих субъектов в СФО, реализующих деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», чрезвычайно высокой и высокой категорий по потенциальному риску причинения вреда находится в диапазоне 0,0076–0,61 и 0,00069–0,0067 млн человек соответственно, а уровень потенциального риска причинения вреда здоровью (R^l) для данных категорий хозяйствующих субъектов – $1{,}11 \cdot 10^{-3}$–0,17 и $1{,}0 \cdot 10^{-4}$–$9{,}8 \cdot 10^{-4}$ соответственно.

По данным государственных докладов по охране окружающей среды доля населения, проживающего в неблагоприятных условиях по загрязнению атмосферного воздуха Сибирского региона, составила 41 % [16].

Анализ распределения хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), реализующих деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кон-

диционирование воздуха», по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью в СФО свидетельствует, что максимальное количество хозяйствующих субъектов 1-й и 2-й категорий – чрезвычайно высокого и высокого потенциального риска – располагаются в Красноярском крае, Республике Тыва, Кемеровской, Томской, Новосибирской, Иркутской областях и составляют от 3,2 до 37,9 %, при этом хозяйствующие субъекты низкой категории потенциального риска на данных территориях отсутствуют (рис. 5).

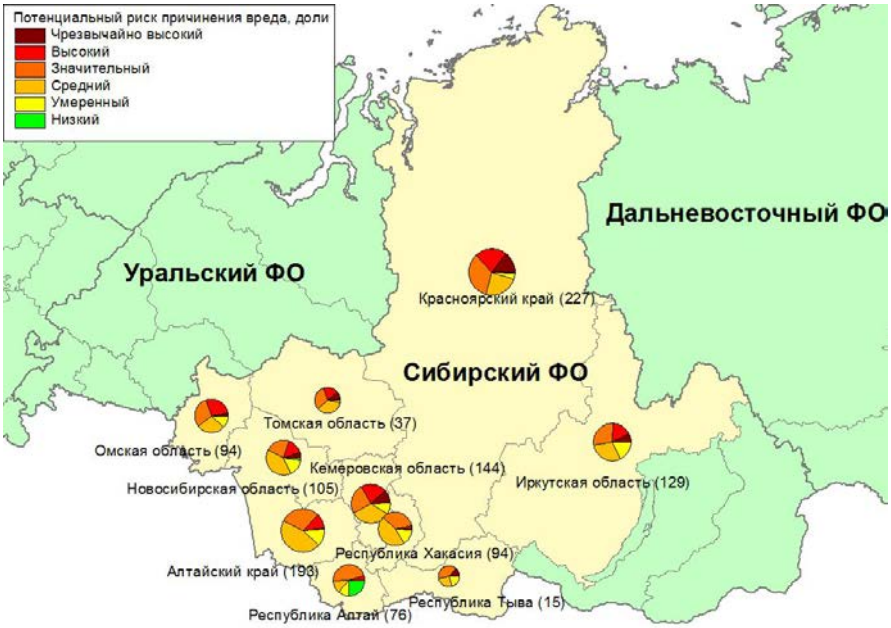


Рис. 5. Пространственное расположение хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» в Сибирском федеральном округе, с учетом категорий потенциального риска причинения вреда здоровью

Повышенные уровни содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от предприятий, осуществляющих деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», могут формировать потенциальный вред здоровью человека в виде развития новообразований, болезней эндокринной, костно-мышечной систем, органов дыхания, кровообращения и пищеварения (таблица).

В настоящее время объекты теплоэнергетики относятся к основным отраслям промышленности и формируют значимые потенциальные риски причинения вреда здоровью населения в зоне их негативного влияния. В связи с этим дальнейшее изучение причин и условий формирования ассоциированных с качеством атмосферного воздуха нарушений здоровья в зонах влияния объектов теплоэнергетики является актуальной задачей и вектором дальнейших исследований авторов данной статьи.

Параметры потенциального вреда здоровью человека из-за возможного несоблюдения обязательных требований (U^l) статей 19–21 52-ФЗ по видам нарушений здоровья, формируемым при осуществлении деятельности в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха»

Вид нарушения здоровья	U^l 19–21 статьи 52-ФЗ
Болезни кожи и подкожной клетчатки	0,009
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	0,02
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	0,000001
Болезни мочеполовой системы	0,026
Болезни нервной системы	0,00069
Болезни органов дыхания	0,0018
Болезни органов пищеварения	0,0017
Болезни системы кровообращения	0,00225
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	0,0066
Новообразования	0,0089

Выводы:

1. Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за период с 2010 по 2019 г. по Российской Федерации в целом снизился почти на 30 %. Выбросы от предприятий теплоэнергетики в суммарном объеме от всех стационарных источников по Российской Федерации составляют более 20 %.

2. Доля выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в СФО составила более 30 % от общего суммарного выброса стационарных источников в РФ. Доля хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность по обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха в СФО составила 18 % (1114 субъектов) от общего числа предприятий теплоэнергетики Российской Федерации.

3. Показатель среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект ($R^l_{ср}$) в СФО при осуществлении деятельности в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» составил $9{,}9 \cdot 10^{-4}$, при этом заняв первое место в группе – «Деятельность промышленных предприятий».

4. Масштаб воздействия (M^l_i) для хозяйствующих субъектов в СФО, реализующих деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», чрезвычайно высокой и высокой категорий по потенциальному риску причинения вреда находится в диапазоне 0,0076–0,61 и 0,00069–0,0067 млн человек соответственно, а уровень потенциального риска причинения вреда здоровью (Rl) для данных категорий хозяйствующих субъектов – $1{,}11 \cdot 10^{-3}$–0,17 и $1{,}0 \cdot 10^{-4}$–$9{,}8 \cdot 10^{-4}$ соответственно.

6. Предприятия, осуществляющие деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», могут формировать потенциальный вред здоровью человека в виде развития новообразований ($U^l = 0{,}0089$), болезней эндокринной ($U^l = 0{,}0066$), костно-мышечной ($U^l = 0{,}02$) систем, органов дыхания ($U^l = 0{,}0018$), кровообращения ($U^l = 0{,}0022$), пищеварения ($U^l = 0{,}0017$).

5. Максимальное количество хозяйствующих субъектов 1-й и 2-й категорий – чрезвычайно высокого и высокого потенциального риска соответственно – располагаются в Красноярском крае, Республике Тыва, Кемеровской, Томской, Новосибирской, Иркутской областях и составляют от 3,2 до 37,9 %, при этом хозяйствующие субъекты низкой категории потенциального риска на данных территориях отсутствуют.

7. По загрязняющим веществам, выбрасываемым объектами теплоэнергетики в СФО, за период 2010–2019 гг. регистрируется рост нестандартных проб оксида углерода на 0,23 % (в 2019 г. доля нестандартных проб составила 2,49 %), азота диоксида – на 0,19 % (0,8 %), диоксида серы – на 0,61 % (0,79 %), бенз(а)пирена – на 12,7 % (18,44 %). Благоприятная тенденция по снижению доли нестандартных проб регистрировалась по веществам: ЛОС – доля проб с превышение гигиенических нормативов сократилась на 0,97 % (в 2019 г. доля нестандартных проб составила – 0,48 %), азота оксида – на 1,67 % (0,3 %), тяжелых металлов – на 2,73 % (0,35 %), взвешенных веществ – на 2,21 % (2,86 %).

8. Полученные результаты актуализируют проблему негативного воздействия загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятиями, осуществляющими деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», на объекты среды обитания и требуют дальнейших исследований причин и условий формирования ассоциированных с качеством атмосферного воздуха нарушений здоровья в зонах влияния объектов теплоэнергетики.

Список литературы

1. Бирман Б.А., Бережная Т.В., Голубев А.Д. Основные погодно-климатические особенности Северного полушария Земли за 2017 год: аналитический обзор. – М., 2018. – 65 с.

2. Волкотруб Л.П., Чемерис Т.В. Эпидемиология злокачественных новообразований в г. Томске // Сибирский медицинский журнал. – 2002. – № 1–2. – С. 65–68.

3. Ворошилова И.И. Особенности адаптации населения южной Сибири к изменению климата // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 5. – С. 75–76.

4. Горбатенко В.П., Пустовалов К.Н., Константинова Д.А Конвективный потенциал атмосферы западной Сибири в условиях меняющегося климата // ENVIROMIS 2020. Избранные труды Международной конференции и школы молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды. – Томск, 2020. – С. 3–7.

5. Доклад об особенностях климата на территориях Российской Федерации за 2018 год. – М.: НИУ Гидромет, 2019. – 79 с.

6. Игнатов С. Электроэнергетика Сибири: краткий обзор состояния и перспективы развития [Электронный ресурс] // Рынок Электротехники. – 2018. – URL: https://marketelectro.ru/content/elektroenergetika-sibiri-kratkiy-obzor-sostoyaniya-i-perspektivy-razvitiya (дата обращения: 30.03.2021).

7. Карабекова А.А. Развитие тепловой энергетики: анализ, проблемы, перспективы // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – № 3 (105). – С. 123–127.

8. 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. 25–37.

9. МР 5.1.0116-17. 5.1. Организация Госсанэпидслужбы России. 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. Методические рекомендации (утв. Роспотребнадзором 11.08.2017). – М., 2017. – 30 с.

10. 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.

11. 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 (ред. от 20.03.2021). – М., 2016. – 39 с.

12. О состоянии и об охране окружающей среды в Красноярском крае за 2019 год: Государственный доклад. – Красноярск, 2020. – 314 с.

13. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2019 году: Государственный доклад. – Иркутск, 2020. – 314 с.

14. О состоянии и об охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2020 году: Доклад. – Кемерово, 2021. – 239 с.

15. О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2019 году: Государственный доклад. – Новосибирск, 2020. – 156 с.

16. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ им. М.В. Ломоносова, 2020. – 1000 с.

17. 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. – 2020. – 299 с.

18. Основные климатические пояса России [Электронный ресурс] // География России. – URL: https://geographyofrussia.com/osnovnye-klimaticheskie-poyasa-rossii/ (дата обращения: 29.03.2021).

19. Особенности проведения оценки риска здоровью населения при установлении зон влияния котельных, расположенных в жилых районах г. Минска / Д.А. Крупская, Ю.Е. Урбан, И.В. Кондрескул [и др.]. – 2017. – № 27. – С. 34–36.

20. Оценка перспектив и целесообразности перехода субъектов РФ, использующих нефтепродукты с целью теплоснабжения, на местные и возобновляемые виды топлива: Аналитическая записка. – 2015. – 44 с.

21. Программа газификации регионов России 2021–2025 [Электронный ресурс]. – URL: https://gazprommap.ru/ (дата обращения: 30.03.2021).

22. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 4. – С. 87–99.

23. Рынок электроэнергетики России и основные игроки отрасли: Аналитический отчет // Analytic Research Group (ARG). – 2018. – 487 с.

24. Сергеев В. Состояние теплоэнергетики в России: проблемы и перспективы // Промышленные страницы Сибири. – 2018. – № 9 (132). – С. 54–55.

25. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2019 год: ежегодник. – Санкт-Петербург: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – 2020. – 250 с.

26. Теплоэнергетика и централизованное теплоснабжение России в 2014–2018 годах: информационно-аналитический доклад. – М., 2020. – 110 с.

27. Экологические риски от влияния токсичных элементов в атмосферном воздухе на основе изучения снежного покрова в районе расположения Томской ГРЭС-2 / Н.А. Осипов, А.В. Таловская, Е.А. Филимоненко [и др.] // Известия томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329, № 4. – С. 54–69.

Оценка риска здоровью населения при обосновании санитарно-защитных зон очистных сооружений канализации

И.А. Просвирякова, Е.В. Дроздова, А.Е. Пшегрода, А.Н. Ганькин, В.А. Занкевич

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

Представлены результаты обоснования оптимальных размеров санитарно-защитной зоны очистных сооружений канализации на основании проведенной оценки риска здоровью населения от воздействия загрязняющих веществ и шума.

Ключевые слова: санитарно-защитная зона, атмосферный воздух, оценка риска здоровью населения, очистные сооружения канализации.

Обязательным условием для осуществления градостроительного проектирования населенного пункта является зонирование территории. Зонирование определяет функциональное назначение территории, взаимное размещение функциональных зон, обеспечивает предотвращение негативного воздействия факторов окружающей среды и создание благоприятных условий для жизни и здоровья населения.

Санитарно-защитная зона (далее – СЗЗ) представляет собой территорию вокруг объектов и производств, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека и служит санитарно-защитным барьером между территорией предприятия и жилой зоной, обеспечивая снижение вредного воздействия до установленных гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за ее пределами и организацию дополнительных озелененных площадей, предназначенных для экранирования, ассимиляции и фильтрации загрязнителей атмосферного воздуха, а также повышения комфортности микроклимата.

На территории Республики Беларусь требования к установлению СЗЗ для канализационных очистных сооружений хозяйственно-бытовых и производственных

сточных вод регламентированы постановлением Совета министров Республики Беларусь от 11 декабря 2019 г. № 847 [3]. Базовые размеры СЗЗ для канализационных очистных сооружений устанавливаются дифференцированно в зависимости от производительности очистных сооружений (табл. 1).

Таблица 1

Базовые размеры СЗЗ для канализационных очистных сооружений хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод

Сооружения для очистки сточных вод	Расстояние в метрах при расчетной производительности очистных сооружений, тыс. $м^3$/сут			
	до 0,2	от 0,2 до 5,0	от 5,0 до 50,0	от 50,0 до 280
Насосные станции и аварийно-регулирующие резервуары, локальные очистные сооружения компактного типа с полной биологической очисткой с аэробной стабилизацией ила	15	20	20	30
Сооружения для механической и биологической очистки с иловыми площадками для сброженных осадков, а также иловые площадки	150	200	400	500
Сооружения для механической и биологической очистки с термомеханической обработкой осадка в закрытых помещениях	100	150	300	400

Зачастую развитие инновационных технологий, внедрение современных очистных систем, реализация природоохранных мероприятий, а также увеличение плотности населения и площади территорий, занятых под жилую зону, приводит к пересмотру установленных базовых размеров СЗЗ. Изменение размеров СЗЗ может проводиться только при наличии весомых, подтвержденных документальными свидетельствами оснований. Одним из таких оснований является подтверждение безопасности для окружающей среды, жизни и здоровья человека вновь устанавливаемых границ СЗЗ.

На сегодняшний день действенным механизмом гигиенической экспертизы и современным методом регулирования градостроительной, хозяйственной и других видов деятельности, отвечающим интересам защиты здоровья населения от неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды, является методология оценки риска здоровью. Оценка риска здоровью широко применяется при гигиенической экспертизе проектных решений по размещению, проектированию новых и реконструкции, техническом перевооружении действующих объектов. Наиболее востребована оценка риска при принятии решений по установлению (корректировке) границ СЗЗ-объектов [1, 2].

Цель исследования – обоснование оптимальных размеров СЗЗ для канализационных очистных сооружений хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод с учетом результатов оценки риска здоровью населения, проживающего на прилегающих к очистным сооружениям территориях.

Материалы и методы. Для проведения исследований использовались результаты анализа гигиенической оценки градостроительной документации, материалы проекта СЗЗ, данные о технических характеристиках источников выбросов

загрязняющих веществ и шума, данные о применяемых технологических процессах, качественном и количественном составе выбросов, данные о фоновых концентрациях химических веществ, результаты математического моделирования (расчеты рассеивания выбросов) загрязнения территории в районе размещения объекта.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в районе размещения объекта выполнена с учетом значений комплексных показателей загрязнения атмосферного воздуха (показатель «Р» и индекс загрязнения атмосферы «ИЗА»), позволяющих оценить степень опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии совокупности вредных веществ.

Класс опасности объекта и дискретный размер его СЗЗ устанавливался на основании расчета величины относительного показателя опасности объекта «ОП», учитывающего годовой объем выбросов вредных веществ в атмосферный воздух (в том числе каждого компонента в отдельности) и гигиенические нормативы содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Оценка риска здоровью населения от острого и хронического воздействия загрязняющих веществ, входящих в состав выбросов объекта, а также от акустического воздействия источников шума, проводилась с применением следующих показателей: потенциальный риск острого (рефлекторного) действия, потенциальный риск длительного (хронического) воздействия, коэффициенты и индексы опасности, канцерогенный риск, риск неспецифического и специфического воздействия шума и риск предъявления жалоб населением на акустическое воздействие.

Используемые методы: санитарно-гигиенический, математическое моделирование, оценка риска, статистический метод.

Результаты. Проектируемая производственная мощность очистных сооружений канализации, осуществляющих очистку хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод, составляет 97,6 тыс. $м^3$/сут, регламентируемый базовый размер СЗЗ для данной категории объектов – 400 м. В сложившейся градостроительной ситуации в границы базовой СЗЗ попадают объекты и территории, запрещенные к размещению: территория жилой застройки, предприятия по производству продуктов питания, земли сельскохозяйственного назначения, предназначенные для выращивания сельскохозяйственных культур, используемых для питания населения.

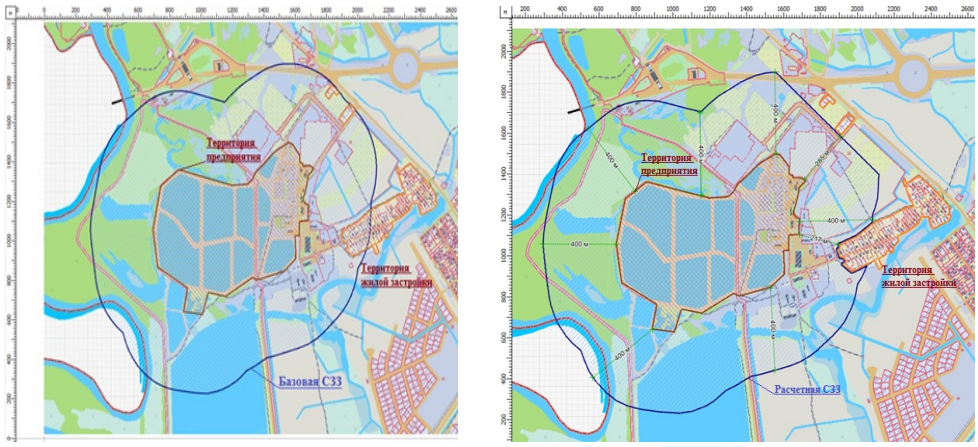
Функционирование очистных сооружений канализации сопряжено с воздействием на прилегающие территории 31 источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Большинство источников, размещенных на территории производственной площадки, относятся к неорганизованным: аэротенки, вторичные отстойники, биофильтры, мехмастерские, посты сварки, а также грузовой автотранспорт, движущийся по территории объекта. Организованные источники представлены вентиляционной системой лаборатории и зданием гаража. Валовой выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух составляет 96,13 т в год, максимальный разовый – 2,7994756 г/с. В состав выбросов объекта входит 15 наименований загрязняющих веществ, из которых 66,7 % – опасные и высокоопасные загрязняющие вещества.

Моделирование рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на прилегающих к объекту территориях проводилось с учетом фоновых концентраций, неблагоприятных метеорологических условий рассеивания выбросов, а также суммации биологического действия загрязняющих веществ. Для

верификации результатов моделирования использованы данные производственного лабораторного контроля.

По результатам моделирования оптимальный размер СЗЗ от территории производственной площадки очистных сооружений канализации составляет 400 м в северном, восточном, южном, юго-западном, западном, северо-западном направлениях, 285 м – в северо-восточном направлении и 217 м – в юго-восточном направлении и обеспечивает соблюдение гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов (рисунок).

Степень загрязнения атмосферного воздуха на границе расчетной СЗЗ объекта и территории прилегающей жилой застройки оценивается как «допустимая» (I), значение комплексного показателя загрязнения атмосферы «Р» составляет от 1,373 до 1,578. Комплексный индекс загрязнения атмосферы – «низкий».



а *б*

Рис. Базовая (*а*) и расчетная (*б*) санитарно-защитная зона очистных сооружений производительностью 97 600 м^3/сут

В результате выполненных расчетов установлено, что относительный показатель опасности объекта составляет 1,13 (табл. 2), что, учитывая суммарный объем выбросов в атмосферный воздух – 96,13244 т/г., позволяет отнести очистные сооружения канализации к умеренно-опасным объектам.

Критерием отсутствия риска здоровью населения является достижение так называемого уровня «приемлемого риска», значения которого зависят от количества и длительности воздействия неблагоприятного фактора. Проведенные расчеты подтвердили уровень «приемлемого» риска от воздействия шума и загрязняющих веществ, присутствующих в выбросах объекта, а также для групп суммации, которые данные загрязняющие вещества образуют.

Величины потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия и хронического (длительного) воздействия находились в диапазонах от 6,01E-10 до 8,45E-03 и от 4,65E-04 до 2,13E-02 соответственно и характеризовались «приемлемым» уровнем, что свидетельствует об отсутствии неблагоприятных медико-экологических тенденций в развитии заболеваемости у населения, проживающего за пределами СЗЗ.

Таблица 2

Результаты расчета относительного показателя опасности объекта

Наименование загрязняющего вещества	Класс опасности вещества	$ПДК_{сг}$	Выбросы предприятия, т/г.	Значение, $V/ПДК_{сг}$
Железа (II) оксид	3	40,0	0,083030	0,002076
Марганец и его соединения	2	1,0	0,001610	0,001610
Азота (IV) оксид	2	40,0	0,17722	0,004431
Аммиак	4	20,0	1,475375	0,073769
Азота (II) оксид	3	100,0	0,931059	0,009311
Серы диоксид	3	50,0	0,000294	0,000006
Сероводород	2	0,8	0,430502	0,538128
Углерода оксид	4	500,0	0,138817	0,000278
Фтористые газообразные соединения	2	1,0	0,000100	0,000100
Фенол	2	3,0	0,413443	0,137814
Смесь природных меркаптанов	3	0,005	0,001698	0,3396
Углеводороды предельные алифатического ряда C_{11}–C_{19}	4	100,0	0,012502	0,000125
Углеводороды предельные алифатического ряда C_1–C_{10}	4	2500,0	11,49308	0,004597
Метан	4	5 000,0	80,97268	0,016195
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 %	3	30,0	0,001030	0,000034
Относительный показатель опасности предприятия – 1,13				

Коэффициенты опасности как при кратковременном, так и при хроническом ингаляционном воздействии оценивались как «низкие» (минимальные), при этом заболеваемость населения сохранялась на «фоновом» уровне.

Индексы опасности развития неблагоприятных эффектов со стороны органов дыхания оценивались как «средние», тогда как индексы опасности неблагоприятного влияния на процессы развития организма, включая эмбриотоксическое и тератогенное действие, нарушение интеллектуального развития, функционирование центральной нервной системы, кроветворной системы (в том числе показатели периферической крови), сердечно-сосудистой системы и т.д., характеризовались «низким» (минимальным) уровнем. Как правило, при среднем уровне индекса опасности отмечается тенденция к росту фонового уровня заболеваемости.

Выводы. Проведенные расчеты позволяют рекомендовать установление расчетной санитарно-защитной зоны для очистных сооружений канализации производительностью 97,6 тыс. $м^3$/сут размером 217–400 м при условии подтверждения результатами аналитического лабораторного контроля достаточности уровня безопасности для здоровья населения от вредного воздействия объекта на границе расчетной СЗЗ и за ней.

Список литературы

1. К вопросу гигиенической оценки планировочных мероприятий на территориях населенных пунктов / И.А. Просвирякова, А.Н. Ганькин, Т.Д. Гриценко, А.Е. Пшегрода [и др.] // Факторы риска, популяционное (индивидуальное) здоровье в гигиенической донозологической диагностике: материалы 15-й Евразийской научной

конференции «Донозология–2020» / под ред. М.П. Захарченко. – СПб., 2020. – С. 285–287.

2. Оценка риска здоровью населения при обосновании санитарно-защитных зон очистных сооружений канализации / И.А. Просвирякова, Е.В. Дроздова, А.Е. Пшегрода, Т.З. Суровец // Передовые технологии в системах водоотведения населенных мест: материалы Международной научно-практической конференции. – Минск: БГТУ, 2020. – С. 141–144.

3. Специфические санитарно-эпидемиологические требования к установлению санитарно-защитных зон объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду: постановление Совета министров Республики Беларусь от 11.12.2019 г. № 847. – Минск, 2017. – 34 с.

Оценка потенциального канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью населения геохимической провинции, обусловленного потреблением питьевой воды с повышенным содержанием мышьяка

И.В. Лешкова, О.Ю. Устинова, П.З. Шур

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

Мышьяк (As) – один из токсичных элементов, неорганические формы которого классифицируются как первая группа соединений с опухолевой активностью. Наибольшую угрозу для здоровья людей представляет мышьяк, содержащийся в грунтовых водах. Предельно допустимая концентрация (ПДК) мышьяка в воде – 0,05 мг/дм^3. Даже в данной величине мышьяк обладает очень высокой токсичностью.

Осуществлены оценка потенциальных рисков здоровью населения, обусловленного поступлением в организм мышьяка с питьевой водой.

Группа наблюдения (115 человек) – лица, проживающие в домах с централизованным водоснабжением. Группа сравнения (32 человека) – лица, проживающие в домах с децентрализованным водоснабжением. Исследование проводилось на территории геохимической провинции, характеризующейся повышенным содержанием мышьяка в питьевой воде централизованного водоснабжения. Обследование: определение содержания As в биосредах (кровь), в пробах питьевой воды, в продуктах местного производства; лабораторные исследования, клинико-функциональное обследование; анализ представленной медицинской документации, статистический анализ полученных результатов, оценка потенциальных рисков здоровью населения в соответствии с Р 2.1.10.1920-04.

Анализ качества воды системы централизованного водоснабжения показал постоянное присутствие As, с превышением в отдельных пробах до 86 ПДК. Пожизненный канцерогенный риск, обусловленный потреблением питьевой воды с содержанием мышьяка на уровне

50–86 ПДК, реализуется в виде онкологических заболеваний взрослого населения различной локализации. Неканцерогенный риск развития эффектов в этих условиях является неприемлемым и чаще манифестирует заболеваниями нервной, сердечно-сосудистой систем.

Содержание мышьяка в воде глубинных скважин (100 м и более) на уровне 2,5 мг/дм^3 формирует неприемлемый уровень канцерогенного (до $4{,}09 \cdot 10^{-2}$) и неканцерогенного (*HQ* до 494,4) риска для здоровья населения.

Ключевые слова: мышьяк, глубинные скважины, питьевая вода, риск здоровью населения.

Мышьяк – один из самых токсичных металлов, относится к группе химических веществ 1-го класса опасности. Неорганический мышьяк более опасен, чем органический; трехвалентный более опасен, чем пятивалентный. Неорганические формы этого элемента классифицируются как первая группа соединений с канцерогенной активностью.

Мышьяк (As) – 33-й элемент периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, находится в V группе (по длиннопериодной таблице – в 15-й), с атомной массой 74,9 а.е.м., является р-элементом с электронной конфигурацией $4s^2 4p^3$, имеет три устойчивых валентности (не считая металлического As0+), из которых As 3 наиболее токсичный, As+5-, As 3 [10]. Это активный полуметалл, относящийся к группе химических веществ 1-го класса опасности [5].

Анализ литературных источников выявил отсутствие однозначного мнения о содержании As в компонентах окружающей среды. Среднее содержание этого химического соединения в земной коре колеблется от 0,00005 до 0,0005 % [6], Н.К. Чертко считает, что его содержание в земной коре составляет $1{,}5 \cdot 10^{-4}$ % [10]. Данные по содержанию As в почвах также весьма противоречивы. В верхнем слое незагрязненной почвы содержание мышьяка колеблется в интервале 0,1–0,2 до 30–40 мг/кг [6].

В морской воде концентрация As находится в пределах 2–3 мкг/л и колеблется в разных районах Мирового океана от 0,15 до 10 мкг/л. Пресноводные бассейны отличаются большим разбросом концентраций мышьяка – от 0,6 до 25 мкг/л [4]. Термальные и подземные воды большинства стран, в том числе и России, содержат чаще всего повышенные концентрации As со средним диапазоном концентраций от 1000 до 280 000 мкг/л [2]. В атмосфере, по данным Ф. Маккензи, 33 % мышьяка находится в виде взвеси и примерно 66 % – в растворенном виде [9]. Среднее содержание мышьяка в растениях, произрастающих на незагрязненных почвах, варьируется в пределах 0,009–1,5 мг/кг сырой массы. В растениях, произрастающих на территории природно-техногенного ландшафта, концентрация As варьируется от значений ниже 0,001 до 847,29 мг/кг. Богаты мышьяком морские организмы, например, морская водоросль ламинария, используемая в качестве пищевого продукта, имеет до 0,01 % мышьяка. У наземных животных средняя концентрация As в тканях не превышает 0,00002 %. В биологических средах человека его содержание в моче колеблется от 3 до 150 мкг/л (ppb), в крови – от 10 до 640 ppb, волосах – 0,036–0,88 ppb, в ногтях – 0,087–4 ppb [1].

Ежегодно в атмосферу выбрасывается 28 000 т As. Общая нагрузка на тропосферу составляет 1740 т мышьяка (в Северном полушарии – 85 %, в Южном – 15 %). Существуют как природные (испарения и извержения вулканов), так и антропогенные источники поступления мышьяка в атмосферу. Основными антропогенными источниками загрязнения мышьяка являются медеплавильные заводы (40 %), тепловые электростанции (20 %), сельское хозяйство (10 %) [7].

Наиболее опасным последствием воздействия As на организм человека является стимуляция канцерогенеза [11]. Международным агентством по исследованию рака (МАИР) неорганические формы этого элемента были классифицированы как первая группа соединений с опухолевой активностью.

Согласно данным эпидемиологических исследований, наибольшее количество мышьяка попадает в окружающую среду в результате человеческой деятельности, а наибольшую угрозу для здоровья людей представляет мышьяк, содержащийся в грунтовых водах. Главным источником мышьяка в воде являются промышленные стоки. Предельно допустимая концентрация (ПДК) мышьяка в воде – 0,05 мг/дм^3. Даже в данной величине мышьяк обладает очень высокой токсичностью.

Целью настоящего исследования являлась оценка потенциальных рисков здоровью населения, обусловленного поступлением в организм мышьяка с питьевой водой.

Материалы и методы. Для сравнительной оценки состояния здоровья населения, потребляющего питьевую воду с различным содержанием мышьяка, были сформированы две группы. Группа наблюдения (115 человек) – лица, проживающие в домах с централизованным водоснабжением. Группа сравнения (32 человека) – лица, проживающие в домах с децентрализованными источниками питьевой воды. Взрослое население в возрасте от 16 лет до 81 года (средний возраст – 51,8 ± 3,6 г.) составляло 81 % обследованных группы наблюдения; доля детей (5–15 лет; средний возраст – 8,3 ± 1,2 г.) достигала 19 %. Взрослое население в группе сравнения (16–57 лет; средний возраст – 40,7 ± 7,5 г.; $p = 0,67$ к группе наблюдения) составляло 47 %; доля детей (5–11 лет) – 53 %. В группе наблюдения время проживания взрослого населения в домах с централизованным водоснабжением с различным содержанием мышьяка составляло от 6 месяцев до 47 лет (22,0 ± 3,1 г.), более 10 лет – у 70,8 % обследованных; у детей длительность проживания колебалась от 9 мес. до 13 лет (в среднем 6,6 ± 1,5 г.), при этом данное место проживания более пяти лет отмечено у 73 %. В группе наблюдения время проживания взрослого населения в домах с децентрализованными источниками питьевой воды и нормативным содержанием мышьяка составляло от года до 57 лет (21,1 ± 6,6 г.; $p = 0,54$ к группе наблюдения), более 10 лет – у 83 %; у детей длительность проживания колебалась от 3 до 15 лет (6,3 ± 1,5 г.; $p = 0,83$ к группе наблюдения), более пяти – у 77 %. По социально-экономической и гендерной характеристикам, этническому составу и обеспеченностью медицинской помощью группы не имели достоверных различий ($p = 0,01–0,03$).

Исследование проводилось на территории геохимической провинции (поселок городского типа), характеризующейся повышенным содержанием мышьяка в питьевой воде централизованного водоснабжения и его нормативными значениями в воде децентрализованных источников. Глубина скважины для централизованного водоснабжения населенного пункта составляла 100–120 м; глубина децентрализованных подземных источников водоснабжения (колодцы, придомовые скважины) не превышала 10–20 м^3. Качество питьевой воды системы централизованного водоснабжения и децентрализованных источников оценивалось по данным мониторинговых исследований и результатам натурных исследований[1]. Определение содер-

[1]Данные территориального ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» и ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления риском здоровью населения».

жания As в биосредах населения (кровь) и в пробах питьевой воды, а также в продуктах местного производства проводили методом масс-спектрометрии по стандартной методике (масс-спектрометр ICP-MS4).

Оценку потенциального канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью населения выполняли в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 [8].

В ходе исследований был проведен анализ представленной медицинской документации, выполнено клинико-функциональное обследование населения по стандартным методикам с соблюдением этических норм[1], химико-аналитическое исследование биосред населения (кровь), проб питьевой воды, продуктов местного производства методом масс-спектрометрии по стандартной методике (масс-спектрометр ICP-MS4), лабораторные исследования (гематологическое, биохимическое, иммуноферментное) выполнены с помощью автоматических анализаторов (AcT5diff AL, Keylab, Infinite F50). Оценка отклонений лабораторных показателей проводилась в соответствие с половозрастными нормами [3].

Статистический анализ полученных результатов был выполнен с использованием вариационно-частотного анализа с учетом критерия Пирсона; достоверность оценивалась по критериям Фишера, Стьюдента.

Результаты. Анализ качества воды системы централизованного водоснабжения в изучаемом населенном пункте показал постоянное присутствие As с превышением в отдельных пробах ПДК до 86 раз – от 0,002 до 4,3 мг/дм^3, в то время как в воде децентрализованных источников содержание As не превышало 1 ПДК. Присутствие в воде системы централизованного водоснабжения повышенных концентраций As подтвердили результаты натурных исследований (2,5 мг/дм^3 при ПДК 0,05 мг/дм^3). В результате исследования пищевых продуктов местного производства было установлено соответствие содержания As гигиеническим нормативам.

Среднее суточное потребление воды в обеих группах взрослым населением не имело существенных различий и колебалось от 1 до 5 л, составляя в среднем 2 л (в группе наблюдения – 1,9 ± 0,2 л; в группе сравнения – 1,9 ± 0,4 л; $p = 1,0$); у детей в зависимости от возраста водопотребление составляло от 1 до 2 л (группа наблюдения: 1,3 ± 0,2 л; группа сравнения: 1,2 ± 0,3 л; $p = 1,0$); межгрупповых различий не установлено.

Результаты химико-аналитического исследования сыворотки крови показали, что медиана содержания мышьяка у взрослого населения группы наблюдения составляла 0,0065 мг/л, а у детей – 0,0049 мг/л, что соответствовало среднероссийскому уровню (0,0017–0,0154 мг/л). Анализ индивидуальных показателей выявил превышение содержания мышьяка в сыворотке крови у 8 % взрослых (0,0171 мг/л–0,0636 мг/л) и 19 % детей (0,0162 мг/л–0,0377 мг/л). В группе сравнения только у одного взрослого пациента содержание мышьяка в сыворотке крови превышало среднероссийский показатель и достигало 0,0162 мг/л; у всех обследованных детей группы сравнения индивидуальные показатели были в 4,7–15 раз ниже верхней границы среднего содержания мышьяка в плазме крови человека.

[1]Хельсинкская декларация Всемирной медицинской ассоциации. Этические принципы проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта. Принята на 18-й Генеральной Ассамблее ВМА, Хельсинки, Финляндия, июнь 1964 г. (с изменениями 2013 г.).

Клинико-функциональное обследование показало, что у 10 % обследованных в группе наблюдения были выявлены симптомы полинейропатии, при этом в 66 % случаев клинические проявления полинейропатии сочетались с симптомами поражения кожи (гиперпигментация кожи лица, физиологических складок, ареол молочных желез; гиперкератоз ладоней, стоп). Из коморбидной патологии в группе наблюдения у 45 % пациентов регистрировалось высокое нормальное и повышенное артериальное давление (в группе сравнения – у 22 % обследованных, $p = 0{,}02$), при этом у 16 % из них уже была установлена артериальная гипертензия (в группе сравнения – у 13 % обследованных, $p = 0{,}78$). Результаты электрокардиографии выявили наличие дисметаболических нарушений в миокарде у 40 % обследованных в группе наблюдения (в группе сравнения – 19 %; $p = 0{,}04$), у 33 % обследованных – нарушение проводимости (в группе сравнения – 6 %; $p = 0{,}03$). Артериальная гипертензия в группе наблюдения регистрировалась в 2 раза чаще, чем в группе сравнения ($OR = 2{,}14$; $p = 0{,}03$), а изменения в миокарде – в 9 раз чаще ($OR = 9{,}23$; $p = 0{,}01$).

По результатам опроса выявлена отягощенная наследственность по онкопатологии у каждого пятого обследованного в обеих группах (в группе наблюдения – у 18,3 %; в группе сравнения – у 18,8 %; $p = 0{,}88$). Наиболее распространенной локализацией онкопроцесса являлись молочная железа, органы пищеварения, легкие. Следует отметить, что рак кожи у родственников I и II линии не был отмечен при сборе анамнеза. Анализ медицинской документации показал наличие в анамнезе онкологических заболеваний у 6 % обследованных в группе наблюдения (базалиома и меланома кожи, рак матки, почки, молочной железы) и у 3 % – в группе сравнения (одна пациентка с установленным диагнозом базалиомы кожи; $p = 0{,}72$). В целом реализация онкологических процессов происходила в 2,0 раза чаще у лиц группы наблюдения, чем в группе сравнения ($OR = 2{,}12$; $p = 0{,}04$).

Результаты клинико-функционального обследования показали, что в 44 % случаев причинен тяжелый вред здоровью (онкологические процессы, полинейропатия, мышьяковый меланоз), а в 46 % – средний (мышьяковая дисхромия). Легкий вред здоровью причинен в 9,3 % (функциональные расстройства нервной системы).

Оценка пожизненного канцерогенного риска, обусловленного потреблением питьевой воды с повышенным содержанием мышьяка, показала, что его уровень в группе наблюдения являлся неприемлемым и составлял для взрослых $4{,}09 \cdot 10^{-2}$, а для детей – $1{,}91 \cdot 10^{-2}$. В отношении неканцерогенных рисков установлено существенное превышение допустимого значения коэффициентов опасности мышьяка, как для взрослых, так и для детей ($HQ = 494{,}4$ и $HQ = 211{,}9$ соответственно), свидетельствующих о риске развития у населения болезней кожи, сердечно-сосудистой, нервной, иммунной систем и желудочно-кишечного тракта. Оценка риска здоровью лиц в группе сравнения позволила установить уровень канцерогенного риска как для взрослого, так и для детского населения от пренебрежимо малого до предельно допустимого ($1 \cdot 10^{-6} < CR < 1 \cdot 10^{-4}$), однако у детского населения коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов превышал допустимый ($HQ = 1{,}1$), что свидетельствовало о риске развития болезней кожи ($HI = 1{,}66$), иммунной, нервной, сердечно-сосудистой ($HI = 1{,}14$–$1{,}66$) систем ($HI = 1{,}1$) и желудочно-кишечного тракта ($HI = 1{,}1$).

Выводы. Содержание мышьяка в воде глубинных скважин (100 м и более) на уровне 2,5 мг/дм^3 формирует неприемлемый уровень канцерогенного (до $4{,}09 \cdot 10^{-2}$) и неканцерогенного (HQ до 494,4) риска для здоровья населения.

Пожизненный канцерогенный риск, обусловленный потреблением питьевой воды с содержанием мышьяка на уровне 50–86 ПДК, реализуется в виде онкологических заболеваний взрослого населения различной локализации.

Неканцерогенный риск развития эффектов в этих условиях является неприемлемым и чаще манифестирует заболеваниями нервной, сердечно-сосудистой систем.

Список литературы

1. Горбунов А.В., Ляпунов С.М., Окина О.И. Оценка поступления микроэлементов организм человека с продуктами питания в центральных регионах России // Экологическая химия. – 2006. – Т. 15, № 1. – С. 47–59.

2. Копылов Н.И., Каминский Ю.Д. Мышьяк. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 367 с.

3. Клиническая лабораторная диагностика: национальное руководство / под ред. В.В. Долгова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – Т. 1. – 814 с.

4. Курсков С.Н., Растегаев О.Ю., Чупис В.Н. Мышьяк в природных системах и его эссенциальность // Теоретическая и прикладная экология. – 2010. № 3. – С. 33–41.

5. Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 13 февраля 2018 г. № 25 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/557235236 (дата обращения: 10.03.2021).

6. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. – М.: Изд-во МГУ: Высшая школа, 2005. – 558 с.

7. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2011. – 784 с.

8. 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: 10.03.2021).

9. Черных Т.М. Мышьяк в твердых частицах аэрозолей и его влияние на здоровье людей // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 167–169.

10. Чертко Н.К. Чертко Э.Н. Геохимия и экология химических элементов: справочное пособие / Издательский центр БГУ. – 2008. – 140 с.

11. Hong Y.S., Song K.H., Chung J.Y. Health effects of chronic arsenic exposure // J Prev Med Public Health. – 2014. – Vol. 47, № 5. – P. 245–252. DOI: 10.3961/jpmph.14.035

Мышьяк в питьевой воде как фактор индивидуального риска здоровью

К.А. Савина, Ю.А. Панкратова

Саратовский медицинский научный центр гигиены
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Саратов, Россия

Описаны результаты санитарно-химических анализов различных источников нецентрализованного и централизованнго водоснабжения нескольких районов Саратовской области за период 2018–2021 гг. Выявлено содержание мышьяка в них выше допустимого норматива ВОЗ до 6 ПДК, процент превышений составил 31. Произведено ранжирование обследованных районов по среднему содержанию мышьяка в питьевой воде. На основании этих данных произведена оценка вреда для здоровья от регулярного водопотребления в категории индивидуально направленных рисков. Индекс *HQ* превышал 1,0 в 27 % проб от общего числа. Результаты расчета канцерогенного риска показали некоторые превышения – 14 % от всех проб в 12 источниках.

Осуществлена оценка неканцерогенного и канцерогенного рисков для здоровья населения от употребления воды, не соответствующей санитарным нормам по содержанию мышьяка.

Изучены санитарно-химические показатели воды источников Саратовской области и г. Саратова за период 2018–2021 гг.

Рассчитаны величины индивидуальных неканцерогенного и канцерогенного риска для здоровья населения, регулярно употребляющего указанную воду в питьевых целях.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, качество питьевой воды, мышьяк, неканцерогенный риск, канцерогенный риск, здоровье человека.

Мышьяк наряду со свинцом, ртутью, кадмием и никелем входит в список наиболее токсичных микроэлементов и в перечень ВОЗ приоритетных токсикантов. Основная доля мышьяка поступает в организм человека с питьевой водой и продуктами питания.

По оценкам ВОЗ, 130 млн человек в мире потребляют воду, содержащую свыше 0,05 мг/л мышьяка, что в 5 раз превышает принятый в РФ его нормативный уровень в питьевой воде 0,01 мг/дм^3, который соответствует рекомендациям ВОЗ, Европейского сообщества (ЕС), Агентства США по охране окружающей среды (USEPA) [1]. Особенности химического состава водовмещающих пород в различных странах мира послужили причиной повышенного содержания мышьяка в подземных водах, используемых для питьевого водоснабжения. Повышенное содержание мышьяка в питьевой воде также отмечается во многих районах России – в Красноярском, Алтайском, Пермском, Ставропольском, Хабаровском краях, Республике Тува, Оренбургской, Саратовской, Архангельской, Вологодской, Омской, Свердловской, Челябинской, Магаданской, Пензенской и Иркутской областях, а также в Республике Дагестан [7]. В ряде регионов были проведены эпидемиологические исследования с выявлением геохимических провинций и оценкой воздействия повышенных концентраций мышьяка на здоровье населения при пероральном поступле-

нии в организм [3]. Качество воды в Саратовской области в целом является удовлетворительным, однако 15 % населения региона, согласно данным Роспотребнадзора за предыдущие годы, не получает питьевую воду достаточного качества [4].

В данном случае задачи, поставленные в работе, являются актуальными и представляют практический и научный интерес.

Материалы и методы. На территории Саратовской области проведен анализ содержания мышьяка в питьевой воде 78 населенных пунктов. Для исследования были выбраны 152 мониторинговые точки: 75 скважин (в том числе с разводящей сетью), 24 колодца, 13 родников, 30 источников централизованного водопровода распределительной сети из поверхностных источников водоснабжения. Обследованные районы: Саратовский, Новобурасский, Лысогорский, Екатерининский, Хвалынский, Ртищевский, Аркадакский, Красноармейский (Правобережье); Энгельсский, Марксовский, Ершовский, Федоровский, Краснокутский (Левобережье). Пробы отбирали непосредственно из источников водопотребления в районах исследований. Выбор объектов основывался на плотности населения, отдаленности от крупных источников централизованного водоснабжения, анализу эколого-природной характеристики населенных пунктов. Вода из обследованных источников регулярно используется местными жителями для питьевых нужд.

Мониторинг производился в период с 2018 по 2021 г. в разные сезоны, каждый источник был обследован неоднократно. Общее число проб 1564. Гигиеническая оценка воды по показателям химической безопасности была проведена на основе результатов лабораторных исследований аккредитованного испытательного лабораторного центра Саратовский МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора. Содержание мышьяка в питьевой воде определяли с помощью спектрометра «Квант-Z ЭТА-Т». Для оценки результатов руководствовались документом ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» [6].

Оценку индивидуального риска здоровью от употребления питьевой 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» [5]. Неканцерогенный риск рассчитывали пороговым методом, предполагающим, что эффект токсического воздействия вещества на организм появляется только при достижении дозы, называемой референтной *RfD*. Расчет индивидуального канцерогенного риска осуществляется с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона, единичный риск).

Статистическая обработка данных была произведена с помощью пакета программ Statistica for Windows и с использованием программных средств MS Excel for Windows.

Результаты. По результатам проведенных исследований процент нестандартных проб воды по показателю мышьяк составил 31. Не соответствовали нормам 24 источника в семи районах области. Превышения наблюдались в воде из подземных источников. В данном случае вероятной причиной повышенной концентрации мышьяка связаны с наличием гидрогеохимической аномалии. Превышения варьировались в пределах 1–6 ПДК. Максимальная концентрация мышьяка обнаружена нами в роднике Федоровского района – 69,17 мкг/дм^3.

Тенденция роста неудовлетворительных показателей проб воды наблюдается в ранневесенний период, в конце весны с переходом в начало лета, и в начале осени. Это обусловлено тем, что питание горизонтов происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Нами были вычислены средние значения содержания мышьяка в питьевой воде обследованных районов, данные представлены на диаграмме (рисунок).

При расчете коэффициента опасности *HQ* – показатель неканцерогенного риска – использовались региональные факторы экспозиции (объем потребляемой воды в сутки – 2,5 л, учитывая аридный климат региона). Угроза для здоровья существует при значениях индивидуального риска более 1,0 усл. ед. Если величина $0<HQ<0{,}5$, то неканцерогенный риск считается целевым; если $0{,}5<HQ<0{,}8$, то неканцерогенный риск считается не вызывающим беспокойство; если $0{,}8<HQ<0{,}1$, то неканцерогенный риск является вызывающим беспокойство, $HQ = 1$ – предельно допустимый риск, $HQ > 1$ – опасный риск.

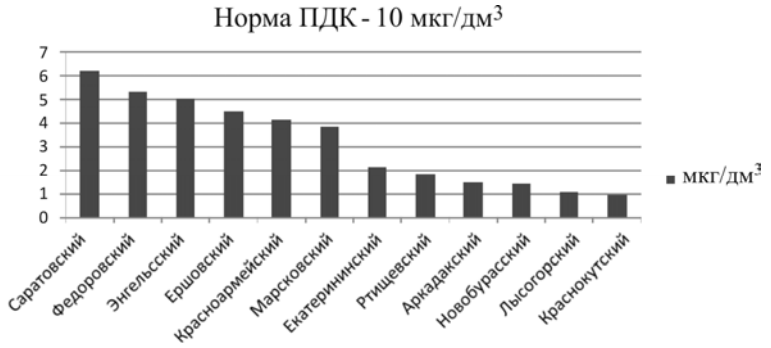


Рис. Среднее содержание мышьяка в питьевой воде по обследованным районам Саратовской области за 2018–2021 гг.

Мышьяк относится к веществам 1-го класса опасности [2] и имеет небольшую референтную дозу воздействия – отсюда получаем довольно значительную величину коэффициента *HQ* ($HQ = 1{,}0$ при $C_{As} = 8{,}4$ мкг/дм^3). Согласно результатам проведенных расчетов, значения вероятности возникновения неканцерогенных эффектов от мышьяка в питьевой воде варьировались в пределах 0,2–8,2, т.е. от целевого до опасного. Индекс опасности превышал единицу в 7 колодцах и 24 скважинах (глубина до 30 м). Еще в 15 скважинах уровень воздействия имел границы $0{,}8<HQ<1$, т.е. вызывающий беспокойство. В скважинах и колодцах глубиной более 80 м коэффициент опасности *HQ* не превышал 0,5, такие же значения наблюдались в водопроводных колонках (6 точек), в остальных точках вероятность развития неблагоприятных направленных эффектов находилась на уровне $0{,}4<HQ<0{,}7$. Индекс превышал 1,0 в 27 % проб от общего числа.

Доказано, что при избыточном поступлении мышьяка происходит его кумуляция в тканях и органах, способствуя развитию предпатологических и патологических состояний, что подтверждено результатами эпидемиологических исследований, проведенных на территориях стран с мышьяковистыми гидрогеохимическими провинциями. Обследование населения в Бангладеш, Индии, КНР и других странах позволило определить специфические для воздействия этого вещества заболевания,

названные хроническими арсенозами, или арсеникозами [2]. Распространенность заболеваний, как правило, увеличивается с возрастом человека и определяется продолжительностью потребления загрязненной мышьяком воды. В результате многих исследовательских работ, проведенных в эндемичных по мышьяку регионах, были выявлены и подтверждены канцерогенные свойства мышьяка и его соединений. Согласно данным Международного агентства по изучению рака (МАИР), мышьяк является доказанным человеческим канцерогеном и может стать причиной развития рака кожи, легких, печени, мочевого пузыря при длительном потреблении питьевой воды с повышенными концентрациями этого элемента [7].

Верхняя граница приемлемого индивидуального канцерогенного риска для населения – $1 \cdot 10^{-4}$ ($CR = 1 \cdot 10^{-4}$ при $C_{As} = 19{,}0$ мкг/дм^3) [5]. Результаты расчета канцерогенного риска показали некоторые превышения – 14 % о всех проб, в 12 источниках. Наибольшая величина индивидуального канцерогенного риска составила $3{,}7 \cdot 10^{-4}$ (родник в Федоровском районе).

Основной источник неопределенностей в данной работе связан с неполной информацией о параметрах для оценки экспозиции, зависящей от более детального изучения количественного потребления питьевой воды различными группами населения. Максимально достоверные результаты по оценке влияния комбинированного перорального поступления тяжелых металлов на здоровье могут быть реально установлены в целенаправленно и верно спланированных исследованиях, снижающих уровни вариабельности и неопределенности, с использованием специально полученных данных и определения сценариев, приближенных к существующим условиям жизни.

Для прогнозирования картины риска планируется продолжение мониторинга, и сбор информации о состоянии здоровья потребителей воды из исследуемых источников для расчета популяционных рисков.

Рекомендации по улучшению качества питьевой воды децентрализованного водоснабжения в Саратовской области:

– учитывать оценку риска влияния качества питьевой воды на здоровье населения в системе эколого-гигиенического мониторинга;

– рекомендовать потребителям применение наиболее безопасных реагентов для очистки воды с учетом региональных особенностей исходной воды;

– информировать потребителей (население) о качестве питьевой воды.

Выводы:

1. По результатам мониторинга питьевых водоисточников Саратовской области 2018–2021 гг. установлено: доля нестандартных проб воды по содержанию мышьяка составила 31 %. Размеры отклонений варьировались в пределах 1–6 ПДК, превышения фиксировались регулярно в разные сезоны года.

2. Обнаруженные концентрации мышьяка в некоторых источниках обусловливают значительные риски развития заболеваний неинфекционной природы, дальнейшее их использование для питьевого водоснабжения требует системного изучения с целью мониторинга воздействия на здоровье и разработки эффективных методов очистки вод от мышьяка перед использованием их в хозяйственно-бытовых целях.

3. В населенных пунктах, использующих воду с повышенным содержанием мышьяка, необходимо вести систематические наблюдения за содержанием мышьяка в питьевых водах, информировать население о состоянии питьевой воды и возможных рисках для здоровья, повышать квалификацию медицинских работников по ранней диагностике клинических проявлений заболеваний, вызванных хрониче-

ской интоксикацией мышьяком, проводить профилактические медосмотры населения (в первую очередь групп повышенного риска).

Список литературы

1. 100 лет законодательного регулирования качества питьевой воды. Ретроспектива, современное состояние и перспективы / Ю.А. Рахманин, Г.Н. Красовский, Н.А. Егорова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 5–17.

2. Абдулмуталимова Т.О. Оценка канцерогенного риска здоровью населения при использовании подземных вод с высоким содержанием мышьяка в качестве источников питьевого водоснабжения на примере республики Дагестан // Токсикологический вестник. – 2019. – № 6. – С. 39–44.

3. 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.

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 здоровья человека, 2019. – 87 с.

5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 144 с.

6. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – М., 2021. – 469 с.

7. Guidelines for drinking-water quality. – Geneva: World health organization, 2011. – 564 p.

Оценка канцерогенного риска, связанного с повышенным содержанием 3,4–бенз(а)пирена в почве г. Таганрога

Л.А. Дерябкина[1], Б.И. Марченко[2,1], К.С. Тарасенко[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

Характерными для селитебных территорий урбанистических экологических систем, формируемых в границах крупных индустриальных городов, являются выраженные деструктивные изменения в почвах. Высокие уровни содержания в почве таких супертоксикантов и ксенобиотиков, как тяжелые металлы и полициклические ароматические углеводороды, обусловливают высокий риск для здоровья городского населения.

Осуществлена комплексная гигиеническая оценка химического загрязнения почв в г. Таганроге Ростовской области с населением около 250 тыс. человек за период 2013–2020 гг., включая оценку индивидуального и популяционного канцерогенного риска, обусловленного сверхнормативным содержанием 3,4-бенз(а)пирена, определяемого методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). В работе использованы результаты исследований проб почвы, отобранных в фиксированных точках опробования (селитебные территории вблизи перекрестков с интенсивным движением автотранспорта, зоны рекреации и территории дошкольных образовательных учреждений), регламентированных областным стандартом ведения социально-гигиенического мониторинга. Установлено, что приоритетными поллютантами для городских почв являются 3,4-бенз(а)пирен, цинк и свинец при их долевом вкладе в $K_{\text{почва}}$ соответственно 55,25; 19,61 и 7,04 %. При этом превышение ПДК по содержанию в почве 3,4-бенз(а)пирена зарегистрировано в 65,63 % исследованных проб почвы при его средней и максимальной концентрациях соответственно 2,298 и 45,525 ПДК. Выполненная оценка индивидуального многомаршрутного канцерогенного риска (*CR*), обусловленного содержащимся в почве 3,4-бенз(а)пиреном, свидетельствует о его высоком уровне ($2{,}4606 \cdot 10^{-3}$) при приоритетном значении ингаляционного пути поступления (94,84 %).

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, риск здоровью, химическое загрязнение почв, тяжелые металлы, 3,4-бенз(а)пирен, оценка канцерогенного риска.

Для урбоэкосистем большинства промышленных городов характерны существенные деструктивные процессы во всех компонентах среды обитания населения, в том числе почвы. Высокое содержание экотоксикантов, включая ксенобиотики, в поверхностном горизонте почв городских ландшафтов, которые как открытые системы тесно взаимосвязаны с атмосферой и гидросферой, является высокоинформативным геохимическим критерием степени их деградации под воздействием антропогенной техногенной нагрузки, который следует учитывать при изучении экологически зависимой патологии, в том числе злокачественных новообразований [1, 2, 5–7, 10, 12].

Среди приоритетных для почв промышленных городов суперэкотоксикантов и ксенобиотиков, признаваемых канцерогенами или модификаторами химического канцерогенеза, особое место принадлежит такому химическому соединению 1-го класса опасности, как 3,4-бенз(а)пирен. Содержащийся в выбросах стационарных источников промышленных предприятий и автомобильного транспорта 3,4-бенз(а)-пирен вследствие процесса седиментации, а также с атмосферными осадками загрязняет почвенный покров, легко переходит в растения и включается в трофические цепи через продукцию растениеводства с выраженной биомагнификацией, что определяет высокую актуальность его выявления в почвах при ведении социально-гигиенического мониторинга и в системе экоаналитики [3, 4, 11, 15].

Целью исследования является комплексная характеристика химического загрязнения почв г. Таганрога по данным социально-гигиенического мониторинга за 2013–2020 гг. с выходом на оценку индивидуального и популяционного канцерогенного риска, обусловленного повышенным содержанием 3,4-бенз(а)пирена.

Материалы и методы. В работе применены результаты исследований 672 проб почвы на содержание свинца, цинка, меди, никеля, кадмия, хрома и ртути, а также 384 проб почвы на содержание 3,4-бенз(а)пирена. Отбор проб почвы в 2013–2020 гг. осуществлялся в 19 мониторинговых точках, относящихся к селитебным территориям, вблизи перекрестков с интенсивным движением автомобильного транспорта (8), территориям муниципальных дошкольных образовательных учреждений (8) и зонам рекреации в границах г. Таганрога (3) – набережная, парк и пляж. Определение содержа-

ния в почве тяжелых металлов производилось атомно-абсорбционным методом с использованием спектрометра атомно-абсорбционного модели «Квант-2А», массовой концентрации 3,4-бенз(а)пирена – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на стационарном хроматографе жидкостном «Стайер» с флуориметрическим детектором. Состояние почвы оценивалась на основе частных показателей загрязнения (в ПДК), коэффициентов концентрации с учетом региональных фоновых уровней содержания тяжелых металлов (F), комплексного показателя загрязнения почвы ($K_{\text{почва}}$) и суммарного коэффициента техногенного загрязнения (Zc). При формировании баз данных и их статистической обработке применялось специализированное программное обеспечение собственной разработки и профессиональный пакет статистических программ IBM SPSS Statistics (Statistical Package for Social Science), version 19.0.

Результаты. Результаты исследований, охватывающих период 2013–2020 гг. свидетельствуют о том, что содержание меди, никеля и ртути в почве мониторинговых точек не превышает их предельно допустимых концентраций (ПДК) при средних концентрациях данных металлов соответственно 22,72 ± 0,88; 20,00 ± 0,49 и 0,053 ± 0,007 мг/кг и их долевом вкладе в комплексный показатель загрязнения почвы 4,14; 6,07 и 0,54 %.

Среди определяемых металлов наибольший показатель загрязнения приходится на цинк при средней концентрации 197,31 ± 9,40 мг/кг (0,816 ПДК) и долевом вкладе в $K_{\text{почва}}$ 19,61 %. Содержание цинка превышает ПДК в 26,04 ± 3,33 % проб при максимальном показателе 10,94 ПДК. На втором ранговом месте находится свинец с превышением ПДК в 2,83 ± 1,26 % исследованных проб при его среднем содержании в почвах 39,09 ± 2,01 мг/кг, максимальном – 1,95 ПДК и удельном весе в $K_{\text{почва}}$ 7,04 %. В 0,15 % проб почвы обнаружено превышение ПДК по содержанию кадмия, в 0,30 % проб – хрома. Максимальное содержание кадмия равно 1,01 ПДК, хрома – 3,98 ПДК.

Приоритетным почвенным поллютантом является 3,4-бенз(а)пирен при его сверхнормативном содержании (до 45,53 ПДК) в 65,63 ± 4,78 % исследованных проб. Среднее содержание 3,4-бенз(а)пирена в почвах составляет 0,0460 ± 0,0103 мг/кг (2,30 ПДК), а его долевой вклад в $K_{\text{почва}}$ – 55,25 %.

Комплексный показатель загрязнения почвы ($K_{\text{почва}}$) в целом за последние 8 лет соответствует 4,160 при его варьировании в диапазоне от 3,026 в 2019 г. до 4,806 в 2018 г. В целом за весь исследуемый период суммарный коэффициент техногенного загрязнения (Zc) равен 6,978 при зарегистрированном в 2018 г. его минимальном значении (6,301), в 2014 г. – максимальном, равном 7,120 (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Показатели химического загрязнения почвы в г. Таганроге Ростовской области за период 2013–2020 гг.

Наименование показателя		Год наблюдения								2013–2020 гг.
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
МЕДЬ ПДК 132,0 мг/кг. Фоновый уровень (F) 34,92 мг/кг	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,29
	Наибольшая концентрация, C_{max}, мг/кг	117,50	126,40	69,10	78,70	51,00	68,70	117,50	117,50	126,40
	Показатель загрязнения, I_{max}, ПДК	0,890	0,958	0,523	0,596	0,386	0,520	0,890	0,890	0,958
	Коэффициент концентрации, $K_{max}=C_{max}/F$	3,365	3,620	1,979	2,254	1,460	1,967	3,365	3,365	3,620
	Среднегодовая концентрация, C_{ave}, мг/кг	22,53	26,61	21,92	24,72	19,52	21,39	22,53	22,53	22,72 ± 0,88
	Показатель загрязнения, I_{ave}, ПДК	0,171	0,202	0,166	0,187	0,148	0,162	0,171	0,171	0,172

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Коэффициент концентрации, $K_{ave} = C_{ave} / F$	0,645	0,762	0,628	0,708	0,559	0,613	0,645	0,645	0,651
	Долевой вклад в $K_{почва}$, %	3,96	4,39	4,04	4,13	3,48	3,37	5,64	3,96	4,14
ЦИНК ПДК 220,0 мг/кг. Фоновый уровень (F) 79,72 мг/кг	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	25,00	21,43	22,62	22,62	30,95	35,71	25,00	25,00	26,04 ± 3,33
	Наибольшая концентрация, C_{max}, мг/кг	437,80	1300,90	656,40	2406,50	1115,40	1117,00	437,80	437,80	2406,50
	Показатель загрязнения, I_{max}, ПДК	1,990	5,913	2,984	10,939	5,070	5,077	1,990	1,990	10,939
	Коэффициент концентрации, $K_{max}=C_{max} / F$	5,492	16,318	8,234	30,187	13,991	14,012	5,492	5,492	30,187
	Среднегодовая концентрация, C_{ave}, мг/кг	180,33	188,66	174,43	213,55	213,11	247,75	180,33	180,33	197,31 ± 9,40
	Показатель загрязнения, I_{ave}, ПДК	0,820	0,858	0,793	0,971	0,969	1,126	0,820	0,820	0,816
	Коэффициент концентрации, $K_{ave} = C_{ave} / F$	2,262	2,367	2,188	2,679	2,673	3,108	2,262	2,262	2,475
	Долевой вклад в $K_{почва}$, %	19,01	18,68	19,28	21,41	22,80	23,43	27,09	19,01	19,61
СВИНЕЦ ПДК 130,0 мг/кг. Фоновый уровень (F) 30,2 мг/кг	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	2,38	2,38	0,00	1,19	4,76	7,14	2,38	2,38	2,83 ± 1,26
	Наибольшая концентрация, C_{max}, мг/кг	253,90	227,80	122,10	166,80	179,20	171,10	253,90	253,90	253,90
	Показатель загрязнения, I_{max}, ПДК	1,953	1,752	0,939	1,283	1,378	1,316	1,953	1,953	1,953
	Коэффициент концентрации, $K_{max}=C_{max} / F$	8,407	7,543	4,043	5,523	5,934	5,666	8,407	8,407	8,407
	Среднегодовая концентрация, C_{ave}, мг/кг	41,49	40,43	36,33	37,30	37,37	36,84	41,49	41,49	39,09 ± 2,01
	Показатель загрязнения, I_{ave}, ПДК	0,319	0,311	0,279	0,287	0,287	0,283	0,319	0,319	0,293
	Коэффициент концентрации, $K_{ave} = C_{ave} /F$	1,374	1,339	1,203	1,235	1,237	1,220	1,374	1,374	1,294
	Долевой вклад в $K_{почва}$, %	7,40	6,78	6,79	6,33	6,77	5,90	10,55	7,40	7,04
КАДМИЙ ПДК 2,0 мг/кг. Фоновый уровень (F) 0,24 мг/кг	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	0,00	0,00	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15 ± 0,29
	Наибольшая концентрация, C_{max}, мг/кг	0,83	2,00	2,02	1,47	1,86	1,16	0,83	0,83	2,02
	Показатель загрязнения, I_{max}, ПДК	0,413	1,000	1,010	0,737	0,930	0,580	0,413	0,413	1,010
	Коэффициент концентрации, $K_{max}=C_{max}/F$	3,438	8,333	8,417	6,142	7,750	4,833	3,438	3,438	8,417
	Среднегодовая концентрация, C_{ave}, мг/кг	0,29	0,37	0,33	0,32	0,36	0,47	0,29	0,29	0,34 ± 0,03
	Показатель загрязнения, I_{ave}, ПДК	0,143	0,184	0,167	0,158	0,179	0,237	0,143	0,143	0,176
	Коэффициент концентрации, $K_{ave} = C_{ave} /F$	1,195	1,531	1,390	1,318	1,494	1,974	1,195	1,195	1,412
	Долевой вклад в $K_{почва}$, %	3,33	4,00	4,06	3,49	4,22	4,93	4,74	3,33	4,23
НИКЕЛЬ ПДК 80,0 мг/кг. Фоновый уровень (F) 22,73 мг/кг	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,29
	Наибольшая концентрация, C_{max}, мг/кг	35,50	32,45	54,50	70,20	25,13	36,40	35,50	35,50	70,20
	Показатель загрязнения, I_{max}, ПДК	0,444	0,406	0,681	0,878	0,314	0,455	0,444	0,444	0,878
	Коэффициент концентрации, $K_{max}=C_{max}/F$	1,562	1,428	2,398	3,088	1,106	1,601	1,562	1,562	3,088
	Среднегодовая концентрация, C_{ave}, мг/кг	20,16	19,45	20,27	21,74	16,44	21,63	20,16	20,16	20,00 ± 0,49
	Показатель загрязнения, I_{ave}, ПДК	0,252	0,243	0,253	0,272	0,206	0,270	0,252	0,252	0,252
	Коэффициент концентрации, $K_{ave} = C_{ave} /F$	0,887	0,856	0,892	0,956	0,723	0,952	0,887	0,887	0,880
	Долевой вклад в $K_{почва}$, %	5,84	5,30	6,16	5,99	4,84	5,63	8,33	5,84	6,07
РТУТЬ ПДК 2,1 мг/кг. Фоновый уровень (F) 0,2 мг/кг	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,29
	Наибольшая концентрация, C_{max}, мг/кг	0,644	0,449	0,471	0,269	0,161	1,850	0,644	0,644	1,850
	Показатель загрязнения, I_{max}, ПДК	0,307	0,214	0,224	0,128	0,077	0,881	0,307	0,307	0,881
	Коэффициент концентрации, $K_{max}=C_{max}/F$	3,220	2,245	2,355	1,345	0,805	9,250	3,220	3,220	9,250
	Среднегодовая концентрация, C_{ave}, мг/кг	0,058	0,053	0,039	0,044	0,041	0,076	0,058	0,058	0,053 ± 0,007
	Показатель загрязнения, I_{ave}, ПДК	0,027	0,025	0,019	0,021	0,019	0,036	0,027	0,027	0,023
	Коэффициент концентрации, $K_{ave} = C_{ave} /F$	0,288	0,266	0,196	0,220	0,203	0,378	0,288	0,288	0,266
	Долевой вклад в $K_{почва}$, %	0,64	0,55	0,45	0,46	0,46	0,75	0,91	0,64	0,54
ХРОМ, подвижные формы. ПДК 6,0 мг/кг	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	0,00	1,19	0,00	0,00	0,00	1,19	0,00	0,00	0,30 ± 0,41
	Наибольшая концентрация, C_{max}, мг/кг	5,73	23,90	2,86	4,75	1,96	7,50	5,73	5,73	23,90
	Показатель загрязнения, I_{max}, ПДК	0,956	3,983	0,477	0,792	0,327	1,250	0,956	0,956	3,983
	Среднегодовая концентрация, C_{ave}, мг/кг	0,94	1,18	0,50	0,52	0,35	0,85	0,94	0,94	0,78 ± 0,09
	Показатель загрязнения, I_{ave}, ПДК	0,157	0,197	0,083	0,086	0,058	0,142	0,157	0,157	0,130
	Долевой вклад в $K_{почва}$, %	3,65	4,29	2,02	1,90	1,37	2,95	5,20	3,65	3,12
3,4–БЕНЗ(а)ПИРЕН. ПДК 0,02 мг/кг	Удельный вес проб с превышением ПДК, %	72,92	70,83	52,08	62,50	79,17	58,33	66,67	62,50	65,63 ± 4,78
	Наибольшая концентрация, C_{max}, мг/кг	0,3710	0,1542	0,7610	0,9105	0,1799	0,2170	0,0440	0,1710	0,9105
	Показатель загрязнения, I_{max}, ПДК	18,550	7,710	38,050	45,525	8,995	10,850	2,200	8,550	45,525
	Среднегодовая концентрация, C_{ave}, мг/кг	0,0484	0,0514	0,0471	0,0511	0,0476	0,0510	0,0227	0,0484	0,0460 ± 0,0103
	Показатель загрязнения, I_{ave}, ПДК	2,422	2,570	2,353	2,553	2,382	2,550	1,136	2,422	2,298
	Долевой вклад в $K_{почва}$, %	56,17	56,00	57,20	56,29	56,06	53,05	37,55	56,17	55,25
Клочва		4,312	4,590	4,113	4,535	4,248	4,806	3,026	4,312	4,160
Суммарный коэффициент техногенного загрязнения, Zc		6,651	7,120	6,496	7,117	6,890	6,301	6,651	6,651	6,978

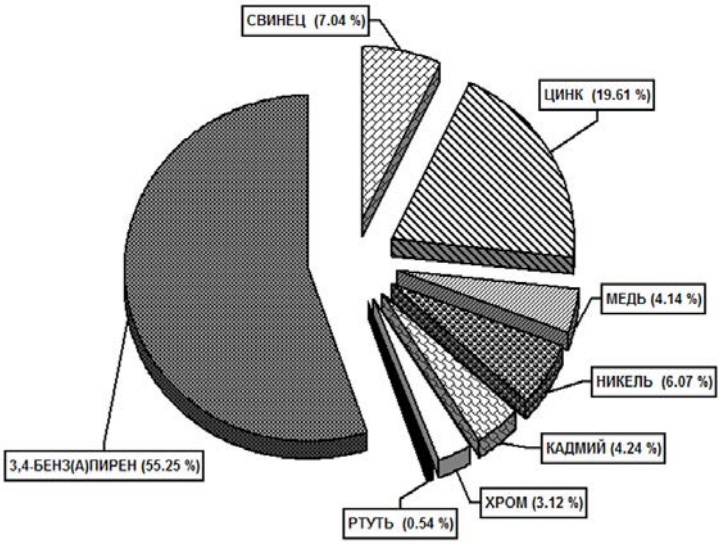


Рис. 1. Долевой вклад отдельных поллютантов в комплексный показатель загрязнения почвы ($К_{почва}$) в г. Таганроге за период 2013–2020 гг.

Результаты лабораторных исследований при ведении социально-гигиенического мониторинга в 2013–2015 гг., свидетельствуют о крайне высокой степени загрязнения почв Таганрога 3,4-бенз(а)пиреном. Так, из 384 исследованных проб превышение ПДК (0,02 мг/кг) выявлено в 65,63 ± 4,78 % случаев при средней фактической концентрации данного поллютанта 0,0460 ± 0,0103 мг/кг (2,298 ПДК). Максимальное зарегистрированное содержание 3,4-бенз(а)пирен составляет 0,9105 мг/кг (45,525 ПДК). Наиболее высокая степень загрязнения 3,4-бенз(а)пиреном приходится на почву селитебных территорий, расположенных вблизи от перекрестков с интенсивным движением автотранспорта (первая группа мониторинговых точек), где удельный вес проб с превышением ПДК за последние восемь лет равен 71,60 ± 5,64 %, а среднее содержание данного поллютанта – 0,0475 ± 0,0103 мг/кг (2,376 ПДК). На втором ранговом месте по частоте превышения ПДК находится почва зон рекреации (58,72 ± 9,45 %), однако среднее содержание 3,4-бенз(а)пирена здесь оказалось даже выше, чем для первой группы мониторинговых точек (0,0498 ± 0,0241 мг/кг). Среди зон рекреации с крайне высоким уровнем загрязнения почвы 3,4-бенз(а)пиреном (до 45,525 ПДК) выделяется парк «Приморский», находящийся в зоне влияния основных производственных цехов ныне не существующего крупного предприятия сельскохозяйственного машиностроения – АО «Таганрогский комбайновый завод». Таким образом, по среднему содержанию 3,4-бенз(а)пирена в соответствии с критериями оценки степени химического загрязнения СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» почва в первой и второй группах мониторинговых точек может быть отнесена к категории загрязнения «опасная» [14]. Для контрольных мониторинговых точек третьей группы, которые расположены на территориях муниципальных дошкольных образовательных учреждений, удельный вес проб почвы с превышением ПДК составляет 36,00 ± 19,81 % при среднем содержании

3,4-бенз(а)пирена 0,0176 ± 0,0094 мг/кг (0,882 ПДК) и максимально не превышающем 3,105 ПДК (табл. 2).

Таблица 2

Показатели загрязнения 3,4-бенз(а)пиреном почвы в г. Таганроге Ростовской области за период 2013–2020 гг.

Наименование показателей	Всего по мониторинговым точкам	В том числе		
		селитебные территории в зоне влияния перекрестков с интенсивным движением автомобильного транспорта	зоны рекреации (набережная, парк)	территории дошкольных образовательных учреждений
Число отобранных проб почвы	384	250	109	25
в том числе с превышением ПДК	252	179	64	9
Удельный вес проб с превышением ПДК, %	65,63 ± 4,78	71,60 ± 5,64	58,72 ± 9,45	36,00 ± 19,81
Средняя концентрация, C_{ave}, мг/кг	0,0460 ± 0,0103	0,0475 ± 0,0103	0,0498 ± 0,0241	0,0176 ± 0,0094
Показатель загрязнения по средней концентрации, I_{ave}, ПДК	2,298	2,376	2,492	0,882
Нижняя доверительная граница средней концентрации, $p < 0,05$	0,0357	0,0372	0,0256	0,0082
Верхняя доверительная граница средней концентрации, $p < 0,05$	0,0563	0,0579	0,0740	0,0270
Минимальная концентрация, C_{min}, мг/кг	0,0026	0,0038	0,0026	0,0040
Показатель загрязнения по минимальной концентрации, I_{min}, ПДК	0,130	0,190	0,130	0,200
Максимальная концентрация, C_{max}, мг/кг	0,9105	0,7610	0,9105	0,0621
Показатель загрязнения по максимальной концентрации, I_{max}, ПДК	45,525	38,050	45,525	3,105

Высокая актуальность оценки связанного с химическим загрязнением городской почвы канцерогенного риска при ведении социально-гигиенического мониторинга определяется тем, что, во-первых, значительная часть селитебных территорий Таганрога представлена частной застройкой с приусадебными участками, выращиваемая на которых сельскохозяйственная продукция (овощи, фрукты, ягоды и другая) с высокой степенью вероятности контаминируется присутствующим в городской почве 3,4-бенз(а)пиреном. Во-вторых, для Таганрога с населением около 250 тыс. человек свойственна стабильно неблагоприятная ситуация по онкологической заболеваемости. Так, среднемноголетний показатель частоты по сумме локализаций злокачественных новообразований за последние 15 лет равен 480,11 $^{o}/_{oooo}$, что превышает аналогичный показатель для городского населения Ростовской области (373,98 $^{o}/_{oooo}$) в 1,28 раза и соответствует первому ранговому месту среди городов областного подчинения. Среднегодовой темп прироста многолетней тенденции общей онкологической заболеваемости за 2006–2020 гг. составляет +0,28 %. Среди онкологических заболеваний устойчивые тенденции к росту частоты сформировались по таким локализациям злокачественных новообразований, как полость рта и глотки (+1,15 %), прямая кишка (+0,57 %), кожа без учета меланомы (+1,89 %), молочная железа (+1,95 %), шейка матки (+3,44 %), предстательная железа (+3,95 %), щитовидная железа (+4,42 %) и злокачественные лимфомы (+1,04 %). Первое ранговое место в структуре онкологической патологии занимают злокачественные новообразования кожи (без меланомы) при удельном весе 15,08 %, вто-

рое – злокачественные новообразования молочной железы (12,50 %), третье – злокачественные новообразования трахеи, бронхов и легкого (9,14 %). Затем следуют злокачественные новообразования ободочной кишки, предстательной железы и желудка – соответственно 6,84; 6,14 и 6,04 %. В многолетней динамике частота злокачественных новообразований возросла в 2,06 раза с 260,35 $^{o}/_{oooo}$ в 1986 г. до максимального зарегистрированного показателя в 2017 г. – 535,77 $^{o}/_{oooo}$ (рис. 2).

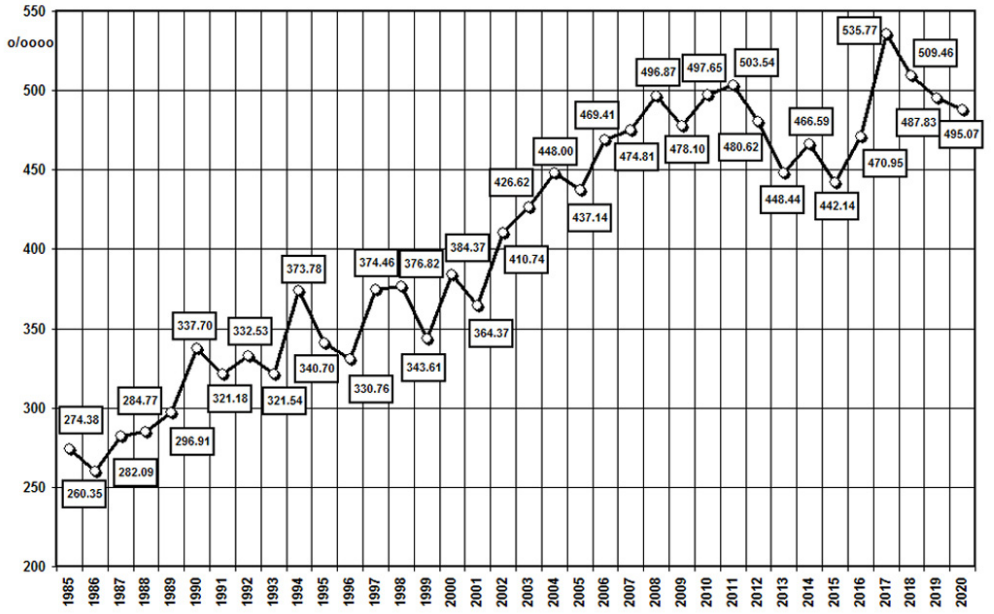


Рис. 2. Динамика общей онкологической заболеваемости населения в г. Таганроге Ростовской области за период 1985–2020 гг.

Оценка канцерогенного риска, связанного с высоким содержанием в городской почве 3,4-бенз(а)пирена, проведена по результатам лабораторных исследований за период 2013–2020 гг. Согласно рекомендациям [9, 13] оценка канцерогенного риска выполнялась с учетом обоснованных максимальных экспозиций, рассчитанных на основе верхних 95%-ных доверительных границ средних концентраций 3,4-бенз(а)пирена.

Показатели индивидуального многомаршрутного канцерогенного риска (*CR*) в соответствии со сценарием селитебной зоны рассчитывались как суммы показателей канцерогенных рисков, обусловленных воздействием содержащегося в почве мониторинговых точек опробования 3,4-бенз(а)пирена при реализации перорального (*CRo*), ингаляционного (*CRi*) и накожного (*CRd*) путей поступления в организм.

При расчете индивидуального канцерогенного риска за счет перорального пути поступления 3,4-бенз(а)пирена из почвы (*CRo*) было применено значение фактора наклона (*SFo*), равное 7,3 (мг/(кг·день))$^{-1}$. Величины *CRo* для отдельных календарных годов периода наблюдения варьировались в диапазоне от $2{,}8312 \cdot 10^{-5}$ до $6{,}4046 \cdot 10^{-5}$, а среднемноголетний уровень *CRo*, рассчитанный на основе верхней доверительной границы ($p < 0{,}05$) средней концентрации 3,4-бенз(а)пирена, оказался равен $7{,}2075 \cdot 10^{-5}$.

Таким образом, *CRo* соответствует второму диапазону пожизненного индивидуального риска (предельно допустимому риску или верхней границе приемлемого риска), что определяет необходимость осуществления постоянного контроля. Долевое участие *CRo* в структуре индивидуального многомаршрутного канцерогенного риска (*CR*) составляет 2,93 %. Популяционный канцерогенный риск при пероральном пути поступления 3,4-бенз(а)пирена из почвы (*PCRo*) для населения г. Таганрога соответствует $1{,}8019 \cdot 10^{+1}$ на протяжении периода средней продолжительности жизни человека, равной 70 годам (табл. 3).

Таблица 3

Канцерогенный риск здоровью населения г. Таганрога Ростовской области, обусловленный содержанием 3,4-бенз(а)пирена в почве, за период 2013–2020 гг.

Наименование показателя		Индивидуальный многомаршрутный канцерогенный риск, обусловленный содержащимся в почве 3,4-бенз(а)пиреном (*CR*)	В том числе канцерогенный риск, обусловленный воздействием содержащегося в почве 3,4-бенз(а)пирена (сценарий селитебной зоны)		
			при пероральном пути поступления (*CRo*)	при ингаляционном пути поступления (*CRi*)	при накожном пути поступления (*CRd*)
Годы наблюдения	2013	$2{,}0605 \cdot 10^{-3}$	$6{,}0355 \cdot 10^{-5}$	$1{,}9542 \cdot 10^{-3}$	$4{,}5870 \cdot 10^{-5}$
	2014	$2{,}1865 \cdot 10^{-3}$	$6{,}4046 \cdot 10^{-5}$	$2{,}0737 \cdot 10^{-3}$	$4{,}8675 \cdot 10^{-5}$
	2015	$2{,}0012 \cdot 10^{-3}$	$5{,}8621 \cdot 10^{-5}$	$1{,}8981 \cdot 10^{-3}$	$4{,}4552 \cdot 10^{-5}$
	2016	$2{,}1715 \cdot 10^{-3}$	$6{,}3607 \cdot 10^{-5}$	$2{,}0595 \cdot 10^{-3}$	$4{,}8341 \cdot 10^{-5}$
	2017	$2{,}0260 \cdot 10^{-3}$	$5{,}9345 \cdot 10^{-5}$	$1{,}9215 \cdot 10^{-3}$	$4{,}5102 \cdot 10^{-5}$
	2018	$2{,}1688 \cdot 10^{-3}$	$6{,}3529 \cdot 10^{-5}$	$2{,}0570 \cdot 10^{-3}$	$4{,}8282 \cdot 10^{-5}$
	2019	$9{,}6655 \cdot 10^{-4}$	$2{,}8312 \cdot 10^{-5}$	$9{,}1672 \cdot 10^{-4}$	$2{,}1517 \cdot 10^{-5}$
	2020	$2{,}0605 \cdot 10^{-3}$	$6{,}0355 \cdot 10^{-5}$	$1{,}9542 \cdot 10^{-3}$	$4{,}5870 \cdot 10^{-5}$
Канцерогенный риск по средним концентрациям за период 2013–2020 гг.		$2{,}0203 \cdot 10^{-3}$	$5{,}9179 \cdot 10^{-5}$	$1{,}9161 \cdot 10^{-3}$	$4{,}4976 \cdot 10^{-5}$
Канцерогенный риск по верхним доверительным границам средних концентраций ($p < 0{,}05$) за период 2013–2020 гг.		$2{,}4606 \cdot 10^{-3}$	$7{,}2075 \cdot 10^{-5}$	$2{,}3337 \cdot 10^{-3}$	$5{,}4777 \cdot 10^{-5}$
Структура канцерогенного риска, %		100,00	2,93	94,84	2,23
Популяционный канцерогенный риск по верхним доверительным границам средних концентраций ($p < 0{,}05$) за период 2013–2020 гг. (*PCR*)		$6{,}1514 \cdot 10^{+2}$	$1{,}8019 \cdot 10^{+1}$	$5{,}8343 \cdot 10^{+2}$	$1{,}3694 \cdot 10^{+1}$
		615,14	18,02	583,43	13,69

В связи с недоступностью данных о коэффициенте абсорбции (GIABS) для 3,4-бенз(а)пирена, его величина была принята равной 1,0, что соответствует 100%-ному поступлению данного поллютанта в организм. Поэтому при расчете индивидуального канцерогенного риска за счет накожного пути поступления значение фактора наклона (*SFd*) было приравнено к величине фактора наклона при пероральном пути поступления (*SFo*), т.е. к 7,3 $(\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день}))^{-1}$. Значения годовых показателей индивидуального канцерогенного риска при накожном пути поступления (*CRd*) за последние восемь лет варьировались в пределах от $2{,}1517 \cdot 10^{-5}$ до $4{,}8675 \cdot 10^{-5}$ при его среднемноголетнем уровне $5{,}4777 \cdot 10^{-5}$ (второй диапазон по-

жизненного индивидуального риска). Удельный вес *CRd* в индивидуальном многомаршрутном канцерогенном риске (*CR*) равен 2,23 %, а популяционный канцерогенный риск (*PCRd*) для населения г. Таганрога – $1{,}3694 \cdot 10^{+1}$ (см. табл. 3).

При оценке индивидуального канцерогенного риска за счет ингаляционного пути поступления 3,4-бенз(а)пирена из почвы (*CRi*) был применен фактор наклона (*SFi*), равный 3,9 $(\text{мг/(кг·день)})^{-1}$, а при расчете фактора его испарения из почвы (*VF*) величина 0,034 $\text{Па·м}^3\text{/моль}$ – в качестве значения константы закона Генри. Установлено, что годовые показатели *CRi* варьировались в пределах от $9{,}1672 \cdot 10^{-4}$ до $2{,}0737 \cdot 10^{-3}$, а *CR* – от $9{,}6655 \cdot 10^{-4}$ до $2{,}1865 \cdot 10^{-3}$ при их среднемноголетних значениях соответственно $2{,}3337 \cdot 10^{-3}$ и $2{,}4606 \cdot 10^{-3}$, что соответствует четвертому диапазону риска (более $1{,}0 \cdot 10^{-3}$) – *De manifestis Risk*, неприемлемому ни для населения, ни для профессиональных групп. Таким образом, ингаляционный путь поступления 3,4-бенз(а)пирена из почвы является приоритетным при долевом участии *CRi* в формировании индивидуального многомаршрутного канцерогенного риска (*CR*), равном 94,84 %. Популяционный канцерогенный риск при ингаляционном пути поступления 3,4-бенз(а)пирена из почвы (*PCRi*) равен $5{,}8343 \cdot 10^{+2}$, а популяционный многомаршрутный канцерогенный риск (*PCR*) – $6{,}1514 \cdot 10^{+2}$ (см. табл. 3).

Выводы. Таким образом, установлен существенный уровень загрязнения почв Таганрога 3,4-бенз(а)пиреном и обусловленный им высокий канцерогенный риск, что, с учетом специфики данного соединения (высокая стабильность; способность к аккумуляции и включению в трофические цепи; доказанное канцерогенное, мутагенное и тератогенное воздействие на человека), определяет необходимость и целесообразность включения данного вида исследований в перечень обязательных при ведении социально-гигиенического мониторинга.

Список литературы

1. Актуальность оценки многосредового канцерогенного риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду / В.И. Курчанов, Т.Е. Лим, И.А. Воецкий [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 7 (268). – С. 8–12.

2. 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. – М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.

3. Бутенко Г.С., Полонская Д.Е. Содержание 3,4-бенз(а)пирена в почвах техногенно загрязненных территорий // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 7. – С. 86–90.

4. Горобцова О.Н., Назаренко О.Г., Минкина Т.М. Содержание 3,4-бенз(а)пирена в растительности, расположенной в зоне влияния Новочеркасской ГРЭС // Изв. вузов. Сев.-Кав. регион. Серия: Естественные науки. – 2006. – № 3. – С. 63–66.

5. Дерябин А.Н., Унгуряну Т.Н., Бузинов Р.В. Риск здоровью населения, связанный с экспозицией химических веществ почвы // Анализ риска здоровью – 2019. – № 3. – С. 18–25.

6. Методы и технологии анализа риска здоровью в системе государственного управления при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Н.В. Зайцева, А.Ю. Попова, И.В. Май [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 2. – С. 93–98.

7. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 5–9.

8. Онищенко Г.Г. Химическая безопасность – важнейшая составляющая санитарно-эпидемиологического благополучия населения // Токсикологический вестник. – 2014. – № 1. – С. 2–6.

9. 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.

10. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России / С.Л. Авалиани, Л.Е. Безпалько, Т.Е. Бобкова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 33–36.

11. Полициклические ароматические углеводороды в почвах техногенных ландшафтов / Д.Н. Габов, В.А. Безносиков, Б.М. Кондратенок [и др.] // Геохимия. – 2010. – Т. 48, № 6. – С. 606–617.

12. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиций сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 2 (251). – С. 4–7.

13. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004 г. – 144 с.

14. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 16 с.

15. Риск здоровью населения, связанный с повышенным содержанием бенз(а)пирена в почве / В.В. Сучков, С.А. Хотимченко, О.В. Сазонова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 65–72.

О безопасности рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов

Н.В. Никифорова

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

Проблема качества продуктов питания является актуальной ввиду развития пищевой промышленности, внедрения в технологии изготовления пищевых продуктов новых составляющих, например таких, как подсластители, новые пищевые добавки и пр. Свыше 75 % мирового объема производства рыбы используется непосредственно в пищу, а уровень потребления свежей рыбы растет за счет других видов рыбных продуктов (например консервированной рыбы). Вышеописанное актуализирует проблему изучения безопасности данного вида продукции. Установлено, что наибольшая частота нарушений гигиенических требо-

ваний регистрируется по паразитологическим, физико-химическим и микробиологическим показателям – 99,5 % всех нарушений; отсутствуют пробы рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов, не соответствующие гигиеническим нормативам по содержанию нитрозаминов, бифенилов; для установления необходимого минимального количества проб продукции с целью максимального выявления нестандартных проб необходимо проведение дополнительных исследований.

Ключевые слова: безопасность, рыба, рыбные продукты, нестандартные пробы, лабораторный надзор.

Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. закрепила понятия «качество» пищевой продукции как совокупность характеристик пищевой продукции, соответствующих заявленным требованиям и включающих ее безопасность, потребительские свойства, энергетическую и пищевую ценность, аутентичность, способность удовлетворять потребности человека в пище при обычных условиях использования в целях обеспечения сохранения здоровья человека и «безопасность» пищевой продукции как состояние пищевой продукции, свидетельствующее об отсутствии недопустимого риска, связанного с вредным воздействием на человека и будущие поколения.

Проблема качества продуктов питания является актуальной ввиду развития пищевой промышленности, внедрения в технологии изготовления пищевых продуктов новых составляющих, например таких, как подсластители, новые пищевые добавки и пр. [1]. Рыбопромысловые ресурсы широко применяются в пищу. Свыше 75 % мирового объема производства рыбы используется непосредственно в пищу, а уровень потребления рыбы растет за счет других видов рыбных продуктов (например консервированной рыбы). Начиная с 90-х гг. XX в. удвоился объем свежей рыбы, предназначенной для непосредственного потребления человеком. Рыба представляет собой ценный источник белков и питательных веществ в рационе питания населения многих стран, из-за этого ее роль в обеспечении продовольственной безопасности значительно возрастает [3]. Отмечено, что рыба и другие гидробионты могут аккумулировать токсичные химические элементы и вещества, которые присутствуют в водных объектах. Повышенные относительно норматива уровни химических примесей, микробиологических агентов в рыбе могут вызывать неблагоприятные эффекты со стороны здоровья потребителя. Так, приоритетными химическими примесями, присутствующими в продукции данного типа, являются: свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, медь, цинк, а также олово и пр. Кроме того, рыба может являться фактором передачи человеку ряда заболеваний, например гельминтозов – дифиллоботриоза, анизакидоза и пр. [2, 4].

Все вышеописанное актуализирует проблему изучения безопасности данного вида продукции.

Целью исследования явилось установление структуры нарушений нормируемых показателей безопасности рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов по данным официальной статистической отчетности Роспотребнадзора.

Материалы и методы. В качестве исходной информации использовали результаты контрольно-надзорной деятельности за безопасностью рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов по всей Российской Федерации (формы 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» за пять лет (2015–2019 гг.). Для оценки зависимости количества выявляемых несоответствий

продукции требованиям безопасности от количества отбираемых проб был проведен регрессионный анализ.

Результаты. Установлено, что наибольшее количество проб продукции (по сумме за анализируемый период) было исследовано на микробиологические показатели – 200,6 тыс. проб (доля исследований на патогенные микроорганизмы составила – 93,3 %), на физико-химические показатели – 116,4 тыс. проб, на паразитологические показатели – 67,3 тыс. проб, на санитарно-химические показатели – в 62,9 тыс. проб, на содержание радиоактивных веществ – 14,6 тыс. проб, на антибиотики – 1,5 тыс. проб, на содержание ГМО – 1,2 тыс. проб.

Установлено, что наибольшая частота нарушений гигиенических требований установлена по паразитологическим, физико-химическим и микробиологическим показателям – 99,5 % всех нарушений (23,2 тыс. проб, 10,5 тыс. и 12,4 тыс. нестандартных проб соответственно). Суммарная величина нестандартных проб по санитарно-химическим показателям за шесть лет составила – 183 пробы, или 0,4 % от всех нестандартных проб на все показатели (табл. 1).

Таблица 1

Структура нестандартных проб рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов в разрезе исследованных показателей безопасности от общего количества полученных нестандартных проб по всем показателям, %

Показатель	Суммарное количество нестандартных проб, отобранных по данным показателям, 2014–2019 гг., кол-во проб	Доля от общего количества отобранных проб на все показатели, %
Паразитологические	23 166	50,00
Микробиологические	12 419	26,80
Физико-химические	10 525	22,72
Санитарно-химические	183	0,39
Радиоактивные вещества	31	0,07
ГМО	8	0,02
Антибиотики	0	0,0
Всего	46 332	100

Анализ доли нестандартных проб данного вида продукции показал, что за анализируемый период наиболее высокие значения регистрировали по таким показателям, как:

– физико-химические (доля нестандартных проб варьировалась в диапазоне 2,4–15,8 %);

– микробиологические (доля нестандартных проб варьировалась в диапазоне 4,8–7,3 %);

– паразитологические (доля нестандартных проб варьировалась в диапазоне 4,8–7,3 %).

По всем остальным исследуемым показателям (ГМО, санитарно-химические показатели, радиоактивные вещества, антибиотики) доля нестандартных проб была менее 0,5 % (табл. 2). Результаты анализа доли нестандартных проб рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов в разрезе исследованных показателей безопасности показали, что по всем исследуемым показателям отмечается благоприятная тенденция по снижению доли нестандартных проб продукции, темпы снижения показателей в 2019 г. относительно 2014 г. составили от 29,4 до 86,8 %.

Таблица 2

Доля нестандартных проб рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов в разрезе исследованных показателей безопасности, %

Показатель	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Темп прироста 2019 г. к 2014 г.
Физико-химические	15,8	10,1	9,0	7,0	5,7	5,4	–65,8
Микробиологические	6,8	7,3	7,1	6,0	5,0	4,8	–29,4
Паразитологические	1,6	1,4	1,3	1,1	0,8	1,6	0,6
Санитарно-химические	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1	–86,8
Радиоактивные вещества	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	–34,8
Антибиотики	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Результаты исследования показали, что среди санитарно-химических показателей наибольшая вероятность обнаружения проб, не соответствующих гигиеническим нормативам, установлена по содержанию в пробах бенз(а)пирена (0,17–2,58 % нестандартных проб, ежегодное количество отбираемых проб – 426–695 проб). По остальным показателям – мышьяк, ртуть, свинец, кадмий, гистамины, несмотря на достаточно большое количество исследованных проб (2244 – 8094 пробы в год), доля нестандартных колеблется в диапазоне от 0 до 0,79 %. По отдельным показателям, таким как нитрозамины и бифенилы, по всей Российской Федерации не зарегистрированы превышения гигиенических нормативов.

По результатам регрессионного анализа получены следующие зависимости процента выявляемых нестандартных проб продукции от количества отбираемых проб (коэффициенты регрессии в диапазоне от 0,0012–0,25) (табл. 3). По остальным показателям из-за нулевых значений нестандартных проб получить зависимости не представлялось возможным. Результаты свидетельствует, что для установления необходимого минимального количества проб продукции, отбираемого в рамках надзора, с целью максимального выявления нестандартных проб необходимо проведение дополнительных исследований.

Таблица 3

Уравнение зависимости «количество проб – процент нестандартных проб»

Показатель	Регрессионная модель	R^2
Физико-химические	$Y = –0,007\ln(x) + 0,0479$	0,25
Санитарно-химические	$Y = –0,15\ln(x) + 0,0911$	0,21
Микробиологические	$Y = –0,012\ln(x) + 0,0911$	0,21
Паразитологические	$Y = –0,005\ln(x) + 0,0412$	0,021
Радиоактивные	$Y = –2 \cdot 10^{-4} \ln(x) + 0,0018$	0,0012

По результатам исследования получено, что при формировании плана проверок за безопасностью рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов рекомендуется учитывать следующее:

– наибольшая частота нарушений гигиенических требований регистрируется по паразитологическим, физико-химическим и микробиологическим показателям – 99,52 % всех нарушений;

– среди санитарно-химических показателей наибольшая вероятность обнаружения проб продукции, не соответствующих гигиеническим нормативам, установлена по показателям содержания в пробах бенз(а)пирена;

– за период 2014–2019 гг. отсутствовали пробы рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов, не соответствующие гигиеническим нормативам по содержанию нитрозаминов, бифенилов;

– для установления необходимого минимального количества проб продукции, отбираемого в рамках надзора, с целью максимального выявления нестандартных проб необходимо проведение дополнительных исследований.

Список литературы

1. Шевченко В.В., Асфондьярова И.В., Веселов Н.В. Фальсификация качества и безопасности соленой рыбной продукции // В мире научных открытий. – 2015. – № 5 (65). – С. 228–246.

2. Brooke C.J., Riley T.V. Erysipelothrix rhusiopathiae: bacteriology, epidemiology and clinical manifestations of an occupational pathogen // J. Med. Microbiol. – 1999. – Vol. 48, № 9. – P. 789–799. DOI: 10.1099/00222615-48-9-789

3. Fish utilization [Электронный ресурс] // FAO. – URL: http://www.fao.org/fishery/utilization_trade/ru (дата обращения: 06.04.2020).

4. Novotny L. Fish: a potential source of bacterial pathogens for human beings // Vet. Med.-Czech. – 2004. – Vol. 49, № 9. – P. 343–358.

Гетероциклические амины во вьетнамском мясе и рыбе: результаты пилотных местных полевых исследований

Ле Тхи Хонг Хао[1], Данг Тху Хиен[1], Чан Цао Сон[1], Нгуен Тхи Минь Хоа[1], Нгуен Тхи Хонг Нгоа[1], Ле Тран Нгоан[2]

[1]Национальный институт контроля пищевых продуктов, г. Ханой, Вьетнам,
[2]Международный университет здоровья и благосостояния, г. Отавара, Япония

Гетероциклические ароматические амины (ГАА) образуются в процессе нагревания азотистых соединений в результате реакции Майяра. Они часто встречаются в приготовленной пище животного происхождения. Сообщается, что многие ГАА являются канцерогенными и вызывают опухоли в нескольких местах у грызунов. Разработан простой и эффективный метод обработки образцов для сложных матриц, таких как пищевые матрицы. Концентрацию ГАА измеряли тандемным масс-спектрометром с жидкостной хроматографией. Этот метод был применен для оценки концентрации ГАА в реальных образцах, собранных на местных рынках

в Ханое, Вьетнам. Представлены наши результаты анализа ГАА в некоторых типах вареного мяса. Данный проект будет расширяться по количеству типов продуктов питания, количеству ГАА и оценке ГАА, которые могут содержаться в приготовленной пище в зависимости от различных способов приготовления.

Ключевые слова: гетероциклические ароматические амины, ГАА, жидкостная хроматография и тандемная масс-спектрометрия (LC-MS/MS), приготовленная пища.

Анализ региональной заболеваемости костно-мышечной системы детей (0–14 лет) с учетом проведенных закупок ученической мебели

В.А. Сухов, И.О. Фирсова, М.В. Вишнякова, Т.Р. Новикова, О.В. Митрохин

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава РФ, г. Москва, Россия

Болезни костно-мышечный системы у детей относятся к наиболее распространенным нарушениям здоровья среди школьников. Функциональные расстройства и заболевания костно-мышечной системы у детей и подростков занимают одно из первых мест в структуре патологии детского возраста с нарастанием с 3 до 18 лет. Структура патологии в основном представлена плоскостопием, нарушением осанки и сколиозами. Ключевым фактором, оказывающим гигиеническое влияние на костно-мышечную систему в условиях школьного обучения, является ученическая мебель. Приобретение школьной мебели, ее подбор с учетом ростовых характеристик обучающихся и дальнейшее правильное использование – все это оказывает влияние на снижение общей заболеваемости болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани у обучающихся. В исследовании установлено, что общая заболеваемость в группах сравниваемых регионах имеет тенденцию к снижению за период 2009–2019 гг.

Ключевые слова: школьная мебель, детская заболеваемость, костно-мышечная система, гигиеническое нормирование.

Охрана здоровья детей и подростков является приоритетным направлением гигиены и медицины в нашей стране. В период обучения в школе у детей наблюдается наиболее интенсивный рост и развития всех систем организма, а следовательно, этот период является критическим для формирования преморбидных состояний и развития хронических заболеваний. Главная особенность школьной жизни – вынужденная поза учащихся и гиподинамия, это весомые факторы риска развития нарушений опорно-двигательного аппарата.

Статистические показатели здоровья учащихся общеобразовательных школ РФ показывают, что общая заболеваемость детей с 2000 по 2009 г. нарастала, а за период с 2009 по 2018 г., напротив, снизилась на 9 %. В период с 2016–2018 гг.

уровни первичной заболеваемости болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани в РФ составили 3168,6; 3158,0 и 3193,3 на 100 тыс. населения соответственно.

Ключевым фактором, оказывающим влияние на костно-мышечную систему в условиях школьного обучения, является ученическая мебель [2, 3]. Многочисленные исследования показывают негативное влияние мебели, не соответствующей антропометрическим показателям обучающихся, на здоровье детей и подростков [4]. Усугубляет ситуацию то, что несовпадения размеров мебели с антропометрическими показателями учащихся вынуждает школьников занимать неправильные позы во время уроков [1], и эти привычки трудно корректируются в дальнейшем, являясь причиной болей в позвоночнике во взрослом возрасте.

При гигиенической экспертизе условий обучения, оценки школьной мебели и выявлении ее несоответствия группам роста специалисты надзорных органов предписывают администрации образовательных организаций приобретение соответствующей мебели.

Цель исследования – изучение взаимосвязи проводимых регионами РФ закупок ученической мебели (2014–2016 гг.) и динамики заболеваемости костно-мышечной системы детей в возрасте 0–14 лет (2009–2019 гг.).

Материалы и методы. Разработана методика сбора данных о закупках школьной мебели с официального сайта Единой информационной системы в сфере закупок и проведена выкопировка сведений из статистических сборников ЦНИИОИЗ Минздрава России за 2009–2019 гг.

Критерии включения: закупка регионом ученической мебели для образовательных организаций начального, среднего и общего образования; регионы по уровню первичной заболеваемости менее 2000 и более 5000 на 100 тыс. населения, регионы по уровню общей заболеваемости менее 4000 и более 10 тыс. на 100 тыс. населения, статус состоявшейся закупки по данным портала госзакупок, размещение по ФЗ-44 и 223-ФЗ, дата размещения, отсутствие требований к форме собственности поставщика.

Критерий исключения: отсутствие закупочной документации, заказчик – казенное учреждение, заказчик – организация дополнительного образования, заявки с неполным пакетом документов.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи Statistica Base: анализ динамических рядов; сравнение групп регионов с «минимальным» и «максимальным» уровнями первичной и общей заболеваемости непараметрическим критерием *U* Манна – Уитни (для несвязанных выборок, $p < 0,05$); корреляционный анализ по Спирмену ($p < 0,01$).

Результаты. Анализ динамики первичной заболеваемости костно-мышечной системы детей в возрасте 0–14 лет (2009–2019 гг.) в регионах со среднегодовым показателем менее 2000 на 100 тыс. населения показал, что в 2019 г., по сравнению с 2018 г., первичная заболеваемость уменьшилась на 48,6 на 100 тыс. населения, или на 4,1 %.

Максимальный прирост наблюдался в 2017 г. (233,4 на 100 тыс. населения). Минимальный прирост зафиксирован в 2011 г. (–263,3 на 100 тыс. населения). Темп наращения показывает, что тенденция ряда убывающая, что свидетельствует о замедлении роста первичной заболеваемости. В 2019 г. по сравнению с 2009 г. первичная заболеваемость уменьшилось на 646,1 на 100 тыс. населения, или на 36,3 %.

В среднем первичная заболеваемость с каждым периодом сокращался на 4,4 %. С каждым периодом первичная заболеваемость в среднем уменьшалось на 64,6 на 100 тыс. населения.

В регионах с заболеваемостью больше 5000 на 100 тыс. населения в 2019 г. по сравнению с 2018 г. первичная заболеваемость уменьшилась на 682,2 на 100 тыс. населения, или на 12,4 %. Максимальный прирост наблюдался в 2011 г. (1330,9 на 100 тыс. населения). Минимальный прирост зафиксирован в 2012 г. (–736,4 на 100 тыс. населения). Темп наращения показывает, что тенденция ряда возрастающая, что свидетельствует об ускорении первичная заболеваемость. В 2019 г. по сравнению с 2009 г. первичная заболеваемость уменьшилось на 1514,3 на 100 тыс. населения, или на 24 %. Среднее значение первичной заболеваемости с 2009 по 2019 г. составило 6000,4 на 100 тыс. населения. В среднем первичная заболеваемость ежегодно сокращалась на 2,7 %. С каждым годом первичная заболеваемость в среднем уменьшалась на 151,4 на 100 тыс. населения.

Анализ общей заболеваемости костно-мышечной системы детей 0–14 лет (2009–2019 гг.) показал, что в 2019 г., по сравнению с 2018 г., общая заболеваемость в изучаемых регионах увеличилась на 120,9 на 100 тыс. населения, или на 4,8 %.

Максимальный прирост наблюдался в 2017 г. (212,1 на 100 тыс. населения). Минимальный прирост зафиксирован в 2011 г. (–360,1 на 100 тыс. населения). Темп наращения показывает, что тенденция ряда убывающая, что свидетельствует о замедлении общей заболеваемости. В 2019 г., по сравнению с 2009 г., общая заболеваемость уменьшилась на 674,7 на 100 тыс. населения, или на 20,3 %. Среднее значение общей заболеваемости с 2009 по 2019 г. составило 2782,9 на 100 тыс. населения. В среднем общая заболеваемость с каждым периодом сокращалась на 2,2 %. С каждым периодом общая заболеваемость в среднем уменьшалась на 67,5 на 100 тыс. населения.

В 2019 г., по сравнению с 2018 г., общая заболеваемость уменьшилась на 418,0 на 100 тыс. населения, или на 3,2 %. Максимальный прирост наблюдался в 2011 г. (1977,6 на 100 тыс. населения). Минимальный прирост зафиксирован в 2013 г. (–811 на 100 тыс. населения). Темп наращения показывает, что тенденция ряда убывающая, что свидетельствует о замедлении общей заболеваемости. В 2019 г., по сравнению с 2009 г., общая заболеваемость уменьшилась на 313,3 на 100 тыс. населения, или на 2,5 %. Среднее значение общей заболеваемости с 2009 г. по 2019 г. составило 13229,6 на 100 тыс. населения. В среднем общая заболеваемость с каждым периодом сокращалась на 0,2 %. С каждым периодом общая заболеваемость в среднем уменьшалась на 31,3 на 100 тыс. населения.

При сравнении групп регионов с «минимальным» (Еврейская автономная Область, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Костромская область, Магаданская область, Республика Алтай, Республика Бурятия, Республика Тыва, Чеченская Республика) и «максимальным» (Архангельская область, Курская область, г. Москва, Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Республика Ингушетия, Республика Коми, г. Санкт-Петербург, Ульяновская область) среднегодовыми уровнями общей заболеваемости установлено, что число закупок по регионам в 2015–2016 гг. показало статистически значимые отличия ($p < 0,05$) (таблица).

Информация о региональных закупках ученической мебели в группах регионов (2014–2016 гг.)

Группа регионов	Число закупок (2014)	Число наимен. (2014)	Число единиц (2014)	Число закупок (2015)	Число наимен. (2015)	Число единиц (2015)	Число закупок (2016)	Число наимен. (2016)	Число единиц (2016)
Группа 1	5	12	250	14	40	1500	13	16	745
Группа 2	89	107	3793	130	195	9043	182	296	26676
U, *p-level* 2 sided	0,077	0,113	0,0503	0,024	0,0503	0,0503	0,0244	0,0056	0,0141

Анализ закупочных документов позволил выделить «число наименований» школьной мебели, приобретаемой образовательными организациями, и «единицы оборудования» как характеристики приобретаемого ассортимента. В данном исследовании «число закупок» и характеристики приобретаемого ассортимента подсчитывались к итогу за соответствующий год по всем опубликованным совершившимся аукционам по региону и соответствующим критериям включения.

Данные о закупках за период 2014–2016 гг. свидетельствуют, что в сравниваемых группах регионов число наименований закупок не имело статистически значимых отличий в 2014–2015 гг., тогда как в 2016 г. по числу наименований и единиц ученической мебели отмечены отличия ($p < 0,05$).

Проведенный корреляционный анализ числа наименований закупок за период 2014–2016 гг. выявил сильную положительную корреляционную связь с числом закупок и единицами закупаемой ученической мебели ($p < 0,01$). Статистически значимых коэффициентов корреляции между числом закупок, числом наименований и числом единиц закупаемой школьной мебели с уровнями общей заболеваемости болезнями костно-мышечной системы у детей (0–14 лет) за период 2014–2016 гг. получено не было. Данный факт косвенно свидетельствует об отсутствии линейной зависимости между изучаемыми явлениями и объясняется влиянием организационных и/или экономических условий, сложившихся в регионе, на проведение закупок. Число закупок в 2015 г. показало положительную сильную корреляционную связь с показателем первичной заболеваемости ($p < 0,01$). На основании этого можно сделать косвенный вывод, что закупки ученической мебели образовательными организациями в 2015 г. показали линейную зависимость с учетом уровня заболеваемости детей (0–14 лет) патологиями костно-мышечной системы в исследуемых регионах.

Выводы. Была изучена взаимосвязь закупок ученической мебели регионами РФ (2014–2016 гг.) и динамики заболеваемости костно-мышечной системы детей в возрасте 0–14 лет (2009–2019 гг.). В динамике общей и первичной заболеваемости в изучаемых нами регионах рассчитана тенденция к снижению. Выявлено отсутствие статистически значимых корреляций между числом закупок, проведенных образовательными организациями за период с 2014–2016 гг., числом наименований и числом единиц ученической мебели с уровнями общей заболеваемости болезнями костно-мышечной системы у детей (0–14 лет). Положительная сильная корреляционная связь числа закупок с показателем первичной заболеваемости наблюдалась только в 2015 г., что косвенно свидетельствует об отсутствии прямолинейной корреляционной зависимости, и предполагает применение в дальнейшем регрессионного анализа в оценке результатов настоящего исследования.

Формулирование рекомендаций для проведения закупок школьной мебели с учетом статистической информации об уровнях и динамике заболеваемости, с привлечением экономических категорий для гигиенической оценки приобретаемой школьной мебели, позволяет делать аргументированные технические задания для формирования аукционной документации. Материалы настоящего исследования послужат информационной базой для дальнейшего научного поиска по классификации ряда характеристик образовательных организаций и гигиенической оценке приобретаемой ими школьной мебели, вводимой в эксплуатацию по итогам проведения закупок.

Список литературы

1. Are the desks and chairs at school appropriate? / L. Saarni, C.H. Nygård, A. Kaukiainen [et al.] // Ergonomics. – 2007 – Vol. 50, № 10. – P. 1561–1570. DOI: 10.1080/00140130701587368

2. Neck and shoulder pain among elementary school students: prevalence and its risk factors / E. Gheysvandi, I. Dianat, R. Heidarimoghadam [et al.] // BMC Public Health. – 2019. – Vol. 19, № 1. – P. 1299. DOI: 10.1186/s12889-019-7706-0

3. Prevalence, Risk Factors and Outcomes of Neck, Shoulders and Low-Back Pain in Secondary-School Children / H. Ben Ayed, S. Yaich, M. Trigui [et al.] // Journal of Research in Health Sciences. – 2019 – Vol. 19, № 1. – P. e00440.

4. The influence of school furniture on students' performance and physical responses: results of a systematic review / H.I. Castellucci, P.M. Arezes, J.F. Molenbroek [et al.] // Ergonomics. – 2017 – Vol. 60, № 1. – P. 93–110. DOI: 10.1080/00140139.2016.1170889

Принципы оценки рисков здоровью человека на основе компьютерного тестирования физического и психического статуса

Р.И. Айзман[1,2]

[1]ФБУН «Научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»,
г. Новосибирск, Россия

Рассматриваются принципы и критерии оценки рисков здоровью человека в разном возрасте с помощью разработанных компьютерных программ, основанных на принципе использования скрининг-методов количественной диагностики физического и психического состояния человека, отражающих его здоровье в динамике жизни и работы. Уровень здоровья отражает функциональные возможности и способности личности удовлетворять свои биологические, духовные и социальные потребности при совершенной адаптации к внешним экологическим и социальным условиям.

Ключевые слова: здоровье, риск, скрининг диагностика, компьютерные программы.

Сложнейшие социально-экономические преобразования, произошедшие в нашей стране в последнее десятилетии, как в фокусе, выявили ряд негативных явлений, влияющих на состояние здоровья и качество жизни населения России. По демографической оценке численность населения, особенно в Сибири, несмотря на приток беженцев из ближнего зарубежья, уменьшается, коэффициент рождаемости (10,7 % о) самый низкий, а коэффициент смертности (13,2 % о) – самый высокий со времен Великой Отечественной войны. В России смертность превышает рождаемость, старение населения происходит вследствие уменьшения количества детского населения. Всего лишь около 15 % детей рождаются здоровыми. Доля здоровых детей в школах составляет менее 20 %. За годы обучения в школе в 10 раз увеличивается число детей с нарушениями зрения, до 70 % имеют нарушения опорно-двигательного аппарата, в 4 раза возрастает число детей с нарушениями психического здоровья, в 3 раза – с заболеваниями органов пищеварения и т.д. За последние пять лет число детей-инвалидов увеличилось в 2,4 раза. Внимания гинекологов требуют более 60 % девочек-подростков. Более половины юношей призывного возраста нуждаются в отсрочке от призыва в армию по состоянию здоровья. Среди старших школьников число курящих достигает 70 %, часто употребляющих алкоголь – 30 %, прогрессивно растет количество наркоманов и токсикоманов: по материалам общественных организаций эта цифра приближается к 2 млн. Растет детская и подростковая преступность, проституция. Более 60 % студентов средних и высших учебных заведений страдают хроническими заболеваниями разной нозологии; 80–85 % преподавателей школ и вузов нуждаются в коррекции здоровья [8]. Не лучше обстоит ситуация со здоровьем взрослого населения, которое нуждается в своевременном выявлении факторов риска, их коррекции и устранении.

Совершенно очевидно, что сложившаяся ситуация со здоровьем населения, особенно детей и подростков, требует коренного перелома, поскольку именно подрастающее поколение определяет качество кадрового потенциала, будущее экономики страны, ее обороноспособность, здоровье будущих поколений россиян [1].

Надежды на современную медицину и систему здравоохранения, как панацею, обеспечивающую здоровье, не обоснованы. Дело в том, что уровень организации медицинского обслуживания лишь на 8–10 % влияет на физическое и психическое благополучие. Более того, в условиях дефицита финансирования современная медицина все более из профилактической превращается в лечебную.

В связи с этим особое значение приобретает разработка методов количественной оценки рисков здоровью населения. На наш взгляд, эти методы должны базироваться на следующих принципах:

1. В основу диагностики рисков для здоровья должны быть положены скрининг-методы оценки физического и психического состояния человека, отражающие его здоровье и функциональные возможности в динамике жизни и работы. Эти методы отличаются относительной простотой, доступностью для использования на рабочем месте, дешевизной, не требуют специального дорогостоящего оборудования и могут быть реализованы самими работниками после кратковременного обучения [5].

Для выбора методов скрининг-диагностики следует в первую очередь определиться с понятиями «здоровья» и «функциональные возможности».

2. Здоровье с позиции холистичности (целостности) – это состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не только отсутствие

болезней и физических дефектов. Это определение базируется на представлении о целостности организма и его компонентов, которые характеризуют возможности и способности личности удовлетворять свои биологические, духовные и социальные потребности при совершенной адаптации к внешним экологическим и социальным условиям.

3. Уровень здоровья можно оценить количественно, если принять за основу величину резервных возможностей организма, обеспечивающих сохранение гомеостаза его внутренней среды при адаптации к постоянно меняющимся условиям внешнего мира (или нагрузкам). В связи с этим можно использовать различные нагрузочные пробы, позволяющие выявить объем резервных возможностей разных систем и всего организма в целом.

4. Организм и среда его обитания являются единым целым, что обусловливает взаимное влияние друг на друга. Поэтому при выявлении факторов риска здоровью важно оценивать санитарно-гигиенические условия жизни и деятельности.

5. Детский организм находится в постоянном развитии, в связи с чем параметры, характеризующие его здоровье, в онтогенезе изменяются. Поэтому при оценке здоровья детей и подростков необходимо учитывать не только наличие или отсутствие имеющихся заболеваний, но в первую очередь динамику процессов. При оценке влияния различных факторов риска на взрослого человека следует также использовать динамический подход, позволяющий рассматривать в процессе жизни и работы степень изменений морфофункциональных и психологических характеристик личности и выявлять позитивные или негативные тенденции.

6. Для количественной оценки влияния факторов риска на здоровье важен интегративный подход, учитывающий динамику показателей физического развития, функционального, психоэмоционального состояния организма в конкретных условиях среды и деятельности.

Эти принципы легли в основу разработанных нами электронных паспортов здоровья, позволяющих провести скрининг-оценку состояния организма и его функциональных возможностей [3]. В основе скрининга лежит измерение и оценка разнообразных физических, психофизиологических и психологических параметров, которые могут быть количественно измерены, например, росто-весовое соотношение, артериальное давление, ЧСС, уровень тревожности, нейротизм и другие. Они имеют высокую диагностическую эффективность, так как объективно отражают состояние здоровья субъекта, позволяют сопоставлять показатели в динамике, а также прогнозировать их изменение на перспективу.

Однако оценка уровня здоровья человека по отдельным, пусть даже информативным показателям, не дает целостного представления. Необходима интеграция отдельных параметров с целью получения суммарного количественного показателя (индекса) здоровья. Для этого может быть использован балльный вариант пересчета «сырых» показателей в стандартизованные с учетом возраста, пола, региона проживания, характера выполняемой деятельности и нормативных значений. Создание компьютерной базы исследованных показателей чрезвычайно важно для определения не только индивидуальной динамики, но и популяционных изменений, лежащих в основе прогнозирования демографической ситуации и здоровья будущих поколений.

На основе этих принципов нами разработаны компьютерные варианты методик комплексной оценки здоровья различных групп населения, которые получили

соответствующие регистрационные свидетельства Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации (г. Москва) [2, 4, 6, 7, 9].

Программа разработана на языке visual basic. Требования к компьютеру:

– операционная система Windows 1998, 2000, XP или Vista;

– оперативная память не менее 64 мб;

– место на жестком диске не менее 60 мб;

– наличие Office 2003 и выше.

Все результаты сохраняются в базе данных и могут быть востребованы в любом формате (по полу, возрасту, профессии и т.д.).

Таким образом, компьютерные программы по скрининг-диагностике морфофункциональных и психологических характеристик организма человека в разных условиях позволяют достаточно быстро, эффективно и экономно оценивать влияние факторов риска на здоровье в динамике краткосрочной и долгосрочной перспектив.

Список литературы

1. Айзман Р.И. Здоровье педагогов и обучающихся – ключевая задача современной школы // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2012. – № 3. – С. 24–35.

2. Айзман Р.И., Айзман Н.И., Лебедев А.В. Программа психологического тестирования персонала. – Новосибирск: Новосибирский государственный педагогический университет, 2018. – 9 с.

3. Комплексная оценка здоровья участников образовательного процесса / Р.И. Айзман, А.В. Лебедев, Н.И. Айзман [и др.]. – М.: Изд-во Юрайт, 2020. – 207 с.

4. Комплексная оценка здоровья педагогов: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013617527 от 26 июня 2013 г. / Р.И. Айзман, А.В. Лебедев, Н.И. Айзман [и др.].

5. Методология и методика мониторинга здоровья населения с использованием тестовых нагрузок и компьютерных технологий / Р.И. Айзман, Н.И. Айзман, А.В. Лебедев [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 4. – С. 15–21.

6. Программа комплексной оценки здоровья и развития студентов высших и средних учебных заведений: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013611632 / А.В. Лебедев, Р.И. Айзман, В.Б. Рубанович [и др.].

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013617597 от 26 июня 2013 г. / Р.И. Айзман, А.В. Лебедев, Н.И. Айзман [и др.].

8. Формирование комплекса законодательных изменений, обеспечивающих условия для сохранения здоровья школьников: заседание Комитета по образованию и науке Государственной думы РФ прот. № 81 от 19 июля 2019 г. (по информационно-библиографическим ресурсам Управления библиотечных фондов (Парламентской библиотеки). – М., 2019.

9. Электронный паспорт призывника: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015617024 от 26 июня 2015 г. / Р.И. Айзман, А.В. Лебедев, Н.И. Айзман [и др.].

Результаты оценки организации питания в общеобразовательных организациях Челябинской области

В.В. Макарова[1], И.Г. Зорина[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Челябинской области,
[2]ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Челябинск, Россия

Рациональное питание учащихся обеспечивает нормальные темпы роста и развития организма, помогает предотвратить развитие алиментарно-зависимых заболеваний, снизить риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Изучены обеспеченность и качество горячего питания учащихся в школах Челябинской области и разработаны региональные профилактические мероприятия.

Объектом исследования явилось изучение питания 389 573 учащихся в 691 школе региона. Оценивались несоответствие фактического меню рационам питания, соблюдение полноты рациона, масса порций, технология приготовления блюд, соблюдение режимных вопросов работы пищеблоков, принципов здорового питания, также проводились лабораторные исследования продовольственного сырья и готовых блюд, измерение температуры горячих блюд на раздаче, оценивалось родительское мнение по качеству питания в школах. При распределении общеобразовательных организаций по потенциальному риску причинения вреда здоровью установлено, что в первом квартале 2021 г. доля объектов, относящихся к группе среднего и умеренного риска, уменьшилась в динамике трех лет на 3,74 и 5,86 % соответственно (составила 62,32 и 7,41 %) при увеличении доли объектов, отнесенных к группе значительного риска на 9,6 % (составила 29,43 %).

На основании полученных результатов выявлено, что общий охват питанием учащихся составил 88,4 %, а начального звена – 100 %. В 5,9 % школ отмечается несоответствие энергетической ценности блюд, в том числе по несбалансированности рациона, недостаточности объема порций в 29 случаях (4,2 %), нарушению температуры готовых блюд – в 3,7 %, нарушению технологии приготовления готовых блюд, что привело к микробному загрязнению готовой пищи в 1,9 %. Удельный вес проб готовых блюд, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, в 2019–2021 гг. по микробиологическим показателям находится на одинаковом уровне, что позволяет свидетельствовать о необходимости разработки региональной программы по улучшению качества питания школьников, ведению постоянного мониторинга с оценкой факторов риска и ужесточение контрольно-надзорных мероприятий.

Ключевые слова: школьники, питание, охват горячим питанием, риски.

Одним из значимых факторов риска являются нарушения при организации питания учащихся в организованных коллективах. Рациональное и сбалансированное питание является одним из основных факторов, влияющих на формирование здоровья подрастающего поколения [8, 11]. Неадекватное питание школьников может стать предпосылкой к серьезным нарушениям жизнедеятельности организма, приводящим в том числе к расстройствам функции различных органов и систем: пищеварения, сердечно-сосудистой, нервной, помогает предотвратить развитие

алиментарно-зависимых заболеваний – рахит, анемия, гипотрофия, снизить риск развития сахарного диабета, ожирения, увеличить резистентность организма к различным заболеваниям [2, 3].

При организации питания школьников необходимо обеспечить баланс между поступлением и расходованием основных пищевых веществ, учитывать потребности, связанные с изменениями условий внешней среды, а также физическую и эмоциональную нагрузки, поэтому необходимо осуществлять постоянный контроль за сбалансированностью и полноценностью питания учащихся [1, 6, 7].

По данным официальной статистики возросла распространенность «школьных болезней», в том числе функциональных расстройств и хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта, вегетососудистых, невротических реакций [2–4, 9].

В связи с этим оценка питания в организованных образовательных коллективах является одной из актуальных проблем, так как рациональное питание играет ведущую роль для гармоничного роста и развития детей и подростков [12, 13].

Целью исследования явилось изучение обеспеченности и качества горячего питания учащихся школ Челябинской области и разработка региональных профилактических мероприятий.

Материалы и методы. По поручению президента РФ и по Приказу Федеральной службы Роспотребнадзора от 16.10.2020 г. № 723 «О проведении внеплановых проверок образовательных организаций и их поставщиков пищевых продуктов» проведены внеплановые проверки 691 пищеблока образовательных организаций. Оценивались несоответствие фактического меню рационам питания, соблюдение полноты рациона, масса порций, технология приготовления блюд, соблюдение режимных вопросов работы пищеблоков, принципов здорового питания. Также проводились лабораторные исследования продовольственного сырья и готовых блюд (666 проб), измерение температуры горячих блюд на раздаче, оценивалось родительское мнение по качеству питания в школах.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 17.08.2016 г. № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» [5], детские и подростковые организации Челябинской области распределены по категориям риска. Осуществление контрольно-надзорной деятельности проводится с учетом отнесения объектов к группе риска, что позволяет объективно и целенаправленно контролировать санитарно-эпидемиологическое состояние в учреждениях, проводить профилактические мероприятия, воздействовать на риски, которые могут послужить причиной санитарно-эпидемиологического неблагополучия объекта.

Результаты. На территории Челябинской области функционируют 958 образовательных организаций, общее количество школьников составляет 389 573 человек, из них школьников 1–4-х классов –175 973.

При оценке распределения общеобразовательных организаций по потенциальному риску причинения вреда здоровью установлено, что в 2021 г. наибольший удельный вес составляют объекты, отнесенные к среднему (62,32 %) и к значительному риску (29,43 %). В 2019–2020 гг. наибольший удельный вес школ также был отнесен к среднему и значительному риску (табл. 1).

Отмечается, что доля объектов, относящихся к группе умеренного и среднего риска, в 2021 г. уменьшилась при увеличении доли объектов, отнесенных к группе

значительного риска. Полученные изменения, вероятно, связаны с выявлением нарушений при проведении проверок организации питания школьников.

Таблица 1

Распределение общеобразовательных организаций Челябинской области по группам риска, %

Год	Чрезвычайно высокого риска	Высокого риска	Значительного риска	Среднего риска	Умеренного риска	Низкого риска
	I	II	III	IV	V	VI
2019	0	0,93	17,21	69,39	11,82	0,62
2020	0	0,52 (5)	19,83	68,18	11,15	0,32
2021 (первый квартал)	0	0,52	29,43	62,32	7,41	0,32

Доля объектов, отнесенных к группе высокого и низкого риска, в 2020 и 2021 гг. не изменилась и составила 0,52 и 0,32 % соответственно.

Приготовление пищи осуществляется на пищеблоках различного типа: сырьевые, доготовочные, буфет-раздаточные. Показатели охвата горячим питанием школьников за 2019–2021 гг. имеют позитивную динамику, в том числе благодаря реализации национального проекта «Демография» в части организации бесплатного горячего питания обучающихся, получающих начальное общее образование. Общий охват питанием составляет 88,4 %, охват горячим питанием учащихся 1–4-х классов увеличился на 3,2 % (с 96,8 % в 2019 г. до 100 % в 2021 г.), при этом охват горячим питанием обучающихся 5–11-х классов составил 78,5 %, что меньше показателя 2020 г. (86,8 %), двухразовым питанием охвачено 9,1 % обучающихся школ (табл. 2).

Таблица 2

Охват учащихся общеобразовательных организаций горячим питанием

Показатель	Год	Кол-во учащихся, абс.	Охват горячим питанием, %			
			всего	из них		
				завтраками	обедами	завтраками и обедами
Всего школьников область	2019	383 384	91,3	64,82	10,3	15,2
в том числе: 1–4-е классы		172 866	96,8	66,7	9,18	20,9
5–11-е классы		210 518	86,8	65,1	11,2	10,5
Всего школьников область	2020	390 793	88,2	83,8	6,6	9,5
в том числе: 1–4-е классы		175 905	100	86,6	4,7	8,6
5–11-е классы		214 888	78,4	81,0	8,5	10,4
Всего школьников область	2021	389 573	88,4	82,5	8,4	9,1
в том числе: 1–4-е классы		175 973	100	86,7	4,8	8,5
5–11-е классы		213 600	78,9	78,1	12,2	9,7

Недостаточный охват питанием отмечен среди обучающихся среднего и старшего звена. Причинами низкого охвата горячим питанием школьников в общеобразовательных организациях являются: недостаточное количество выде-

ляемых дотаций муниципалитетами, увеличение стоимости питания, низкий уровень материального достатка семей в дотационных районах.

К началу 2021 учебного года разработаны меню горячего питания для учащихся раздельно для 1–4-го и 5–11-го классов. Одной из проблем является отсутствие отдельного меню для детей, страдающих сахарным диабетом и целиакией, и требующих индивидуального подхода в питании, что является причиной отказа от приема пищи в школе детьми, имеющими данные заболевания.

Большую роль в профилактике заболеваний детей и подростков и обеспечении их гармоничного роста и развития имеет качество готового питания, соблюдение санитарно-эпидемиологического режима, выполнение рациона питания (табл. 3). В ходе изучения питания установлено, что в 5,9 % школ отмечается несоответствие энергетической ценности блюд заявленному в меню, в том числе несбалансированности рациона, выявлен недостаточный объем порций в 29 случаях (4,2 %), нарушение технологии приготовления готовых блюд привело к микробному загрязнению готовой пищи в 1,9 %, отмечено нарушение температуры готовых блюд в 3,7 %.

Таблица 3

Гигиеническая характеристика готовых блюд, %

Показатель	Удельный вес проб, не соответствующих гигиеническим требованиям, %		
	2019	2020	2021 (первый квартал)
Микробиологические	1,9	1,8	1,9
Калорийность и полнота вложения продуктов	2,0	5,4	5,9
Вложение витамина С	2,5	4,1	1,2

Отмечено, что удельный вес исследованных проб готовых блюд, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, в 2019–2021 гг. по микробиологическим показателям находится на одинаковом уровне. Отмечается увеличение числа проб готовых блюд, не отвечающих по калорийности, в сравнении с 2019 г., что, возможно, связано с недостаточным производственным, ведомственным контролем за рациональным питанием.

По поводу выявленных нарушений составлены протоколы об административных правонарушениях по статье 6.6., статье 6.7, часть 1, статье 14.43 Кодекса об административных правонарушениях РФ. Подготовлено 423 предписания об устранении выявленных нарушений.

Анализ данных свидетельствует, что применение риск-ориентированного подхода при осуществлении контроля за организацией питания школьников способствует повышению охвата школьников горячим питанием и соответственно снизит вероятность развития болезней пищеварительной системы. С целью контроля и улучшения фактического питания школьников региона распоряжением губернатора Челябинской области от 25 февраля 2020 г. № 134 [10] создана рабочая группа по организации деятельности по контролю за организацией питания обучающихся области.

С 2020 г. в регионе реализуется программа «Школьное молоко» для учащихся начального звена, в соответствие с которой обучающиеся 1–4-х классов ежедневно получают молоко, обогащенное витаминами. Организованы совмест-

ные проверки с участием Общероссийского народного фронта, родительской общественности по рассмотрению обращений на качество питания и другие нарушения, связанные с организацией питания школьников. Проводятся совещания в Министерстве образования и науки с участием представителей общероссийского народного фронта, организаторов питания, «круглые столы» с общественным областным Советом родителей.

В рамках информационно-просветительского проекта «Дни семьи», организованного Общественной палатой, Советом родителей и Министерством области проводятся вебинары по вопросу организации питания обучающихся. Данные мероприятия позволяют улучшать ситуацию по охвату питанием школьников, внедрить принципы здорового питания при организации питания в образовательных организациях и в семье.

Выводы. В результате проведенных исследований выявлено, что общий охват питанием обучающихся составляет 88,4 %, обучающихся 1–4-х классов – 100 %, при этом охват горячим питанием школьников 5–11-х классов составил 78,5 %, что меньше показателя 2020 г. Установлено, что в 5,9 % школ отмечается несоответствие энергетической ценности блюд заявленному в меню, в том числе несбалансированности рациона, недостаточный объем порций в 29 случаях (4,2 %), микробное загрязнение готовой пищи отмечается в 1,9 %, нарушение температуры готовых блюд – в 3,7 %. Важной проблемой отказа от питания является отсутствие отдельного меню для учащихся, страдающих сахарным диабетом и целиакией, требующих индивидуального подхода в питании.

Установлено, что в 2021 г. доля объектов, относящихся к группе умеренного и среднего риска, уменьшилась на 3,74 и 5,86 % соответственно при увеличении доли объектов, отнесенных к группе значительного риска, на 9,6 %, что, вероятно, связано с выявлением нарушений при проведении проверок организации питания школьников. Доля объектов, отнесенных к группе высокого и низкого риска, в 2020 и 2021 г. не изменилась и составила 0,52 и 0,32 % соответственно.

Результаты работы свидетельствуют о необходимости разработки региональной программы по улучшению качества и организации питания школьников, проведению постоянного мониторинга и принятия управленческих решений для органов исполнительной власти на региональном и муниципальном уровнях, а также разработки программ профилактики на объектах высокого и значительного риска.

Список литературы

1. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Медико-социальные проблемы воспитания подростков: монография. – М.: Издательство «ПедиатрЪ», 2014. – 388 с.

2. Здоровье подростков в формировании их гармоничного развития / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 10. – С. 58–61.

3. Кучма В.Р. Теория и практика гигиены детей и подростков на рубеже тысячелетий. – М.: НЦЗД РАМН, 2001. – 375 с.

4. Кучма В.Р. Теория и практика гигиены детей и подростков на рубеже тысячелетий. – М.: НЦЗД РАМН, 2001. – 375 с.

5. О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые

акты Правительства Российской Федерации (вместе с «Правилами отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности»: Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 № 806 (ред. от 20.03.2021)) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203819/ (дата обращения: 26.03.2021).

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2019 году: Государственный доклад. – 2020. – 300 с.

7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2020 году: Государственный доклад. – 2021. – 273 с.

8. Перекусихин М.В., Васильев В.В., Васильев Е.В. Проблемы санитарно-эпидемиологического благополучия общеобразовательных организаций и популяционное здоровье подрастающего поколения // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 2019. – С. 441–449.

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. Распоряжение Губернатора Челябинской области от 25 февраля 2020 г. № 134 [Электронный ресурс] // Правительство Челябинской области. – URL: https://pravmin74.ru/rasporyazheniya-pravitelstva (дата обращения: 26.03.2021).

11. Румянцева А.Н., Шепарев А.А., Саввина Н.В. Вопросы питания детского населения школьного возраста на примере Республики Саха (Якутия) // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 2019. – С. 346–351.

12. Степанова Н.В., Фомина С.Ф. Подходы к оценке и управлению рисками здоровью населения, обусловленными поступлением химических контаминантов с рационом питания // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 2019. – С. 352–360.

13. Фактическая оценка рационов организованного питания учащихся начального звена средней общеобразовательной школы / И.Е. Штина, С.Л. Валина, Д.А. Эйсфельд [и др.] // Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей». – 2019. – С. 371–377.

Региональные особенности питания школьников Свердловской области (результаты мониторинга, проведенного в рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья»)

Т.В. Мажаева[1], И.А. Носова[1], Н.И. Пряничникова[1], Н.А. Моисеева[2], О.Л. Малых[2]

[1]ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области,
г. Екатеринбург, Россия

Обеспечение комплексного подхода к формированию приверженности детей к здоровому питанию основывается на мониторинге многочисленных факторов, влияющих на получение полноценного или неполноценного рациона питания. Организованный Роспотребнадзором в 2019 г. мониторинг питания детей школьного возраста в рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья», несомненно, является хорошей инициативой для принятия эффективных мер управления рисками для здоровья детей.

Оценены особенности организации питания, а также пищевого поведения у детей школьного возраста, проживающих в различных территориальных условиях Свердловской области

Организация питания детей в образовательных организациях в среднем удовлетворительная, преобладает одно-, двухразовое питание. В сельских школах отмечается низкое качество организации питания детей, недостаточный ассортимент используемых продуктов и блюд, несбалансированный рацион по макронутриентам. Около 20 % меню школ области не соответствуют нормируемым показателям по пищевой ценности. Наибольший удельный вес отказов от питания наблюдается у старшеклассников Екатеринбурга, которые, имея доступ к огромному количеству современной пищевой продукции, заменяют ими фрукты и овощи. Более 30 % детей через день используют продукты с высоким содержанием простых углеводов и жиров. Наибольшее количество детей, которые ежедневно употребляют колбасные изделия, кетчуп, майонез, шоколадные изделия, встречается на сельских территориях.

Полученные данные по мониторингу питания школьников позволяют использовать их для разработки муниципальных программ с учетом выявленных особенностей.

Ключевые слова: мониторинг питания, школьное питание, пищевое поведение, региональные особенности питания, федеральный проект «Укрепление общественного здоровья».

В вопросах здорового питания школьников и долгосрочных программах по его оптимизации заинтересованы большинство европейских стран и США. В Америке, несмотря на принятые еще в 1946 г. Национальные программы школьных завтраков (SBP) и школьных обедов (NSLP), единообразия в методах оценки питания и показателей, используемых для анализа, до сих пор нет [8, 9, 13].

Организованный Роспотребнадзором в 2019 г. мониторинг питания детей школьного возраста в рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» имеет стандартизированный подход к получению информации об организации школьного питания и питания, организованного семьей, является важным

элементом системы управления рисками для здоровья детей. Результаты оценки региональных, муниципальных, групповых и индивидуальных особенностей питания детей школьного возраста помогут разработать более эффективные программы по профилактике алиментарно-зависимых заболеваний.

Цель исследования – оценка особенностей организации питания, пищевого поведения детей школьного возраста, проживающих в различных территориальных условиях Свердловской области.

Материалы и методы. Исследование проводилось в 2019 г. в рамках пилотного проекта мониторинга состояния питания детей школьного возраста в организованных коллективах Свердловской области в соответствии с утвержденным планом мероприятий федерального проекта «Укрепления общественного здоровья» национального проекта «Демография». Методологическое сопровождение осуществлялось Федеральным центром гигиены и эпидемиологии и ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». Использовались методические рекомендации «Подготовка и проведение мониторинга состояния питания детей школьного возраста в организованных коллективах» (МР 2.3.0152-19) [5]. Методом случайной выборки в исследование включены 533 школы. С целью обеспечения комплексного подхода к формированию приверженности школьников к здоровому питанию, учитывающего многогранные факторы, влияющие на рацион питания детей в различных территориях Свердловской области, школы были объединены по территориальному признаку. Из базы выделено 305 городских школ, кроме г. Екатеринбурга (57 %), 228 сельских школ (43 %) и 199 школ, расположенных в г. Екатеринбург (37,3 %). В результате проанализировано 533 анкеты по организации питания в школах и 3371 анкета из 100 школ по результатам анкетирования родителей о фактическом питании детей. Анкеты школьников начальных классов заполняли родители. После проведения контроля качества анкеты были введены в специально созданную электронную базу.

Оценка пищевой ценности и продуктового набора школьного меню проводилась на соответствие физиологической потребности в основных пищевых вещества и энергии [4] и рекомендациям СанПин 2.4.5.2409-08 [7].

Использованный метод анализа частоты потребления применялся для оценки пищевых привычек и разнообразия питания в соответствии с международными и отечественными подходами [1, 12].

Обработка базы данных проводилась с помощью программных продуктов MS Excel, SPSS Statistic 21. Использовались статистические методы *U*-критерий Манна – Уитни, критерий Краскела – Уоллиса.

Результаты. По результатам исследования выявлено, что большинство столовых общеобразовательных учреждений области работает на сырье, однако из-за недостаточного оснащения имеются различия в ассортименте используемых блюд в школьном меню.

Доля детей с отказом от питания в школьных столовых Свердловской области незначительная и составляет 3,8 %, в г. Екатеринбург – 4,4 %, в городских школах, помимо г. Екатеринбурга, этот показатель составляет 2,7 %, а в сельских – 3,1 %. Среди возрастных групп наибольший удельный вес отказов от питания наблюдается у учащихся 10–11-х классов, особенно это выражено в г. Екатеринбурге (14,4 %), что может быть связано с пищевыми привычками, сформированными к этому возрасту, и непривлекательностью блюд предприятий общественного пи-

тания, а также возможностью воспользоваться предприятиями общественного питания открытой сети (предприятия быстрого питания).

По данным опроса 61 % детей завтракают в школе, из них 81 % – это учащиеся начальных классов, которые получают завтрак бесплатно (100 %). Обедают в школьной столовой 42,5 % обучающихся, из них бесплатно обедают 24,5 %, а среди детей начальных классов – 86 %. Бесплатный полдник получают 3,6 % детей. Удельный вес учащихся, получающих полдник бесплатно, выше в городских школах (кроме г. Екатеринбурга) и среди всех возрастных групп, что связано с большим количеством детей, обучающихся в две смены. Конечно, обеспечение детей бесплатным питанием снижает риски недоедания и распространенности алиментарно-зависимых заболеваний, особенно среди детей младших классов, однако необходимо учитывать, что в городской местности, где имеется доступ к различным формам получения дополнительного питания через буфетную продукцию, торговые вендинговые аппараты, у школьников может меняться пищевое поведение, которое впоследствии приводит к избыточному питанию и риску избыточной массы тела. Так, по данным K. Capogrossi et al. [9], в США при более широком внедрении бесплатных обедов в рамках Национальной программы школьных обедов (NSLP) в 2014–2015 гг. у детей увеличивается вероятность избыточной массой тела и ожирения. Мы не можем быть уверены в том, что дети полностью съедают то, что им предлагают в меню, а рассчитанная пищевая ценность соответствует фактической. Кроме того, они могут «добирать» недостающие калории из буфетной продукции, фастфуда или дома. Так, по результатам исследования выявлено, что более 25 % школьников выбирают только одно блюдо, полноценный обед берут только 2 % детей, а 2,4 % учащихся, питаются только буфетной продукцией, что негативно отражается на балансе пищевых веществ в суточном рационе ребенка [3]. Оценка удельного веса школ, меню которых не соответствует рациональным нормам пищевой ценности, а также распределению нутриентов и калорийности по приемам пищи, показала, что в среднем в 19 % меню завтраков не соответствуют по содержанию белка, в 18 % – по жирам, в 23 % – по углеводам. В сельских школах пищевая ценности составляющих меню хуже, чем в городских, из-за недостаточного ассортимента блюд, низкого содержания белка и калорийности ($p = 0{,}000$).

Анализ потребления продуктов из разных продуктовых групп показал, что в меню школьных столовых ежедневно присутствует белковое блюдо (из мяса, птицы или рыбы), однако некоторые овощные блюда используются в рационе питания школьников недостаточно. Так, овощные гарниры включены в меню всего 1,5 раза в неделю, а блюда из бобовых один раз в две недели. В городских школах в 1,2 раза чаще встречались блюда из творога ($p = 0{,}029$), колбасных изделий ($p = 0{,}01$) и яиц ($p = 0{,}044$), в 1,3 раза – блюда из мяса ($p = 0{,}00$), в 1,5 раза – блюда из куры ($p = 0{,}00$), в 1,8 раза – свежие овощи ($p = 0{,}00$) и овощные гарниры – в 1,4 раза ($p = 0{,}00$).

Результаты оценки частоты потребления продуктов питания свидетельствуют о незначительном количестве детей, у которых в ежедневном рационе присутствуют мясные и зерновые блюда (21,0 %), только 39,3 % детей ежедневно употребляют овощи, а молочные напитки и фрукты – 45,9 и 52,9 % соответственно. У остальных детей, как правило, эти продукты встречаются в рационе 3–4 раза в неделю или еще реже. Рыбные и творожные блюда присутствуют в питании детей раз в неделю у 39,8 и 36,4 % детей соответственно. Достоверных различий в потреблении зерновых (каши, макароны), мясных (кроме колбасных изделий), молоч-

ных продуктов между школьниками г. Екатеринбурга, других городов области и сельских территорий не выявлено. Количество детей совсем не употребляющих рыбные продукты и блюда из рыбы, в школах г. Екатеринбурга больше, чем в других городских школах области и сельских территориях на 1,2 и 2,7 % соответственно ($p = 0{,}000$), в то же время в г. Екатеринбурге отмечается наибольший удельный вес школьников, которые не едят чипсы, сухарики и кетчуп (35 против 27 % в сельских школах), а в сельской местности, напротив, количество детей, которые не едят продукты фастфуда (гамбургеры, пицца, шаверма и др.) больше, чем в школах г. Екатеринбурга и других городах области на 16,8 и 6,9 % соответственно ($p = 0{,}000$). Однако в школах сельской местности отмечается наибольший удельный вес обучающихся, которые ежедневно употребляют в пищу майонез (29,1 против 6,1 % в г. Екатеринбурге и 13,4 % в других городах области), шоколад, шоколадные конфеты, батончики (23 против 12,7 и 15,6 % в г. Екатеринбург и других городах области), напитки с добавлением сахара (33,4 против 14,4 % в г. Екатеринбурге и 21,8 % в других городах области).

Достоверных различий в потреблении мясных продуктов, овощей, сдобных изделий, пирожков, шоколада и шоколадных конфет между школьниками младших, средних и старших классов Свердловской области не выявлено. С переходом обучающихся в старшие классы увеличивается удельный вес детей, которые не употребляют каши и блюда из зерновых (3 % в младших классах, 5 % – средних, 6 % – в старших, $p = 0{,}000$), такая же ситуация с потреблением макарон, молока, картофеля, рыбы, мучных изделий и мучных кондитерских изделий ($p = 0{,}000$). Однако обратная тенденция наблюдается в потреблении фруктов, колбасных изделий, продуктов фастфуда (гамбургеры, пицца, шаверма и др.). В младших классах эти продукты не едят 36 % школьников, в средних – 26 %, а старших – 25 % ($p = 0{,}000$).

Среди младших классов различных территорий Свердловской области выявлены достоверные различия ($p = 0{,}000$) в частоте потребления картофеля, чипсов, майонеза и напитков с добавлением сахара. Так, удельный вес школьников младших классов г. Екатеринбурга, употребляющих ежедневно картофель, составляет 17 %, в других городах области – 22 %, а в сельских территориях – 52 % ($p = 0{,}000$). Не употребляют чипсы 8 % детей младших классов школ в г. Екатеринбурга, 4 % – других городов области и 2 % – сельских школ ($p = 0{,}000$). Ежедневно пьют напитки с добавлением сахара (компот, кисель, морс и др.) 18 % школьников младших классов г. Екатеринбурга, 23 % – других городов области и 34 % – сельских территорий ($p = 0{,}000$). Такая же ситуация с различием в частоте потреблении пищевых продуктов отмечается среди школьников средних и старших классов ($p = 0{,}000$).

Анализ полученных первичных данных мониторинга позволяет сделать вывод, что в настоящее время формируется новый подход к глубокой оценке факторов, влияющих на качество питания детей. Школьное питание современных детей находится под пристальным вниманием надзорных органов, органов управления, образовательных организаций, родителей и детей [6]. Такое внимание обусловлено основной целью – созданием благоприятных условий для здорового питания и формирования здоровых привычек в питании детей. Как показало наше исследование, большинство школ Свердловской области работает на сырье, что дает возможность организовать разнообразное и полноценное питание. При этом более 60 % детей завтракают в школе и 40 % обедают, что позволяет эффективно формировать у школьников привычки здорового питания. Хотя эти аспекты системы школьного

питания различаются в зависимости от территориальной принадлежности школы, в том числе из-за недостаточного оснащения и скудного ассортимента используемых блюд в школьном меню, российский и зарубежный опыт показывает, что там, где имеется хорошо установленное государственное регулирование и финансирование школьного питания, формируются развитые системы организации питания с более высокой степенью использования разнообразных ингредиентов хорошего качества с упором на органические и местные продукты, а также обогащенную продукцию, и имеется потенциал для производства более качественных блюд [10, 11]. Однако пищевое поведение современных детей далеко от идеального. Старшеклассники, проживающие в городских мегаполисах, отказываются от школьного питания, в Свердловской области наибольший удельный вес отказов от питания наблюдается именно у старшеклассников г. Екатеринбурга, которые имеют доступ к огромному количеству современной пищевой продукции, отличающейся несбалансированностью по химическому составу [2]. Продукты с высоким содержанием простых углеводов, жиров и соли, такие как фастфуд, чипсы, сухарики, сладкие безалкогольные напитки, кондитерские изделия, присутствуют в рационе у более трети детей, в том числе младшего школьного возраста.

Качество организации питания детей школьного возраста, несомненно, влияет на здоровье детей и формирование у них здоровых привычек в питании. Эффективность политики в области питания школьников зависит от межведомственного взаимодействия, поведенческих, социально-экономических и других факторов [2].

В Свердловской области и в г. Екатеринбурге разрабатывается и внедряется муниципальный проект «Привлекательное и здоровое питание», который объединяет усилия Роспотребнадзора, администрации города, департамента образования, школ, операторов рыка услуг питания, родителей и детей в формировании грамотного отношения к питанию.

Выводы:

– большинство школ Свердловской области работает на сырье, что дает возможность организовать разнообразное и полноценное питание;

– 60 % детей завтракают в школе и 40 % обедают, что позволяет эффективно формировать у школьников привычки здорового питания;

– в сельских школах в целом дотация на питание детей младших классов меньше, чем городских, но выше в средних и старших классах;

– наибольший удельный вес отказов от питания наблюдается у старшеклассников г. Екатеринбурга;

– по данным родителей 75 % детей обедают в школьной столовой, 19 % обедают дома;

– 1/3 школьников, обедая в столовой, берет весь комплекс обеда, а 1/4 детей – только второе блюдо;

– пищевая ценность среднего школьного меню соответствует диапазону рекомендуемых значений, но в 20 % случаев количество белка, жира и калорийность рациона превышает максимально рекомендуемые значения;

– пищевая ценность завтрака и полдника по беку, жирам и калорийности в сельских школах ниже, чем в городских школах, а обеда – выше;

– только 22 % детей полностью съедают порцию завтрака в школьной столовой и 27 % – обеда, а 34 % школьников обед съедают не полностью;

– выявлено различие в потреблении 15 наименований продуктов между школьниками городских, сельских территорий и г. Екатеринбурга. В сельской местности количество школьников, которые ежедневно употребляют овощи, мясо, а также колбасу, выпечку, майонез, кетчуп, карамель, шоколад, сладкие газированные напитки, больше, чем в городских школах, а в г. Екатеринбурге больше употребляют фруктов и каши;

– выявлено различие в потреблении 17 наименований продуктов между школьниками начальных, средних и старших классов. Наибольшее различие выявлено между школьниками начальных классов и старшеклассников в потреблении каш, макарон, молочных продуктов, мясных, рыбных продуктов фастфуда, фруктов, овощей, напитков. В ежедневном меню наибольшая частота потребления карамели, шоколада, майонеза, сладких газированных напитков отмечается у детей средних классов;

– по данным опроса родителей, наибольшая частота встречаемости некоторых болезней отмечается по костно-мышечной системе, органов пищеварения, органов дыхания и сердечно-сосудистой системе.

Список литературы

1. Глобальные основы мониторинга в области питания: Оперативное руководство для отслеживания прогресса на пути достижения целей на 2025 год. – Женева: ВОЗ, 2018. – 77 с.

2. Денисович Ю.Ю., Гаврилова Г.А. Совершенствование организации школьного питания // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 1 (28). – С. 112–116.

3. Детское питание: руководство для врачей. – М.: МИА, 2017. – 784 с.

4. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – М., 2008. – 40 с.

5. МР 2.3.0152-19. Подготовка и проведение мониторинга состояния питания детей школьного возраста в организованных коллективах. – М., 2020. – 33 с.

6. Опыт организации и проведения анализа данных по оценке питания школьников Свердловской области в рамках реализации федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» / Н.А. Моисеева, И.Л. Холстинина, М.Ф. Князева [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – № 9 (330). – С. 10–17.

7. СанПин 2.4.5.2409-08. Санитарно-эпидемиологические требования к организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях, учреждениях начального и среднего профессионального образования. – М., 2008. – 43 с.

8. Bhatia R., Jones P., Reicker Z. Competitive foods, discrimination, and participation in the National School Lunch Program // American Journal of Public Health. – 2011. – Vol. 101, № 8. – P. 1380–1386. DOI: 10.2105/AJPH.2011.300134

9. Capogrossi K., You W. The Influence of School Nutrition Programs on the Weight of Low Income Children: A Treatment Effect Analysis // Health economics. – 2017. – Vol. 26, № 8. – P. 980–1000. DOI: 10.1002/hec.3378

10. Harper C., Wood L., Mitchell C. The provision of school food in 18 countries. – London: School Food Trust, 2008. – 157 p.

11. Lin B.H., Guthrie J.F., Smith T.A. Dietary Guidance and New School Meal Standards: Schoolchildren's Whole Grain Consumption Over 1994–2014 // American journal of preventive medicine. – 2019. – Vol. 57, № 1. – P. 57–67. DOI: 10.1016/j.amepre.2019.01.010

12. Nelis K., van Rossum C. Preparation of Dutch food consumption data for risk assessment // EFSA Journal. – 2018. – Vol. 16, № S1. – P. e160810. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.e160810

13. Shanks C.B., Banna J., Serrano E.L. Food waste in the National School Lunch Program 1978–2015: A systematic review // Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. – 2017. – Vol. 117, № 11. – P. 1792–1807. DOI: 10.1016/j.jand.2017.06.008

Исследование влияния паттерна питания «дневных» и «сменных» работников на развитие ожирения

Е.Ф. Черникова, В.А. Скворцова, И.А. Потапова, С.М. Лаврентьева, В.П. Телюпина, М.А. Грязнова

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

Принципы диетологии основаны на концепции ограничения калорий и сбалансированности рациона питания по микро- и макронутриентам в зависимости от уровня энерготрат индивидуума и его половозрастных физиологических потребностей. Однако суточному режиму приема пищи и воздержания от нее стоит уделять не меньшее, а, возможно, и большее внимание, нежели подсчету калорий. Исследование паттернов питания особенно актуально среди сменных работников, которые в силу обстоятельств вынуждены активно бодрствовать в ночные часы, что сопровождается смещением и расширением «пищевого окна» (времени суток, в течение которого потребление пищи уместно).

Исследование проведено среди 264 «сменных» (СМ) и «дневных» (ДМ, 1-я смена) работников металлургического завода мужского пола в возрасте 22–64 лет со стажем работы 1–42 года. СМ – 204 человека (средний возраст 38,17 ± 0,59 г., средний стаж 13,35 ± 0,53 г.), ДМ – 60 человек (42,62 ± 2,12 и 23,59 ± 2,14 г. соответственно). Участники прошли анкетирование и антропометрию: измерение окружности талии, роста и веса с расчетом индекса массы тела. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием MS Excel и Medstatistic.ru.

В ходе исследования удалось установить, что паттерн питания сменных работников характеризуется нерациональным режимом с «пищевыми окнами» более 15 ч и смещением режима в сторону позднего ужина. Дополнительные факторы риска ожирения у СМ: повышенное потребление сахара и воды, низкая физическая активность, злоупотребление алкоголем. Установлена тенденция к нарастанию распространенности ожирения среди СМ с вероятностью ее профессиональной обусловленности, о чем свидетельствует величина относительного профессионального риска ожирения между стажевыми группами 20 лет и более и менее 20 лет стажа (*RR* = 1,79; 95 % ДИ: 1,11–2,89).

Для профилактики ожирения у «сменных» работников необходима разработка оздоровительных мероприятий, включающая пропаганду здорового образа жизни с акцентом на рациональное питание.

Ключевые слова: сменный труд, «пищевые окна», паттерн питания, ожирение.

Все современные диеты основаны на концепции ограничения калорий и сбалансированности рациона питания по микро- и макронутриентам в зависимости от уровня энерготрат индивидуума и его половозрастных физиологических потребностей [6]. Однако понятие «рациональное питание» включает в себя и режимные моменты. Исследование последних особенно актуально в профессиональных коллективах, которые в силу обстоятельств вынуждены активно бодрствовать в ночные часы, что сопровождается приемами пищи. В отечественной и зарубежной литературе все чаще приводятся данные о связи ожирения с работой в атипичное и ночное время [4, 13, 18]. Классификация изученных последствий ночного труда для здоровья ANSES относит ожирение к группе «вероятных эффектов» [5].

Как известно, уровень энергетического обмена и толерантность к глюкозе в вечернее и ночное время практически вдвое ниже, чем в утреннее. В связи с этим наиболее эффективными оказались диеты, предполагающие потребление наиболее калорийных блюд в первой половине дня, нежели рационы с равномерным распределением энергетической стоимости пищи по всем приемам [17].

Исследования показали, что рациональная организация продолжительности «пищевого окна», т.е. времени суток, в течение которого потребление пищи уместно, до 8–12 ч с учетом интервала между последним приемом пищи и сном, даже без ограничения калорийности блюд, положительно влияет на массу тела, уровень липидов и глюкозы крови [9, 20]. В случаях расширения «пищевого окна» до 15 ч и более потребление такого же количества калорий со столь же высоким содержанием жиров и сахаров приводило к росту массы тела испытуемых и неизбежно вызывало у лабораторных животных серьезные метаболические заболевания [9, 17]. Таким образом, суточному режиму приема пищи стоит уделять не меньшее, а, возможно, и большее внимание, нежели подсчету калорий. Ученые пришли к выводу, что формирование паттерна питания (т.е. устойчивого стереотипа пищевого поведения) с ограниченным «пищевым окном» позволяет организму выделять промежутки времени для восстановления, синхронизации задействованных в процессе пищеварения циркадных ритмов, что проявляется в нормализации веса, улучшении качества сна, аппетита, общего самочувствия [17]. Однако эффективность данного метода еще не опробована в группе сменных работников.

Исследования, проведенные на добровольцах, показали, что у лиц, работающих в сменном режиме и вынужденных принимать пищу по ночам, наблюдаются метаболические реакции, которые напоминают преддиабетическое состояние: повышение уровней липидов и глюкозы крови [9, 17, 19, 20]. Это может быть одним из патогенетических факторов повышенного риска сердечно-сосудистых заболеваний и диабета, наблюдаемых у сменных рабочих. Организм человека пытается приспособиться к циркадным сдвигам, запуская механизмы «подстройки» биологических ритмов, выражающихся в снижении уровней гормонов сытости лептина и пептида-YY, сокращении суточного расхода энергии во время ночной смены, в том числе снижение теплопродукции во время позднего ужина [10, 11, 14, 15]. Многочисленными исследованиями подтверждено, что количество энергии, получаемой с пищей сменными рабочими в течение суток, не отличается от такового у рабочих с фиксированным рабочим днем [7, 8]. Таким образом, именно режим питания (прием пищи в неправильное время), а не энергетическая ёмкость пищи является ключевым фактором повышенного риска развития метаболических нарушений, наблюдаемых у работников ночного труда [12].

Цель исследования – провести сравнительный анализ паттернов питания и распространенности ожирения у «дневных» и «сменных» металлургов.

Материалы и методы. В исследовании на основе добровольного информированного согласия приняли участие 264 работника мужского пола в возрасте 22–64 лет со стажем работы в профессии 1–42 года. «Сменных» металлургов (СМ) – 204 человека; лиц, работающих в первую смену – «дневных» (ДМ) – 60 человек (средний возраст и стаж 38,17 ± 0,59 и 13,35 ± 0,53; 42,62 ± 2,12 и 23,59 ± 2,14 г. соответственно). Все участники прошли анкетирование, содержащее вопросы о характере трудовой деятельности, режимах труда и отдыха, сна, рационе и режиме питания, вредных привычках и др. Продолжительность «пищевого окна» оценивалась методом персонализированного анализа временной шкалы приема пищи отдельно для выходных и рабочих дней. Интервалы в диапазоне $x \leq 12{,}0 \pm 0{,}5$ ч. принимались за оптимальные значения, $12{,}91 \geq x \geq 15{,}0 \pm 0{,}5$ ч – за допустимые, $x \geq 15{,}51 \pm 0{,}5$ ч – за неблагоприятные [9, 17].

Режим питания оценивался как нерациональный в случаях: менее чем трехразового питания; коротких (<2 ч), длительных (>6 ч) или «всегда разных» промежутков между приемами пищи; продолжительности приема пищи менее 10 мин; распределения калорийной пищи на поздние часы (≥18 ч), отсутствия или коротких (<2 ч) интервалов между ужином и сном; наличием поздних (позже 20 ч) и ночных (позже 22 ч) ужинов.

Респондентам проводилось измерение роста, веса и окружности талии. Избыточная масса тела (ИзбМТ, или предожирение), согласно утвержденной методике [1], определялась по индексу массы тела (ИМТ), равному 25–29,9 кг/м^2; ожирение (ОЖ) – по ИМТ>30 кг/м^2. Абдоминальное ожирение (АО) по рекомендациям российского общества кардиологов – по окружности талии >94 см.

Расчет относительного профессионального риска ожирения и статистическая обработка результатов проводились с использованием онлайн-калькулятора Medstatistic.ru и MS Excel, достоверность различий – расчетом *t*-критерия Стьюдента для несвязанных совокупностей. Степень профессиональной обусловленности ожирения оценивалась в разных стажевых группах согласно действующему руководству Р 2.2.1766-03 [3].

Результаты. Паттерны питания работников оценивались на основании анкетирования, включающего вопросы по оценке рациона и режима питания в рабочие (дневные и ночные смены) и выходные дни. Сравнивались: интервалы между приемами пищи (завтрак/обед, обед/ужин, ужин/сон), продолжительность каждого приема пищи, суточное распределение энергии, получаемой с продуктами питания; кратность питания, включая перекусы; питьевой режим и т.д.

Учитывая тот факт, что на развитие ожирения могут оказывать влияние до 80 факторов образа жизни, нами была проведена попытка оценить возможный вклад некоторых из них [2]. Так, в исследуемых группах дневных и сменных металлургов не было обнаружено значимых различий по уровню образования, составу семьи, условиям проживания, доходу, генетической предрасположенности к ожирению, пищевым пристрастиям, кратности питания.

Анализ режима питания показал, что большинство работников придерживаются трехразового приема горячих блюд (55,0 ± 6,42 % ДМ и 49,02 ± 3,50 % СМ; p>0,05) с двумя перекусами (36,67 ± 6,22 % ДМ и 43,14 ± 3,47 % СМ; p>0,05). Предпочитают употреблять блюда домашнего приготовления 91,67 ± 3,57 % ДМ и

85,29 ± 2,48 % СМ, но в половине случаев в обеих группах в рабочее время металлурги питаются в столовой предприятия. Распределение калорийности пищи в течение дня (с 5 ч утра до 23 ч ночи) приходится на 8–19-часовой интервал (96,67 % ДМ и 88,24 % СМ) с пиком у ДМ в 8–11-часовом промежутке (p=0,000039), а у СМ – в 12–15-часовом (p=0,000004). Более 90 % респондентов отмечают, что рацион питания в рабочие и выходные дни существенно не отличается. ДМ стараются есть в одно и то же время в 1,6 раза чаще (p=0,000002), чем СМ (таблица). При этом СМ достоверно чаще организуют прием пищи при появлении чувства голода (p=0,000016) или при наличии времени (p=0,104927). Еще 1,67 ± 1,65 % ДМ и 7,35 ± 1,83 % СМ (p=0,02356) отметили, что не успевают есть в рабочее время.

Сравнительный анализ паттернов питания у «дневных» и «сменных» металлургов

Вопросы и варианты ответов	ДМ (n=60), % ± m	СМ (n=204), % ± m
1. На какое время суток обычно приходится наибольшее количество употребляемой пищи (более калорийный прием/приемы)?		
5–7 ч утра	3,17 ± 2,26	3,23 ± 1,24
8–11 ч утра	39,68 ± 6,22	11,98 ± 2,27*
12–15 ч дня	31,75 ± 6,00	64,06 ± 3,36*
16–19 ч дня	22,22 ± 5,37	12,90 ± 2,35
20–22 ч вечера	3,17 ± 2,26	5,53 ± 1,60
23 ч и позже	0,00	2,30 ± 1,05
2. Вы обычно питаетесь регулярно?		
Да, я стараюсь есть в одно и то же время и не пропускать приемов пищи	81,67 ± 4,99	51,96 ± 3,49*
Нет, я ем, когда появляется чувство голода	8,33 ± 3,57	29,41 ± 3,19*
Нет, я ем, когда есть на это время и возможность	10,0 ± 3,87	17,65 ± 2,67
Нет ответа	0,00	0,98 ± 0,69
3. Какие интервалы у Вас обычно бывают между приемами пищи (без учета «перекусов»)?		
Завтрак/обед дома		
1–2 ч	3,33 ± 2,32	4,41 ± 1,44
3–5 ч	38,33 ± 6,28	39,71 ± 3,43
5–6 ч	38,33 ± 6,28	25,98 ± 3,07
Больше	1,67 ± 1,65	1,47 ± 0,84
По-разному	18,33 ± 5,00	28,43 ± 3,16
Завтрак/обед на работе		
1–2 ч	3,33 ± 2,32	2,45 ± 1,08
3–5 ч	31,67 ± 6,00	22,06 ± 2,90
5–6 ч	35,00 ± 6,16	34,31 ± 3,32
Больше	6,67 ± 3,22	11,76 ± 2,26
По-разному	23,33 ± 5,46	29,41 ± 3,20
Обед/ужин дома		
1–2 ч	8,33 ± 3,57	3,43 ± 1,27
3–5 ч	35,00 ± 6,16	29,41 ± 3,19
5–6 ч	25,00 ± 5,59	30,39 ± 3,22
Больше	5,00 ± 2,81	3,92 ± 1,36
По-разному	26,67 ± 5,71	32,84 ± 3,29
Обед/ужин на работе		
1–2 ч	3,33 ± 2,32	3,43 ± 1,27
3–5 ч	35,00 ± 6,16	17,65 ± 2,67***
5–6 ч	28,33 ± 5,82	30,88 ± 3,23
Больше	10,00 ± 3,87	14,22 ± 2,46
По-разному	23,33 ± 5,46	33,82 ± 3,31

Окончание таблицы

Вопросы и варианты ответов	ДМ (n=60), % ± m	СМ (n=204), % ± m
4. Как Вы относитесь к поздним приемам пищи (после 18 ч)		
Я ем тогда, когда появляется чувство голода, в любое время суток	26,67 ± 5,71	33,33 ± 3,30
Я ем поздно только во время ночных дежурств	0,00	29,90 ± 3,20*
Я стараюсь не есть после 18 ч	23,33 ± 5,46	6,86 ± 1,77*
Я стараюсь не есть после 20 ч	31,67 ± 6,00	22,06 ± 2,90
Я стараюсь не есть после 22 ч	8,33 ± 3,57	7,84 ± 1,88
5. Каков обычно у Вас интервал между последним приемом пищи и сном?		
Я стараюсь ужинать как можно раньше	45,00 ± 6,42	26,96 ± 3,11**
1–2 ч	28,33 ± 5,82	41,18 ± 3,45
Менее часа	8,33 ± 3,57	6,37 ± 1,71
Я могу поесть и сразу лечь спать	18,33 ± 4,99	25,49 ± 3,05
6. Сколько времени Вы тратите в среднем на один прием пищи?		
Дома		
До 10 мин	8,33 ± 3,57	17,16 ± 2,64***
До 20 мин	63,33 ± 6,22	41,67 ± 3,45
До 30 мин	25,00 ± 5,59	32,84 ± 3,29
Более 30 мин	3,33 ± 2,32	8,33 ± 1,93
На работе		
До 10 мин	21,67 ± 5,32	17,65 ± 2,67
До 20 мин	56,67 ± 6,40	42,16 ± 3,46***
До 30 мин	15,00 ± 4,61	34,80 ± 3,33**
Более 30 мин	5,00 ± 2,81	5,39 ± 1,58

Примечания: * – различия между ДМ и СМ достоверны ($p < 0,001$); ** – различия между ДМ и СМ достоверны ($p < 0,01$); *** – различия между ДМ и СМ достоверны ($p < 0,05$).

Продолжительность интервалов завтрак/обед и обед/ужин не может отследить четвертая часть ДМ и третья часть СМ. Примечательно, что время, затрачиваемое на один прием пищи «дома» (т.е. в выходной день), меньше у СМ (до 10 мин; $p = 0,047779$), а «на работе» – у ДМ ($p = 0,000584$). Последнее объясняется тем, что ДМ имеют 30-минутный обеденный перерыв, а СМ – 1 ч. ДМ в 1,7 раза чаще СМ стараются ужинать как можно раньше ($p = 0,012033$), не позже 18 ч ($p = 0,000096$) или 20 ч ($p = 0,0004448$), соблюдая тем самым интервал между ужином и сном. 88 % СМ подтвердили, что едят по ночам в рабочее время, и лишь 29,9 % отметили, что эпизоды поздних ужинов присутствуют только в смене. Таким образом, элементы неблагоприятного режима питания, такие как: «всегда разные» и длительные интервалы между приемами пищи, недостаточная продолжительность одного приема пищи (<10 мин), распределение калорийной пищи на поздние часы, отсутствие или короткие интервалы между ужином и сном, поздние и ночные ужины – встречаются практически у всех работников, но в большей степени их сочетание выражено в группе СМ. Длительность «пищевого окна» тесно связана с соблюдением режима питания. Анализ упомянутых временных отрезков показал, что у 88 % СМ, принимающих пищу в 3 ч ночи в рабочие смены, они превышают 15 ч, т.е. являются «неблагоприятными» в эти периоды, а у трети СМ, отметивших поздние и ночные ужины в любое время, т.е. и в выходные дни, – практически всегда. ДМ в большей степени стараются придерживаться стабильного режима питания и ужинать как можно раньше, приближая длительность «пищевого окна» к допустимым значениям (12–15 ч).

Сравнительный анализ недельного рациона питания позволил установить, что СМ в 1,3 раза чаще потребляют с напитками большое количество сахара (≥3 ст. л. в каждой чашке у 36,27 ± 3,37 % против 28,33 ± 5,82 %; p>0,05). Также у СМ чаще отмечены большие объемы потребляемой в течение суток жидкости (>2 л/сут у 53,43 ± 3,49 % против 38,33 ± 6,28 %; p = 0,036537) с меньшей популярностью свежих овощей и фруктов (48,04 ± 3,50 % против 60,00 ± 6,32 %; p>0,05).

Стоит отметить, что доля СМ, употребляющих алкоголь чаще одного раза в неделю, в два раза больше, чем в группе дневных, а лиц, ведущих активный образ жизни, в 1,6 раза меньше. Положительным моментом является то, что СМ стараются дольше спать (35,78 ± 3,36 % против 25,00 ± 5,59 %; p>0,05), т.е. сознательно восполнять дефицит сна после ночных дежурств.

Таким образом, обнаруженные особенности паттернов питания СМ (неограниченные во времени и динамически смещаемые на ночные часы «пищевые окна», длительные или нестабильные интервалы между приемами пищи и сном, погрешности в диете), низкая физическая активность и злоупотребление алкоголем могут рассматриваться как факторы риска развития у них ожирения и последующей кардиометаболической патологии.

Проведенная антропометрия показала, что в группе СМ меньше лиц с нормальным весом, а лиц с ожирением и абдоминальным ожирением – больше, чем среди ДМ (рис. 1). В обеих группах наблюдения распространенность ИзбМТ оказалась ниже среднестатистической по стране, а ОЖ – выше.

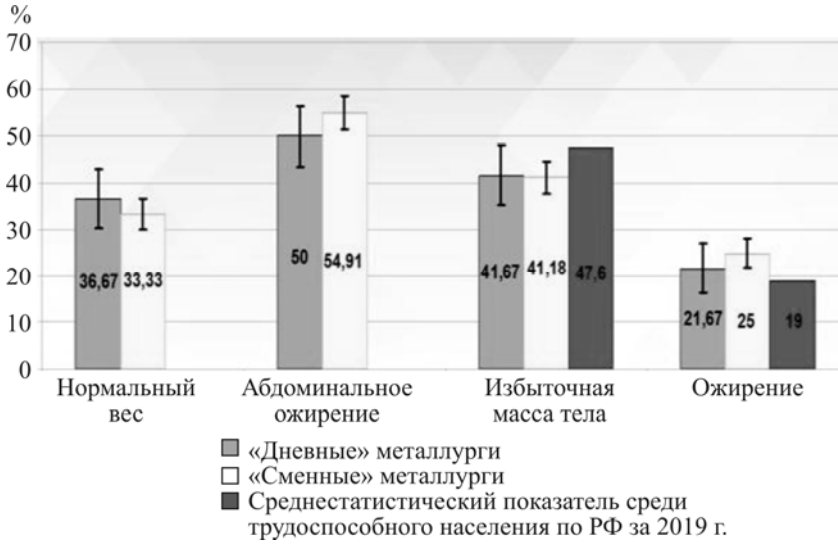
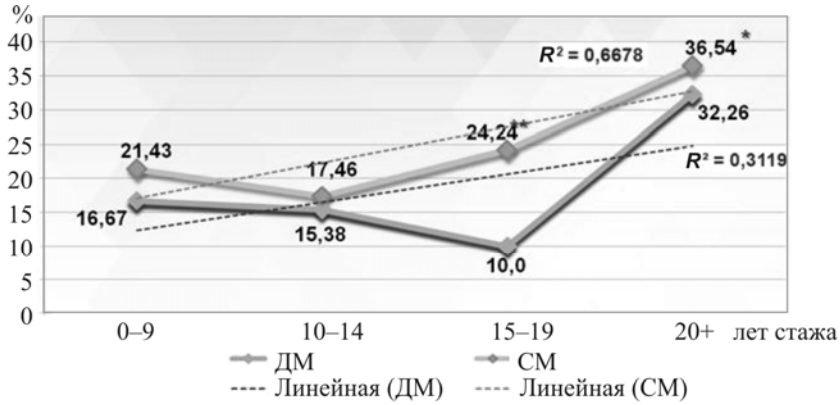


Рис. 1. Распространенность избыточной массы тела и ожирения среди ДМ и СМ

В группе СМ более выражена динамика роста распространенности ОЖ со стажем, о чем свидетельствуют графики и коэффициенты аппроксимации R^2 линий трендов (рис. 2). Относительный профессиональный риск ожирения между стажевыми группами СМ 20 лет и более и менее 20 лет стажа, равный 1,79 (95 % ДИ: 1,11–2,89), свидетельствует о средней степени профессиональной обусловленности. Относительный профессиональный риск ожирения между аналогичными стажевыми группами ДМ, хотя и равный 2,34, не является статистически достоверным (95 % ДИ: 0,82–6,64).



ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК: $RR_{ОЖ20+/20-\ стажа} = 1,79$

*Различия достоверны между стажевыми группами СМ 10–14 лет и 20+ лет ($p = 0,02199$)

** Различия достоверны между СМ и ДМ в стажевой группе 10–14 лет ($p = 0,003949$)

Рис. 2. Распространенность ожирения среди СМ в зависимости от стажа

Выводы. Проведенное исследование показало, что СМ имели более неблагоприятные паттерны питания, нежели ДМ. Это подтверждает большее число отклонений в режиме питания (длительные и нерегулярные интервалы между приемами пищи, поздние ужины с короткими или отсутствующими интервалами до сна, прием калорийной пищи в ночное время). Для СМ в большей степени, чем для ДМ, характерна продолжительность «пищевых окон», превышающая 15 ч, особенно в периоды ночных смен. ДМ чаще придерживались стабильного режима питания с ранними ужинами, что отражалось и на длительности «пищевых окон» – «допустимой» у большинства работников.

Анализ недельного рациона питания позволил выявить у СМ погрешности пищевого поведения, которые могут способствовать накоплению жировой ткани, что подтверждается данными антропометрии, свидетельствующими о большей распространенности ожирения в группе СМ. Зафиксированная в этой группе динамика нарастания ожирения со стажем свидетельствует о его профессиональной обусловленности.

Для сохранения трудового долголетия металлургов, работающих по сменному графику, необходима разработка системы профилактических мероприятий, включающая пропаганду здорового образа жизни с акцентом на рациональное питание.

Список литературы

1. Об утверждении методики расчета показателя «Доля граждан с ожирением»: Приказ Минэкономразвития РФ от 17 октября 2019 года № 600 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_337012/ (дата обращения: 02.04.2021).

2. Российское кардиологическое общество. Диагностика, лечение, профилактика ожирения и ассоциированных с ним заболеваний: национальные клинические рекомендации / под ред. Е.В. Шляхто, С.В. Негода, А.О. Конради. – СПб.: РКО, 2017. – 164 с.

3. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901902053 (дата обращения: 02.04.2021).

4. Сменная работа и риск нарушения здоровья: монография / Ю.Ю. Горблянский, О.В. Сивочалова, Е.П. Конторович [и др.]. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РостГМУ МЗ России; Изд-во Фонд науки и образования, 2016. – 520 с.

5. ANSES Opinion Collective expert report: Assessment of the health risks associated with night work. – France: Anses_fr, 2016. – 412 p.

6. Das S.K., Balasubramanian P., Weerasekara Y.K. Nutrition Modulation of Human Aging: The Calorie Restriction Paradigm // Molecular and Cellular Endocrinology. – 2017. – № 455. – P. 148–157. DOI: 10.1016/j.mce.2017.04.011

7. Does modifying the timing of meal intake improve cardiovascular risk factors? Protocol of an Australian pilot intervention in night shift workers with abdominal obesity / M.P. Bonham, G.K.W. Leung, R. Davis [et al.] // BMJ Open. – 2018. – Vol. 8, № 3. – P. e020396. DOI: 10.1136/bmjopen-2017-020396

8. Effects of Shift Work on the Eating Behavior of Police Officers on Patrol / A. Kosmadopoulos, L. Kervezee, P. Boudreau [et al.] // Nutrients. – 2020. – Vol. 12, № 4. – P. 999. DOI: 10.3390/nu12040999

9. Gill S., Panda S. A smartphone app reveals erratic diurnal eating patterns in humans that can be modulated for health benefits // Cell Metab. – 2015. – Vol. 22, № 5. – P. 789–798. DOI: 10.1016/j.cmet.2015.09.005

10. Impact of circadian disruption on glucose metabolism: implications for type 2 diabetes / I. Mason, J. Qian, G.K. Adler [et al.] // Diabetologia. – 2020. – Vol. 63, № 3. – P. 462–472. DOI: 10.1007/s00125-019-05059-6

11. Impact of circadian misalignment on energy metabolism during simulated nightshift work / A.W. McHill, E.L. Melanson, J. Higgins [et al.] // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2014. – Vol. 111, № 48. – P. 17302–17307. DOI: 10.1073/pnas.1412021111

12. Later circadian timing of food intake is associated with increased body fat / A.W. McHill, A.J. Phillips, C.A. Czeisler [et al.] // Am. J. Clin. Nutr. – 2017. – Vol. 106, № 5. – P. 1213–1219. DOI: 10.3945/ajcn.117.161588

13. Meal Timing and Frequency: Implications for Cardiovascular Disease Prevention: A Scientific Statement From the American Heart Association / M.P. St-Onge, J. Ard, M.L. Baskin [et al.] // Circulation. – 2017. – Vol. 135, № 9. – P. e96–e121. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000476

14. Modulation of Sleep by Obesity, Diabetes, Age, and Diet / S. Banks, J. Dorrian, C. Grant [et al.] // Circadian Misalignment and Metabolic Consequences: Shiftwork and Altered Meal Times. – USA: Academic Press, 2015. – P. 155–164. DOI: 10.3390/nu9030222

15. Modulation of sleep by obesity, diabetes, age, and diet. – In: R.R. Watson ed. – USA: Academic Press, 2015. – 385 p.

16. Panda S. Circadian physiology of metabolism // Science. – 2016. – Vol. 354, № 6315. – P. 1008–1015. DOI: 10.1126/science.aah4967

17. Panda S. The Circadian Code: Lose Weight, Supercharge Your Energy, and Transform Your Health from Morning to Midnight. – USA: Kindle Edition, 2018. – 288 p.

18. Phoi Y.Y., Keogh J.B. Dietary Interventions for Night Shift Workers: A Literature Review // Nutrients. – 2019. – Vol. 11, № 10. – P. 2276. DOI: 10.3390/nu11102276

19. The impact of meal timing on cardiometabolic syndrome indicators in shift workers / H.E. Molzof, M.D. Wirth, J.B. Burch [et al.] // Chronobiol Int. – 2017. – Vol. 34, № 3. – P. 337–348. DOI: 10.1080/07420528.2016.1259242

20. Time-restricted feeding and risk of metabolic disease: a review of human and animal studies / J. Rothschild, K.K. Hoddy, P. Jambazian [et al.] // Nutr. Rev. – 2014. – Vol. 72. – P. 308–318. DOI: 10.1111/nure.12104

Раздел V

Анализ риска здоровью в эпидемиологических исследованиях

Обоснование референтных патогенов для количественной оценки рисков здоровью, ассоциированных с водой

Е.В. Дроздова[1], Т.В. Амвросьева[2], Н.В. Дудчик[1], Д.С. Грек[1], Т.З. Суровец[1], А.В. Фираго[1]

[1]РУП «Научно-практический центр гигиены»,
[2]ГУ «Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии»,
г. Минск, Республика Беларусь

В последнее десятилетие для повышения надежности управления эпидемиологической безопасностью питьевого и рекреационного водопользования одним из международно признанных подходов является применение количественной оценки микробиологических рисков здоровью в дополнение к надзору на основе индикаторных микробиологических показателей безопасности. В рамках методики количественной оценки микробиологических рисков ключевым является обоснование репрезентативных (референтных, индексных) микроорганизмов для бактерий, вирусов и простейших. В статье представлено обоснование выбора референтных патогенных микроорганизмов в питьевой воде для условий республики. Показана целесообразность применения аденовирусов в качестве референтного вируса, что обусловлено их высокой встречаемостью в водной среде, отсутствием сезонности в распространении у населения, а также устойчивостью к внешнему воздействию, особенно к УФО-обеззараживанию, широко распространенному на подземных водозаборах, являющихся основным источником питьевого водоснабжения в Республике Беларусь.

Ключевые слова: питьевая вода, количественная оценка микробиологических рисков, референтные патогены, безопасность.

В настоящее время одним из международно признанных подходов в области повышения надежности систем питьевого водоснабжения является внедрение риск-ориентированного надзора. При этом многолетняя практика применения свидетельствует, что надзор в области обеспечения эпидемиологического безопасности питьевого водоснабжения на основе индикаторных микробиологических показателей безопасности не всегда достаточен, что доказывает целый ряд научных русскоязычных и зарубежных публикаций [1, 2, 5, 6, 9, 10, 15, 17–19]. В связи с этим ряд стран (Нидерланды, США, Канада, Австралия, Новая Зеландия и др.) опробовали и на законодательном уровне имплементировали принципиально новые подходы – применение методик количественной оценки микробиологических рисков (далее – КОМР) в дополнение к традиционному надзору на основе индикаторных показателей в питьевом водоснабжении и рекреационном водопользовании [1, 4, 6–10, 12, 15, 18–19], рекомендации применения данного подхода нашли отражение в руководстве ВОЗ. Одним из достоинств применения КОМР является возможность обоснования на доказательной количественной основе выбора наиболее эффективного способа подготовки питьевой воды с учетом соотношения рисков здоровью химической и биологической природы (присутствие

побочных продуктов дезинфекции воды), установления целевых показателей достижения качества воды.

В связи с этим актуальными представляется разработка и применение адаптированной к национальным особенностям методики КОМР, ассоциированных с водным фактором.

Цель работы – обоснование перечня референтных патогенных микроорганизмов для количественной оценки микробиологических рисков здоровью, ассоциированных с водой.

Материалы и методы. Исследования проводились в рамках задания 01.03 отраслевой научно-технической программы «Гигиеническая безопасность». Проведено изучение современных научных публикаций авторитетных научных организаций (русскоязычных и зарубежных), официальных руководств ВОЗ и иных международных организаций и национальных руководств стран ближнего и дальнего зарубежья [1–19]. Выполнен ретроспективный анализ результатов лабораторных исследований учреждений госсаннадзора, лабораторные исследования проб воды из источников питьевого водоснабжения и питьевой воды на выходе в городах с населением свыше 100 тыс. человек. Лабораторные исследования проб воды проводились по санитарно-микробиологическим показателям (по нормируемым индикаторным стандартизованным методам; определение патогенных бактерий рода *Shigella spp.* и энтероинвазивных *E. coli* (EIEC), *Salmonella spp.*, термофильных кампилобактерий (*Campylobacter spp.*) методом ПЦР в режиме «реального времени»), вирусологическим показателям (методом ПЦР энтеровирусов в соответствии со стандартной методикой и аденовирусов в соответствии с разработанной методикой, ГУ РНПЦЭиМ), по паразитологическим показателям (наличие ооцист криптоспоридий, цист лямблий, яиц гельминтов).

Результаты. Отличием КОМР в сравнении с классическими подходами является оценка эпидбезопасности на основе данных о присутствующих в воде патогенных микроорганизмах, а не индикаторных условно-патогенных организмах, что позволяет получить более объективные данные о рисках здоровью. В рамках КОМР изучается вероятность инфицирования человека на основе данных о потенциальной экспозиции (количество поступающих в организм человека патогенных микроорганизмов, рассчитанное исходя из уровня их присутствия в воде и объеме потребляемой воды) и применения известных дозозависимых моделей реакции организма при различных путях поступления возбудителей [9, 10, 18]. Оценка риска здоровью проводится с учетом реакции отдельных групп населения (в том числе чувствительных) на определенную дозу патогенов, поступающих в организм. В КОМР используются страновые данные о степени тяжести заболевания, его продолжительности, частоте бессимптомных инфекций. Количественную оценку КОМР проводят на репрезентативных (референтные, индексные) патогенных микроорганизмах (далее – РМ) для бактерий, вирусов и простейших (не менее одного представителя). При этом обоснование таких патогенов производится с учетом специфики страны, принимая во внимание их чувствительность при разных процессах обработки воды, наличие и надежность методов определения в воде.

Критериями отбора являются: водный путь передачи, наличие модели дозозависимых реакций, данных о распространенности заболевания, присутствие в источнике, выживаемость во внешней среде, высокая устойчивость к водоподготовке, инфекционность, частота возникновения инфекций и степень тяжести их течения,

наличие метода детекции. Оптимальный выбор референтного патогена должен обеспечивать КОМР по наихудшему сценарию.

Для достижения поставленных целей нами на основании системного анализа научных данных обоснован первичный перечень РМ для КОМР: аденовирусы и энтеровирусы (для вирусов), энтеропатогенные *E. coli* и кампилобактерии (для бактерий), лямблии и криптоспоридии (для простейших). Данный перечень в дальнейшем отрабатывался с учетом комплексной оценки, включающей углубленное изучение современной научной литературы, анализ результатов собственных исследований и имеющейся методической базы.

Исследования в отношении вирусологической контаминации показали, что аденовирусное загрязнение позволит получать более консервативные данные об опасности вирусологического загрязнения в сравнении с энтеровирусным [3]. Для аденовируса человека характерно выраженное вирусоносительство при отсутствии выраженной сезонности, они широко распространены во внешней среде, способны сохраняться в водных объектах длительное время, очень устойчивы к воздействию химических и физических способов водоподготовки, особенно к длительному воздействию ультрафиолета, вызывают широкий спектр инфекций с различными проявлениями – инфекции желудочно-кишечного тракта, дыхательных путей, мочевыводящих путей, глазные инфекции, являются значимым источником детского гастроэнтерита, характерны низкие инфицирующие дозы [3, 10, 11, 13, 14, 16]. Поскольку аденовирусы относятся к ДНК-геномным, это облегчает их количественное определение, так как не требуется стадии обратной транскрипции для детекции [3]. Аденовирус также особенно актуален как РМ для республики, поскольку устойчив к внешнему воздействию, особенно к УФО-обеззараживанию, широко распространенному на подземных водозаборах.

Результаты выполненных ГУ РНПЦЭиМ сравнительных исследований проб воды из водоисточников и питьевой воды в отношении энтеровирусов и аденовирусов человека показали, что при невыявлении энтеровирусов в более 5 % проб обнаружены ДНК аденовирусов [3], что позволило рассматривать применение аденовирусов в качестве референтного вируса.

Исследования по изучению микробиологического профиля проб воды в ситуации эпидемиологического благополучия свидетельствовали об отсутствии нестандартных проб по индикаторным микробиологическим показателям и изученных патогенов методом ПЦР, что свидетельствовало об эффективности методов контроля и водоподготовки. Однако с учетом трудностей выделения кампилобактерий предлагается в дальнейшем сконцентрироваться на кишечной палочке как приоритетном РМ-бактериальном патогене (кампилобактерии как резерв).

Учитывая, что вода может способствовать передаче некоторых простейших за счет длительного их выживания с формированием устойчивых к внешним воздействиям цист, ооцист, в настоящее время этому аспекту уделяется особое внимание как «эмерджентным патогенам» на международном уровне. Существуют модели дозозависимой реакции для лямблий (*Giardia*) и криптоспоридий (*Cryptosporidium*) [8, 10, 15, 18]. В настоящее время продолжаются работы по апробации обоих простейших в качестве РП.

Выводы. Проведенный анализ и экспериментальные данные указывают на целесообразность продолжения исследований по обоснованию референтных патогенных микроорганизмов из числа вирусов, бактерий и простейших для проведения

КОМР в республике. Показана целесообразность применения аденовирусов в качестве референтного вируса для КОМР, что обусловлено их высокой распространенностью в водной среде, устойчивостью к наиболее часто используемым методам дезинфекции, отсутствием сезонности в распространении у населения. Разработан метод детекции аденовирусов в водной среде. Для обоснования референтных патогенных бактерий целесообразно продолжить исследования по изучению потенциала энтеропатогенных кишечных палочек и кампилобактерий, простейших – криптоспоридий и лямблий. Применение КОМР позволит обосновывать и подтверждать наиболее эффективные профилактические мероприятия, включая выбор метода водоподготовки с учетом баланса рисков здоровью для обеспечения высокого уровня санитарно-эпидемиологического благополучия населения в связи с водопользованием.

Список литературы

1. Байдакова Е.В., Унгуряну Т.Н., Михайлова Р.И. К количественной оценке микробного риска, связанного с экспозицией кишечных вирусов в питьевой воде // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 108–114.

2. Бактериальные профили и фенотипические биомаркеры изолятов микробиоты среды обитания: факторы идентификации опасности / Н.В. Дудчик, С.И. Сычик, О.Е. Нежвинская, Н.Д. Коломиец [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 2. – С 92–100.

3. Научно-экспериментальное обоснование возможности использования аденовирусов человека в качестве контролируемых агентов при анализе качества воды и оценке ее безопасности по вирусологическим показателям / Т.В. Амвросьева, Н.В. Поклонская, И.В. Бельская, С.К. Лозюк [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сборник научных трудов / под ред. С.И. Сычика, Г.Е. Косяченко [и др.]. – Минск: РИВШ, 2019. – № 29. – С. 3–7.

4. Перспективы применения в Республике Беларусь количественной оценки микробиологических рисков, ассоциированных с питьевой водой / Е.В. Дроздова, Т.В. Амвросьева, В.В. Бурая, В.В. Гирина [и др.] // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 130–133.

5. Сравнительная оценка санитарно-эпидемической значимости индикаторных колиформных показателей качества питьевой воды / Ю.А. Рахманин, Л.В. Иванова, Т.З. Артемова, Е.К. Гипп [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 5. – С. 582–588.

6. Barrell R.A., Hunter P.R., Nichols G. Microbiological standards for water and their relationship to health risk // Communicable disease and public health. – 2000. – Vol. 3, № 1. – P. 8–13.

7. Bichai F., Smeets P. Using QMRA-based regulation as a water quality management tool in the water security challenge: experience from the Netherlands and Australia // Water Research. – 2012. – Vol. 47. – P. 7315–7326. DOI: 10.1016/j.watres.2013.09.062

8. Estimating the burden of acute gastrointestinal illness due to Giardia, Cryptosporidium, Campylobacter, E. coli O_{157} and norovirus associated with private wells and

small water systems in Canada / H.M. Murthy, M.K. Thomas, P.J. Shmidt, D.T. Medeiros [et al.] // Epidemiology and infection. – 2016. – Vol. 144, № 7. – P. 1355–1370. DOI: 10.1017/S0950268815002071

9. Implementation of quantitative microbial risk assessment (QMRA) for public drinking water supplies: Systematic review / E.L. Christopher, M.L. Angles, P.T. Cox, P.M. Byleveld [et al.] // Water Research. – 2020. – Vol. 1, № 174. – P. 115614. DOI: 10.1016/j.watres.2020.115614

10. Guidelines for Drinking-water Quality. – Geneva: World health organization, 2017. – 564 p.

11. Human virus and microbial indicator occurrence in public-supply groundwater systems: meta-analysis of 12 international studies / G. Shay Fout, M.A. Borchardt, B.A. Kieke Jr., M.R. Karim // Hydrogeology Journal. – 2017. – Vol. 25, № 4. – P. 903–919. DOI: 10.1007/s10040-017-1581-5

12. Human adenoviruses as waterborne index pathogens and their use for Quantitative Microbial Risk Assessment / M. Verani, I. Federigi, G. Donzelli, L. Cioni [et al.] // The Science of the total environment. – 2019. – Vol. 651, № 1. – P. 1469–1475. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.295

13. Human Adenovirus Working Group [Электронный ресурс] // HAdV Working Group. – URL: http://hadvwg.gmu.edu (дата обращения: 08.05.2019).

14. Jiang S. Human adenoviruses in water: occurrence and health implications: a critical review // Environmental science and technology. – 2006. – Vol. 40, № 23. – P. 7132–7140. DOI: 10.1021/es060892o

15. Lin J., Ganesh A. Water quality indicators: bacteria, coliphages, enteric viruses // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2013. – Vol. 23, № 6. – P. 484–506. DOI: 10.1080/09603123.2013.769201

16. Mena K.D., Gerba C.P. Waterborne adenovirus // Reviews of environmental contamination and toxicology. – 2009. – Vol. 198. – P. 133–167. DOI: 10.1007/978-0-387-09647-6_4

17. Outbreaks in drinking-water systems, 1991–1998 / U.F. Craun, N. Nwachuku, R.L. Calderon, M.F. Craun [et al.] // Journal of environmental health. – 2002. – Vol. 65, № 1. – P. 16–23.

18. Quantitative microbial risk assessment: application for water safety management // Geneva: World health organization, 2016. – 204 p.

19. Zero risk does not exist: lessons learned from microbial risk assessment related to use of water and safety of fresh produce / A. De Keuckelaere, L. Jacxsens, P. Amoah, G. Medema [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2015. – Vol. 14, № 4. – P. 387–410. DOI: 10.1111/1541-4337.12140

Метрологическая оценка результатов моделирования микробной контаминации воздуха в затравочных камерах

Н.В. Дудчик, А.И. Жабровская, О.А. Емельянова

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

Обеспечение и гигиенический контроль безопасности микробного статуса воздушной среды учреждений здравоохранения представляет собой самостоятельную медико-биологическую проблему и требует разработки и оценки метрологических параметров количественных методов определения концентраций микроорганизмов в соответствии с требованиями международной организации по стандартизации ИСО. На основании результатов экспериментального моделирования аэрозолей микроорганизмов-контаминантов рода *Staphylococcus* в воздухе как фактора риска воздействия на здоровье рассчитаны метрологические параметры методов контроля микроорганизмов. Метрологические параметры методик (стандартное отклонение повторяемости, стандартное отклонение промежуточной прецизионности, расширенная неопределенность) соответствуют предъявляемым к методам требованиям при принятой доверительной вероятности $p = 95$ %.

Ключевые слова: микроорганизмы, пробы воздуха, учреждения здравоохранения, классы чистоты, затравочная камера, контаминация, количественное определение.

Результаты изучения микробного статуса воздушной среды лечебно-профилактических учреждений г. Минска, проведенного в ходе гигиенического мониторинга помещений в течение 2016–2018 гг., свидетельствуют, что одними из наиболее типичных контаминантов являются бактерии рода *Staphylococcus*, ассоциированные с нормальной микробиотой кожных покровов и слизистых человека, что подтверждается также данными ряда работ [1, 3, 5, 8–10]. Эффективный гигиенический контроль микробного статуса объектов среды основан на использовании валидированных инструментальных методов количественной оценки [2, 4]. Ранее нами было показано, что экспериментальное моделирование микробных аэрозолей микроорганизмов-контаминантов воздушной среды при разных уровнях контаминации является перспективной технологией для разработки релевантных методов количественной оценки, набора статистических данных и расчета метрологических параметров методов [6, 7].

Разработка стандартизованных и валидированных методик измерений концентраций микроорганизмов-продуцентов представляет достаточно сложную аналитическую задачу и основана на учете множества параметров инструментального метода (условия отбора проб воздуха при различных уровнях микробной контаминации, культивирования и идентификации микроорганизма и др.).

Целью работы являлась оценка операционных характеристик метода количественного определения микроорганизмов-контаминантов рода *Staphylococcus* на основе значительного массива данных модельного эксперимента, основанного на генерации микробных аэрозолей в затравочных камерах.

Материалы и методы. Работа выполнена в соответствии с принципами надлежащей лабораторной практики GLP и стандартами ИСО. Объектами исследования являлись микроорганизмы-контаминанты воздушной среды *Staphylococcus aureus* АТСС 6538 и *Staphylococcus aureus* ЦГЛМ-1-2019. Для создания биоаэрозолей использовали в затравочную камеру объемом 250 л («Спектролаб», РФ); отбор проб проводили с использованием аспиратора SAS SUPER100 (PBI International, Италия). Средства измерений и основное оборудование были должным образом поверены и калиброваны. Для приготовления суспензии микроорганизмов с концентрацией 10^6 КОЕ/мл использовали фосфатный буфер с 0,1%-ным пептоном, pH 7,0–7,2.

Отбор проб воздуха проводили аспирационным методом на поверхность агаризованной среды в двух повторностях, инкубировали в течение (48 ± 2) ч при (37 ± 0,5) °С. Оценивали культурально-морфологические особенности сформированных колоний и подсчитывали число типичных колоний.

Расчет концентрации микроорганизмов-контаминантов производили по формуле:

$$X = (N \cdot 1000) / V, \quad (1)$$

где X – концентрация микробных клеток и спор в воздухе рабочей зоны, КОЕ/м^3; N – количество колоний микроорганизмов-контаминантов на чашке; 1000 – коэффициент пересчета на 1 м^3 воздуха; V – объем отобранной пробы воздуха, дм^3.

Результаты. Технология генерирования биоаэрозолей и количественного определения микроорганизмов-контаминантов в воздухе в модельном эксперименте основана на классических этапах и приемах микробиологической практики: отбор проб воздуха аспирационным способом с учетом отобранного объема, культивирование в оптимальных для изучаемых микроорганизмов условиях на питательных средах оптимального состава, подсчет сформированных колоний с характерными морфологическими признаками, морфологическая идентификация микроорганизмов и колоний, расчет количества микроорганизмов на чашках с перерасчетом на 1 м^3 воздуха.

В ходе проведения метрологической аттестации методики оценивали показатель расширенной неопределенности.

Для расчетов использованы результаты $p = 15$ серий по $n = 2$ единичных измерения. Проверку дисперсий на однородность выполняли по критерию Кохрена. Тест-статистику Кохрена C_r рассчитывали по формуле

$$C_r = \frac{MAX\left[\left(y_{i1} - y_{i2}\right)^2\right]}{\sum_{i=1}^{p}\left(y_{i1} - y_{i2}\right)^2}, \quad (2)$$

где i – индекс серии измерений, $i = 1, .., p$, ($p = 15$); y_{i1}, y_{i2} – результат измерений, преобразованный в $\log_{10}$ КОЕ/м^3 по формуле

$$y_{i1} = \log_{10} x_{i111}; \; y_{i2} = \log_{10} x_{i121}. \quad (3)$$

Рассчитанное значение тест-статистики сравнивали с критическим значением Кохрена $C\left(\nu = 2; f = 15; P = 95\,\%\right) = 0{,}471$. В случае выполнения условия

$C_r < C\ (\nu = 2; f = 15; P = 95\,\%)$ считали, что статистические разбросы и выбросы отсутствуют.

Расширенную неопределенность U с коэффициентом охвата 2 (приблизительно соответствующим доверительному интервалу 95 %) рассчитывали по формуле

$$U = 2 \cdot S_{I(O)}, \tag{4}$$

где $S_{I(O)}$ – стандартное отклонение промежуточной прецизионности, $\log_{10}$ КОЕ/м^3.

На основе массива данных, полученных в модельных экспериментах, были оценены операционные характеристики методов.

Испытания в закрытом ламинарном боксе показали, что при объеме отбираемого воздуха 200 и 500 л количество микроорганизмов на чашке является пригодным для подсчета.

Расчет стандартного отклонения промежуточной прецизионности проводили по формуле

$$s_{I(O)} = \sqrt{\frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{15} \frac{\left(\overline{y_a} - y_{ai}\right)^2}{n-1} + \sum_{i=1}^{15} \frac{\left(\overline{y_b} - y_{bi}\right)^2}{n-1} \right)}, \tag{5}$$

где Y_n – результат измерений, преобразованный в $\log_{10}$ КОЕ/объем отбираемого воздуха; i – повторность, $i = 1..n$ ($n = 10$); a, b – индекс фактора оператора, А или В.

Рассчитанные значения показателей прецизионности (промежуточной прецизионности, пределов повторяемости и промежуточной прецизионности) и максимальной расширенной неопределенности при уровне доверия $P = 0{,}95$ приведены в таблице.

Значения показателей прецизионности и максимальной расширенной неопределенности при уровне доверия $P = 0{,}95$ для микроорганизмов рода *Staphylococcus* в воздушной среде

Стандартное отклонение промежуточной прецизионности (воспроизводимости) $S_{I(O)}$	Максимальная расширенная неопределенность U
S. aureus АТСС 6538	
КОЕ/м^3	КОЕ/м^3
26,95	53,90
log10 (КОЕ/м^3)	log10 (КОЕ/м^3)
0,04	0,08
S. aureus ЦГЛМ-1-2019	
КОЕ/м^3	КОЕ/м^3
19,41	38,82
log10 (КОЕ/м^3)	log10 (КОЕ/м^3)
0,04	0,09

Полученная оценка расширенной неопределенности относится к единичному измерению и может быть использована как максимальная оценка неопределенности для результата измерения.

Выводы. В результате экспериментального моделирования аэрозолей микроорганизмов-контаминантов воздушной среды учреждений организаций здравоохранения получены репрезентативные данные и оценена расширенная неопределенность методики измерения рода *Staphylococcus*.

Список литературы

1. Бакшеева С.С., Сергеева И.В. Стафилококковое бактерионосительство как критерий экологического неблагополучия среды обитания человека // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 577.

2. Дудчик Н.В., Шевляков В.В. Прокариотические тест-модели для оценки биологического действия и гигиенической регламентации факторов окружающей среды // Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека: материалы международного форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина» Минздрава России: в 2 ч. – М., 2016. – С. 187–189.

3. Малков А.Е. Решение проблемы внутрибольничных инфекций // Поликлиника. – 2013. – № 6. – С. 26–27.

4. Мельникова Л.А., Дудчик Н.В., Коломиец Н.Д. Изучение эффективности различных методов дезобработки // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 8. – С. 98.

5. Чарушина И.П. Сравнительный анализ микробиоты стационаров различного профиля // Проблемы медицинской микологии. – 2015. – Т. 17, № 1. – С. 47–51.

6. Экспериментальное обоснование индикаторных микробиологических показателей безопасности водных объектов в зонах рекреации / Е.В. Дроздова, С.И. Сычик, В.В. Бурая, Н.В. Дудчик [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 1. – С. 60–68.

7. Assessment of bioaerosol particle characteristics at different hospital wards and operating theaters: a case study in Tehran / F. Bolookat, M.S. Hassanvand, S. Faridi, M. Hadei [et al.] // Methods X. – 2018. – Vol. 5. – P. 1588–1596. DOI: 10.1016/j.mex.2018.11.021

8. Fujiyoshi S., Tanaka D., Maruyama F. Transmission of airborne bacteria across built environments and its measurement standards: a review // Frontiers in Microbiology. – 2017. – Vol. 8. – P. 2336. DOI: 10.3389/fmicb.2017.02336

9. Inactivation of consortiums of microorganisms by air plasma jet at atmospheric pressure / A.V. Kazak, A.A. Kirillov, L. Simonchik, O. Nezhvinskaya // Plasma Medicine. – 2017. – Vol 7, № 2. – P. 109–115. DOI: 10.1615/PlasmaMed.2017019263

10. Staphylococcus aureus infections: epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management / S.Y. Tong, J.S. Davis, E. Eichenberger, T.L. Holland [et al.] // Clinical Microbiology Reviews. – 2015. – Vol. 28, № 3. – P. 603–661. DOI: 10.1128/CMR.00134-14

Экспериментальное моделирование микробной контаминации объектов пищевых производств

Н.В. Дудчик[1], Д.С. Грек[1], О.Е. Нежвинская[2]

[1]РУП «Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск,
[2]СООО «НАТИВИТА»,
г.п. Бешенковичи, Республика Беларусь

Международные рекомендации в области гигиены пищевых производств предписывают изготовителям продукции проведение динамического наблюдения, оценку изменений микробиологических показателей при производстве пищевой продукции (оценку микробиологических тенденций). Поэтому для релевантной количественной оценки микробного статуса необходима разработка метрологически аттестованного метода выполнения измерений. На основании результатов экспериментального моделирования микробной контаминации на поверхностях объектов технологической среды пищевых производств как фактора риска воздействия на здоровье рассчитаны метрологические параметры метода контроля микроорганизмов. Метрологические параметры методики (стандартное отклонение повторяемости, стандартное отклонение промежуточной прецизионности, расширенная неопределенность) соответствуют предъявляемым к методам требованиям при принятой доверительной вероятности $p = 95$ %.

Ключевые слова: микроорганизмы, пробы воздуха, учреждения здравоохранения, классы чистоты, затравочная камера, контаминация, количественное определение.

Международные рекомендации в области гигиены пищевых производств предписывают изготовителям продукции проведение динамического наблюдения, оценку изменений микробиологических показателей при производстве пищевой продукции (оценку микробиологических тенденций). Поэтому для релевантной количественной оценки микробного статуса необходима разработка метрологически аттестованного метода выполнения измерений, обеспечивающего количественную оценку по показателям

Микробиота технологической среды пищевых предприятий является объектом гигиенического мониторинга, так как в ряде работ сообщалось, что представители бактериальной микробиоты могут не только выживать, но и увеличивать численность популяции на широком спектре поверхностей, таких как пластик, нержавеющая сталь, стекло, керамика и дерево [4, 7]. Это может приводить к перекрестной микробной контаминации между готовым пищевым продуктом, продовольственным сырьем и персоналом. По мнению ряда авторов, динамический контроль микробной контаминации является одним из инструментов для гигиенического контроля условий производства пищевой продукции и снижения рисков контаминации [6, 8].

Бактерии родов *Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, Staphylococcus, Pseudomonas, Citrobacter и Serratia* являются широко распространенными микробными контаминантами, составляя часть микробиоты пищевых производств, представляя ареал эмерджентных и оппортунистических инфекций с пищевым путем передачи. Кроме бактериальных изолятов, характерна контаминация объектов сред техноло-

гического окружения пищевых производств дрожжевыми грибами рода *Candida,* плесневыми грибами родов *Penicillium и Aspergillus* [1–3, 5].

Количество мезофильных аэробных и факультативно-аэробных микроорганизмов можно рассматривать как общее микробное число, т.е. содержание всех микроорганизмов в объекте контроля. Определение количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов относится к оценке численности группы санитарно-показательных микроорганизмов. В составе группы мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов представлены различные таксономические группы микроорганизмов – бактерии, дрожжи, плесневые грибы. Их общая численность свидетельствует о санитарно-гигиеническом статусе объекта, степени его обсемененности микробиотой. Показатель оценивается по численности мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, выросших в виде видимых колоний на плотной питательной среде после инкубации при 30 ± 1ºС в течение 72 ± 3 ч.

В соответствии с требованиями надлежащей лабораторной практики разработана методика выполнения измерений «Количество мезофильных аэробных и факультативно-аэробных микроорганизмов в смывах с поверхностей» и проведена ее внутрилабораторная метрологическая аттестация.

В ходе аттестации МВИ оценивали следующие характеристики: показатели прецизионности (σr, σI (O), r, rI (O); неопределенность U).

В качестве средств аттестации использовались смывы с поверхностей лабораторного стола лаборатории микробиологии, содержащие три уровня микробной нагрузки: уровень 1 (15–100 КОЕ/100 см^2); уровень 2 (100–1000 КОЕ/100 см^2); уровень 3 (1000–15000 КОЕ/100 см^2).

Для создания консорциума микроорганизмов были использованы типовые штаммы микроорганизмов: *Escherichia coli ATCC 25922; Bacillus subtilis ATCC 6633; Cronobacter sakazakii ATCC 29544; Enterobacter aerogenes ATCC 13048.*

Рассчитанные значения показателей прецизионности и максимальной расширенной неопределенности при уровне доверия P = 0,95 приведены в таблице.

Значения показателей прецизионности и максимальной расширенной неопределенности при уровне доверия P = 0,95 для трех диапазонов измерения

Диапазон измерения (КОЕ/100 см^2)	Стандартное отклонение повторяемости σ_r, log10 (КОЕ/100 см^2)	Предел повторяемости r, log10 (КОЕ/100 см^2)	Стандартное отклонение промежуточной прецизионности $\sigma_{I(O)}$, log10 (КОЕ/100 см^2)	Предел промежуточной прецизионности $r_{I(O)}$, log10 (КОЕ/100 см^2)	Максимальная расширенная неопределенность U log10 (КОЕ/100 см^2)
15–100	0,337	0,944	0,342	0,958	0,684
100–1000	0,194	0,543	0,221	0,619	0,442
1000–15000	0,148	0,414	0,153	0,428	0,306

Таким образом, на основе экспериментального моделирования микробной контаминации проведена метрологическая оценка метода количественного определения микробного статуса объектов, что явится эффективным инструментом научного обоснования прогностической динамической модели санитарно-эпидемиологического статуса пищевых производств и будет способствовать повышению эф-

фективности контроля, критериев оценки количественных изменений санитарно-показательных и условно-патогенных микроорганизмов на поверхностях, контактирующих с пищевой продукцией при ее производстве. В совокупности эти задачи являются необходимыми элементами разработки технологии гигиенической оценки и прогнозирования санитарно-эпидемиологического состояния среды технологического окружения пищевых производств на основе микробиологического мониторинга, что позволит успешно решать задачи обеспечения безопасности пищевой продукции как при осуществлении государственного санитарного надзора, так и в процессе производства.

Список литературы

1. Дудчик Н.В., Шевляков В.В. Прокариотические тест-модели для оценки биологического действия и гигиенической регламентации факторов окружающей среды // Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека: материалы международного форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина» Минздрава России: в 2 ч. – М., 2016. – С. 187–189.

2. Мельникова Л.А., Дудчик Н.В., Коломиец Н.Д. Изучение эффективности различных методов дезобработки // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 8. – С. 98.

3. Экспериментальное обоснование индикаторных микробиологических показателей безопасности водных объектов в зонах рекреации / Е.В. Дроздова, С.И. Сычик, В.В. Бурая, Н.В. Дудчик [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 1. – С. 60–68.

4. A new perspective on microbial landscapes within food production / N.A. Bokulich, Z.T. Lewis, K. Boundy-Mills, D.A. Mills // Current Opinion in Biotechnology. – 2016. – Vol. 37. – P. 182–189. DOI: 10.1016/j.copbio.2015.12.008

5. Environmental microbiota drives microbial succession and metabolic profiles during Chinese liquor fermentation / X. Wang, H. Du, Y. Zhang, Y. Xu // Applied and Environmental Microbiology. – 2018. – Vol. 84, № 4. – P. e02369–e02417. DOI: 10.1128/AEM.02369-17

6. Human pathogens in plant biofilms: formation, physiology, and detection / E. Ximenes, L. Hoagland, S. Ku, X. Li [et al.] // Biotechnology and Bioengineering. – 2017. – Vol. 114, № 7. – P. 1403–1418. DOI: 10.1002/bit.26247

7. Methods for recovering microorganisms from solid surfaces used in the food industry: a review of the literature / R. Ismail, F. Aviat, V. Michel, I. Le Bayon [et al.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2013. – Vol. 10, № 11. – P. 6169–6183. DOI: 10.3390/ijerph10116169

8. Vouga M., Greub G. Emerging bacterial pathogens: the past and beyond // Clinical Microbiology and Infection. – 2016. – Vol. 22, № 1. – P. 12–21. DOI: 10.1016/j.cmi.2015.10.010

Выделение и характеристика золотистого стафилококка в результате двух крупномасштабных вспышек пищевых отравлений во Вьетнаме

Лам Куок Хунг[1], Хыонг Минь Нгуен[3], Та Тхи Йен[2], Ле Винь Хоа[2], Чан Хонг Ба[2], Фам Ле Куен[2,4], До Тхи Тху Хуонг[5], Нгуен Тхань Чунг[2], Ле Тхи Хун Хао[2]

[1]Пищевое управление Вьетнама,
[2]Национальный институт контроля пищевых продуктов,
[3]Институт биотехнологии Вьетнамской академии наук и технологий,
г. Ханой, Вьетнам,
[4]Центр по контролю и профилактике заболеваний,
г. Форт-Коллинз, США,
[5]Национальный отдел обеспечения качества
в агролесном и рыбном хозяйстве,
г. Ханой, Вьетнам

Во Вьетнаме и во всем мире золотистый стафилококк остается серьезной опасностью для безопасности пищевых продуктов и пищевых отравлений. Золотистый стафилококк присутствует во многих местах и легко загрязняет пищевые продукты во время технологических цепочек.

В данном исследовании успешно выделен штамм золотистого стафилококка из предполагаемых образцов двух вспышек пищевого отравления в Хаджанг и Винь Фук в 2017 и 2018 гг. соответственно. Собранные образцы были исследованы на наличие стафилококковых энтеротоксинов (СЭ) с использованием набора 3MTM TECRATM Staph Enterotoxin kit; все образцы оказались положительными. Выделены различные штаммы золотистого стафилококка, подтвержденные методом MALDI-TOF. Затем эти штаммы хранили в растворе сердца мозга с 15%-ным глицерином в ожидании дальнейших исследований.

Выявлены три штамма ST, которые являются причинами двух вспышек: ST96, ST88 (spa-тип t7558) и ST72 (spa-тип t3092). Два гена вирулентности, обнаруженные у вышеуказанных штаммов, – sea и sec. Кроме того, эти штаммы являются тестом на устойчивость к антибиотикам с обычными антибиотиками. Обнаружено, что сопротивляемость пенициллину имеется у всех трех ST, в частности ST96 и ST88 устойчивы к эритромицину, а ST72 устойчив к гентамицину.

В совокупности наше исследование подчеркивает значимость молекулярной характеристики для изучения и мониторинга бактериальных патогенов, связанных со вспышками пищевых отравлений во Вьетнаме.

Ключевые слова: антибиотикорезистентность, пищевое отравление, β-лактамаза, БЛРС, β-лактамазы ampC, золотистый стафилококк, МСТ, spa-гены, стафилококковые токсины.

Многолетняя динамика количества пострадавших от укусов иксодовых клещей на территории Свердловской области: анализ и прогноз

В.А. Мищенко[1,2], И.А. Кшнясев[2], 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

Заболеваемость клещевым вирусным энцефалитом и другими клещевыми инфекциями непосредственно связана с количеством пострадавших от укусов иксодовых клещей. Данный показатель можно охарактеризовать многолетней динамикой и цикличностью, зависящих как от природных, так и социальных факторов.

Осуществлены синтез и анализ формальной статистической модели как для описания многолетней динамики зарегистрированного числа случаев и рисков населения подвергнуться атакам клещей на территории Свердловской области, так и прогноза.

Для описания динамики и прогноза количества пострадавших от укусов клещей в Свердловской области использовали гармоническую регрессию и рассчитывали прогностические оценки. С помощью мультимодельного вывода как оптимальной комбинации предсказаний многокомпонентных колебаний удалось получить модель, адекватно описывающую многолетнюю динамику с удовлетворительной предсказательной способностью. Динамика количества пострадавших от укусов клещей в Свердловской области характеризуется наличием многолетних (длинноволновых) и коротких 2–3-летних циклов, что может быть обусловлено биологическими, природно-климатическими и социальными факторами. Динамика и прогноз шансов населения области пострадать от укусов клещей полностью сопоставимы с динамикой числа пострадавших: вероятность пострадать от укусов клещей, согласно прогнозу, возрастет и в 2021 г. – 1,09 % населения области могут подвергнуться атакам иксодовых клещей с 95%-ным предсказанным интервалом 0,84–1,43 %.

Ключевые слова: клещевой вирусный энцефалит, иксодовые клещи, гармонические колебания, отношение шансов, мультимодельный вывод, прогнозирование.

Клещевой вирусный энцефалит (КВЭ) – эндемичное заболевание на территории Центральной, Восточной, частично Северной Европы, стран Балтии и Северной Азии, где ежегодно регистрируется 10–15 тыс. случаев [12]. Уральский федеральный округ (УФО) также является высокоэндемичным по клещевому энцефалиту, при этом более высокие числа пострадавших от укусов клещей и заболеваемость приходятся на Свердловскую и Курганскую области [1, 4, 5, 8, 14, 15].

На рубеже XX–XXI вв. наблюдается эволюция КВЭ, отражающаяся в его основных эпидемиологических характеристиках и обусловленная природными и социально-экономическими факторами, такими как антропогенная трансформация природных ландшафтов, изменение климата, расширение нозоареала КВЭ, увеличение продолжительности сезонной активности клещей, изменение возрастных и социальных групп высокого риска заражения, образование крупных антропургиче-

ских очагов. В результате проведения массовой вакцинации населения изменяется структура клинических форм заболевания КВЭ. Также выявлены изменения в структуре популяции возбудителя ВКЭ на эндемичных территориях (доминирование сибирского подтипа ВКЭ в Уральском регионе). Указанные особенности регистрируются и в Свердловской области [3, 6, 9].

Регистрируемая заболеваемость КВЭ коррелирует с обращаемостью в связи с укусами клещей. Количество лиц, пострадавших от укусов клещей, можно охарактеризовать многолетней динамикой и цикличностью, зависящих как от природных, так и социальных факторов (рекреационная активность населения, акарицидые обработки и др). В основе циклических колебаний лежат биологические (параметры жизненного цикла клещей) и экологические (изменение численности прокормителей клещей, климатические и гелиогеофизические (солнечная активность) процессы) механизмы. Изучение многолетней динамики эпидемического процесса при КВЭ важно для анализа и прогноза данной инфекции [2, 16, 19].

Цель работы – синтез и анализ формальной статистической модели как для описания многолетней динамики зарегистрированного числа случаев и рисков населения подвергнуться атакам клещей на территории Свердловской области, так и прогноза.

Материалы и методы. Исходные данные (количество пострадавших от укусов клещей) в Свердловской области за 2007–2021 гг. 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.

Данные моделировали как многокомпонентное гармоническое колебание, используя аддитивные модели вида:

$$y = \ln(N) = \mu_i + \sum[\alpha_i \sin(\omega t + \varphi_i)] + e_i, \quad (1)$$

где – N – число пострадавших от укусов клещей, μ – стационарное состояние (СМУ), α – амплитуда гармонических колебаний, ω – циклическая частота (период: $T = 2\pi/\omega$, годы), φ – начальная фаза i-й гармоники, t (номер отчета) = календарный год – 2007; e_i – отклонение ожидаемых от наблюдаемых значений.

Сумма квадратов отклонений использована для оценки 95%-ного предсказанного интервала.

Для получения вероятностных оценок рассчитывали шансы для населения Свердловской области подвергнуться атакам иксодовых клещей. Шансы – отношение числа пострадавших (N_1) к численности населения Свердловской области, не пострадавшего от присасывания клещей (N_0). Таким образом, логарифм шансов (*LogOdds*) можно выразить:

$$LogOdds = Ln\,(N_1/N_0). \quad (2)$$

Логарифмирование позволяет сделать колебание более симметричным и избежать абсурдных отрицательных предсказанных значений и границ доверительного интервала. После преобразования указанной величины в шансы (*odds*) появляется возможность перейти к интуитивно понятной шкале вероятностей, применив формулу:

$$P(X) = \exp(LogOdds) / [1 + \exp(LogOdds)] = odds / (1 + odds). \quad (3)$$

Статистическая обработка результатов и их визуализация проведены с использованием пакета прикладных программ PAST v. 4.03 и Statistica v. 10.0 (StatSoft, Ink).

Результаты. За период 2007–2020 гг. в Свердловской области зарегистрировано 465 952 пострадавших от присасывания клещей. Среднемноголетний уровень (СМУ) в период 2007–2020 гг. составил 32 860 человек. Наибольшее количество пострадавших за 14 лет зарегистрировано в 2011 г. – 56 723 случая, рост составил до 42 % от СМУ пострадавших за 14 лет. В последние годы количество пострадавших от укусов клещей составляет 31–32 тыс. человек (таблица).

Динамика количества пострадавших от укусов клещей (2007–2020 гг.), расчетные показатели и прогнозируемые значения

Год	Число пострадавших от укусов клещей	Население Свердловской области (Росстат)	Ln (*N*)	*LogOdds*	Вероятности атак клещей, %
СМУ (2007–2020)	32 860	4 325 692	10,40	–4,87	0,76
2007	30 044	4 395 617	10,35	–4,94	0,71
2008	32 061	4 394 649	10,48	–4,80	0,82
2009	36 416	4 297 747	10,37	–4,90	0,74
2010	32 639	4 297 227	10,44	–4,83	0,79
2011	56 723	4 307 594	10,80	–4,47	1,13
2012	30 161	4 315 830	10,46	–4,81	0,81
2013	27 621	4 320 677	10,29	–4,98	0,68
2014	40 905	4 327 472	10,57	–4,70	0,90
2015	30 007	4 330 006	10,26	–5,02	0,66
2016	25 080	4 329 341	10,10	–5,18	0,56
2017	29 669	4 325 256	10,29	–4,99	0,68
2018	31 330	4 315 699	10,41	–4,86	0,77
2019	32 082	4 310 681	10,34	–4,93	0,72
2020	31 214	4 291 886	10,36	–4,91	0,73
2021 (прогноз)	47 335	–	10,77	–4,51	1,09

Примечание: СМУ – среднемноголетний уровень, Ln (*N*) – предсказанные значения (мультимодельный вывод) числа пострадавших от укусов клещей (натуральный логарифм), *LogOdds* – предсказанные значения (мультимодельный вывод) логарифма шансов (*odds*) атак клещей (к населению Свердловской области).

Динамика количества пострадавших от укусов клещей может быть адекватно описана с помощью многокомпонентных гармонических колебаний (коэффициент детерминации: $R^2 = 0{,}89$; $p < 0{,}01$; рис. 1, *а*). Для динамики числа пострадавших характерны регулярные флуктуации – циклы (см. рис. 1, *а*), сопоставляемые двухкомпонентным колебаниям, состоящим из небольшой амплитуды многолетнего и мощного вазитрехлетнего циклов. Указанные квазипериодические колебания являются доминирующими в исследуемом временном ряде: низкочастотные (длинные, медленные) колебания с периодом в 10–11 лет, высокочастотные – 2–3 года. Подобная динамика показана в работе С.В. Лучининой и др. [7] – заболеваемость КВЭ и обращаемость в связи с атаками клещей характеризуются цикличностью, подъемами

и спадами с периодичностью в 10–12 лет и небольшими амплитудами в 3–4 года, что также согласуется с данными по Центральной и Восточной Европе [17, 18].

Многолетние (длинные) колебания могут быть сопоставлены по периоду с крупномасштабными климатическими изменениями (колебания температуры воздуха, осадков, температуры поверхности океана). Погодные изменения могут повлиять на популяционную динамику основного вектора ВКЭ – иксодовых клещей, на которых отрицательно сказываются жаркие летние периоды и засухи. Известно, что большая изменчивость климата (атмосферной циркуляции) приводит к колебаниям численности населения и распространению болезней. Также нельзя исключить влияние гелиогеофизических факторов (солнечной активности, орбитальных параметров планеты, флуктуаций геомагнитных полей) на «запуск» 10–11 «больших» циклов [13].

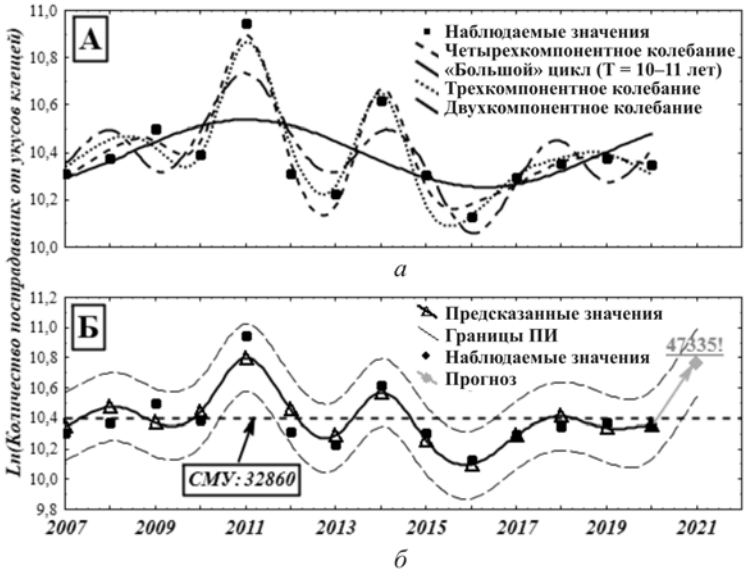


Рис. 1. Динамика количества пострадавших от укусов клещей в Свердловской области за период с 2007 по 2020 г. и прогноз на 2021 г.:
а – аппроксимация многокомпонентными гармоническими колебаниями;
б – мультимодельный вывод и прогноз относительно предсказанных значений по фрагменту 2007–2020; Ln – логарифмирование (натуральный логарифм), СМУ – среднемноголетний уровень, ПИ – предсказанный интервал

Трехлетние циклы (Т = 2–3 года) могут быть связаны с популяционной динамикой мелких млекопитающих [11]. Популяции мелких млекопитающих и иксодовых клещей связаны – годы с высокой активностью клещей (оцениваемой по числу пострадавших) следуют за годами с максимальной плотностью грызунов [10]. Личинки и нимфы осуществляют питание в основном на мышевидных грызунах, что приводит к естественной трансмиссии ВКЭ.

С помощью мультимодельного вывода как оптимальной комбинации предсказаний многокомпонентных колебаний удалось получить модель, оптимально описывающую многолетнюю динамику числа пострадавших от укусов клещей в Свердловской области, с достаточной предсказательной способностью (см. рис. 1, *б*).

В ближайшие годы в соответствие с моделью ожидается увеличение числа пострадавших от укусов клещей за счет суперпозиции нескольких синфазных (на данном промежутке времени) колебаний: многолетних и квазитрехлетних колебаний (циклов). Согласно прогнозу, в 2021 г. число пострадавших составит 47 335 человек с 95%-ным предсказанным интервалом от 37 843 до 59 208 человек.

Переход к шкале, выраженной в логарифмах отношения шансов, не повлиял на вышеуказанные закономерности (рис. 2, *а*). Временной ряд также возможно описать с помощью многолетних и 2–3-летних коротких циклов. Динамика и прогноз шансов населения области пострадать от укусов клещей полностью сопоставимы с динамикой числа пострадавших: вероятность пострадать от укусов клещей, согласно прогнозу, будет расти в ближайшие годы. В 2021 г. 1,09 % населения области могут подвергнуться атакам иксодовых клещей с 95%-ным предсказанным интервалом 0,84–1,43 %.

Рис. 2. Динамика логарифма отношений шансов (*LogOR*) атак клещей (к населению Свердловской области) за период с 2007 по 2020 г. и прогноз на 2021 г.:
а – аппроксимация многокомпонентными гармоническими колебаниями;
б – мультимодельный вывод и прогноз относительно предсказанных значений по фрагменту 2007–2020; *OR* (odds ratio) – отношение шансов, ПИ – предсказанный интервал

Выводы:

1. Полученная статистическая модель позволяет корректно описать динамику зарегистрированного числа случаев и рисков пострадать от атак клещей, а также осуществить прогнозирование по данному показателю.

2. Динамика количества пострадавших от укусов клещей в Свердловской области характеризуется наличием многолетних и 2–3-летних колебаний, что может быть обусловлено биологическими, природно-климатическими и социальными факторами.

3. В ближайшие годы, в соответствие с полученной моделью, ожидается увеличение числа пострадавших от укусов клещей. Согласно прогнозу, в 2021 г. число пострадавших превысит среднемноголетний уровень и составит около 47 тыс. человек (1,09 % населения Свердловской области).

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. – 2008. – Т. 15, № 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.П. Быков [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 129–138.

3. Волкова Л.И. Клещевой энцефалит на Среднем Урале: клинико-эпидемиологический анализ острых и хронических форм, пути оптимизации оказания специализированной медицинской помощи в эндемичном очаге: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Екатеринбург, 2009. – 333 с.

4. Злобин В.И. Эпидемиологический мониторинг и профилактика иксодовых клещевых инфекций в условиях сочетанных природных и антропургических очагов // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2008. – № 2 (39). – С. 10–14.

5. Злобин В.И., Малов И.В., Львов Д.К. Эпидемиология и профилактика клещевого энцефалита в Российской Федерации // Инфекции, передаваемые клещами, в Сибирском регионе: монография / под ред. В.Р. Власова, В.Е. Репина. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 2011. – С. 73–83.

6. Лучинина С.В. Особенности иммунитета к вирусу клещевого энцефалита у населения в природном очаге на Южном Урале: автреф. дис. … канд. мед. наук. – Челябинск, 2015. – 24 с.

7. Современная эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Челябинской области / С.В. Лучинина, О.Н. Степанова, В.В. Погодина, Е.А. Стенько [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2014. – Т. 75, № 2. – С. 32–37.

8. Эволюция клещевого энцефалита и проблема эволюции возбудителя / В.В. Погодина, Л.С. Карань, Н.М. Колясникова, Л.С. Левина [и др.] // Вопросы вирусологии. – 2007. – Т. 52, № 5. – С. 16–21.

9. Эпидемиологическая ситуация по клещевому энцефалиту и вакцинопрофилактика в Курганской области (1983–2017 гг.) / В.В. Погодина, М.С. Щербинина, С.М. Скрынник, Н.Г. Бочкова [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2018. – Т. 17, № 4 (101). – С. 46–56.

10. Balashov Y.S. Demography and population models of ticks of the genus Ixodes with long-term life cycles // Entomol Rev. – 2012. – № 92. – P. 323–333. DOI: https://doi.org/10.1134/S0013873812090072

11. Beechnuts and outbreaks of Nephropathia epidemica (NE): of mast, mice and men / J. Clement, P. Maes, C. van Ypersele de Strihou, G. van der Groen [et al.] // Nephrology Dialysis Transplantation. – 2010. – Vol. 25, № 6. – P. 1740–1746. DOI: 10.1093/ndt/gfq122

12. Bogovic P., Strle F. Tick-borne encephalitis: A review of epidemiology, clinical characteristics, and management // World Journal of Clinical Cases. – 2015. – Vol. 3, № 5. – P. 430–441. DOI: 10.12998/wjcc.v3.i5.430

13. Ecological effects of climate fluctuations / N.C. Stenseth, A. Mysterud, G. Ottersen, J.W. Hurrell [et al.] // Science. – 2002. – Vol. 297, № 5585. – P. 1292–1296. DOI: 10.1126/science.1071281

14. Epidemiology of Tick-Borne Encephalitis (TBE) in Germany, 2001–2018 / W. Hellenbrand, T. Kreusch, M.M. Böhmer, C. Wagner-Wiening [et al.] // Pathogens. – 2019. – Vol. 8, № 2. – P. 42. DOI: 10.3390/pathogens8020042

15. Estimating the annual burden of tick-borne encephalitis to inform vaccination policy, Slovenia, 2009 to 2013 / M. Fafangel, A. Cassini, E. Colzani, I. Klavs [et al.] // Eurosurveillance. – 2017. – Vol. 22, № 16. – P. 30509. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.16.30509

16. 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

17. Tick-borne encephalitis (TBE) cases are not random: explaining trend, low- and high-frequency oscillations based on the Austrian TBE time series / F. Rubel, M. Walter, J.R. Vogelgesang [et al.] // BMC Infectious Diseases. – 2020. – № 20. – P. 448. DOI: 10.1186/s12879-020-05156-7

18. Zeman P. Cyclic patterns in the central European tick-borne encephalitis incidence series // Epidemiology and Infection. – 2017. – Vol. 145, № 2. – P. 358–367. DOI: 10.1017/S0950268816002223

19. Zeman P. Predictability of tick-borne encephalitis fluctuations // Epidemiology and Infection. – 2017. – Vol. 145, № 13. – P. 2781–2786. DOI: 10.1017/S0950268817001662

Оценка прививочного статуса и состояния коллективного иммунитета к возбудителю коклюша у школьников в возрастном аспекте

В.Г. Макарова, О.Ю. Устинова, С.Л. Валина

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

Проведено изучение вакцинального анамнеза и состояния коллективного иммунитета против коклюша 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 коклюша у 321 учащегося в возрасте 7–17 лет. Установлено, что только 57–67 % детей исследуемых групп начинают первичную иммунизацию против коклюша в возрасте 3 месяцев, заканчивают ее только 18–31 %, а первая ревакцинация в срок проведена у 10–18 % учащихся. Полноценный охват первичным курсом иммунизации против коклюша в исследуемых школах достигнут к 3 годам. В группе наблюдения в 1,2–1,8 раза чаще выявлены несоблюдение регламентированных государством сроков иммунизации против коклюша, в 1,7–4,1 раза больше грубых отклонений (более 6 месяцев) и незавершенность ревакцинации к моменту обследования.

При этом нарушения сроков вакцинации и ревакцинации у учащихся с возрастом нарастают, однако отклонений от графиков у учащихся 7–11 лет в 1,2–2,2 раза выявлено больше относительно детей в возрасте 13–17 лет.

Для изучения состояния коллективного иммунитета против коклюша были отобраны 179 учащихся, которым проведена полноценная и своевременная вакцинация и ревакцинация вакциной АКДС. Исследование уровня и напряженности противококлюшного иммунитета показало, что 45–90 % учащихся исследуемых групп имеют высокие титры специфических антител против коклюша. При этом в группе наблюдения среднегрупповой титр антител был в 1,7 раза ниже, чем в группе сравнения, а количество детей с отсутствием защитного уровня антител было в 2,5 раза больше, достигая 31–35 % среди учащихся 4-х и 9–11-х классов.

Ключевые слова: вакцинальный анамнез, коклюш, коллективный иммунитет, учащиеся, своевременность, большие и малые города.

В структуре заболеваемости управляемыми инфекциями коклюш занимает одно из ведущих мест [2, 7, 8]. С 2018 г. в Российской Федерации отмечен циклический подъем заболеваемости коклюшем, продолжавшийся в 2019 г. По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2019 году» с 2018 г. в Пермском крае показатель заболеваемости вырос в 4,8 раза по сравнению с 2017 г. и в 1,7 раза относительно показателя 2018 г. (показатель 2017 г. – 0,8, 2018 г. – 3,8, в 2019 г. – 6,3 на 100 тыс. населения). Среди заболевших 89–92 % дети до 14 лет, среди которых 26,1 – 31,3 % имели законченную схему вакцинации и ревакцинации против коклюша. Среди заболевших 17–23 % детей до года не были привиты по возрасту. Источниками заражения являлись взрослые и учащиеся общеобразовательных организаций [3].

В условиях многолетней специфической профилактики против коклюша подъемы заболеваемости обусловлены накоплением восприимчивых лиц. По данным исследований в структуре заболевших детей наибольшая доля приходилась на школьников 7–14 лет как ведущую группу поддержания эпидемического процесса с высоким риском инфицирования в школах [6, 8, 9].

Отмечается неравномерное распределение заболеваемости по территориям – показатели выше в крупных промышленно развитых центрах, что объяснялось не только усилившимися миграционными процессами в условиях сохраняющейся естественной циркуляции возбудителя коклюша, но и разным уровнем организации прививочной работы [5, 6].

В настоящее время сведений о напряженности и длительности сохранения протективного уровня гуморального иммунитета против коклюша у привитых школьников недостаточно, что требует проведения дополнительных исследований с целью выявления серонегативных лиц как группы повышенного риска по заболеваемости и инфицирования восприимчивых лиц для проведения дополнительной вакцинации и создания прочного коллективного иммунитета [1, 9].

Накопление восприимчивых лиц на фоне изменений иммунологической реактивности и снижения иммунного ответа у школьников может быть обусловлено совокупностью действия различных факторов. Недостаточный уровень популяционного иммунитета против коклюша связывают с нарушением сроков вакцинации, необоснованными медицинскими отводами, ростом числа отказов родителей от вакцинации детей, качеством вакцинных препаратов, недостаточной осведомленностью о вакцинопрофилактике [4, 5]. Ведется поиск новых факторов, негативно

влияющих на эпидемиологическую и иммунологическую эффективность вакцинопрофилактики.

Целью исследования являлось изучение вакцинального анамнеза, состояния гуморального иммунитета к возбудителю коклюша у школьников, 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 321 школьника. Группу наблюдения составили 142 учащихся средних общеобразовательных организаций крупного промышленного центра, группу сравнения – 179 учащихся школ города культурно-рекреационного типа. Изучение индивидуальных графиков вакцинации проводилось в возрастных группах: 7–8 лет (1-й класс), 10–11 лет (4-й класс), 13–14 лет (6–7-й классы) и 16–17 лет (9–11-й классы), соответственно группы наблюдения и сравнения 1, 2, 3 и 4. Для оценки прививочного статуса анализировались полноценность и своевременность выполнения графика вакцинации против коклюша у детей в этих возрастных группах (первичный курс вакцинации в 3, 4 и 6 месяцев и ревакцинация в 1,6 г. вакциной «АКДС»).

Для исследования уровня антител к возбудителю коклюша были отобраны 87 учеников в группе наблюдения и 92 ученика в группе сравнения, которым выполнена полноценная и своевременная вакцинация (отклонения от графика не более 3 месяцев) и ревакцинация вакциной «АКДС». Оценка состояния иммунитета против коклюша проведена через 6, 9, 12 и 15 лет после ревакцинации на основании исследования содержания циркулирующих специфических антител. Оценка содержания антител против коклюша осуществлялась методом иммуноферментного анализа с использованием тест-систем, предназначенных для количественного определения *in vitro* антител класса IgG к возбудителю коклюша в сыворотке крови.

Для оценки коллективного иммунитета против коклюша выполнен сравнительный анализ среднегрупповых показателей гуморального иммунитета (IgG) относительно протективного уровня (для данных тест-систем: 9–11 усл. ед.) и частоты нарушений формирования специфического иммунитета (содержание противококлюшных 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. Сравнительный анализ проведенной первичной иммунизации против коклюша по данным медицинской документации показал, что в целом в группе наблюдения своевременность начала вакцинации (в трехмесячном возрасте) соблюдена только у половины учащихся, и это в 1,3 раза меньше, чем в группе сравнения (52,4 и 67,6 %, $p = 0{,}006$), а своевременно закончена (в 6 месяцев) только у каждого пятого, что в 1,6 раза меньше показателя сравниваемой группы (18,9 и 31,8 %, $p = 0{,}01$). Ревакцинация I в регламентированные сроки была проведена у каждого десятого учащегося в группе наблюдения, что достоверно меньше в 1,7 раза, чем в группе сравнения (10,5 и 18,4 %, $p = 0{,}05$) (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ общегрупповых показателей выполнения графиков вакцинации против коклюша в группе наблюдения и сравнения, %

Группа	Вакцинация				I ревакцинация		
	начало (в 3 мес.)	завершение			начало (в 1,5 г)	завершение	
		в 6 мес.	к году (всего)	старше года		к 2 годам (всего)	старше 2 лет
Группа наблюдения	52,4	18,9	72,0	25,2	10,5	65,0	29,4
Группа сравнения	67,6	31,8	91,6	6,1	18,4	82,7	16,7
p	0,006	0,01	0,000	0,000	0,05	0,000	0,007

Примечание: *p* – достоверность различий у учащихся группы наблюдения и сравнения.

К возрасту одного года показатели охвата своевременной вакцинацией против коклюша в обеих группах (72 и 91,6 %, $p = 0{,}000$) не достигли рекомендуемого ВОЗ уровня (не менее 95 %). Однако более грубые отклонения от графика выявлены в группе наблюдения, где в 4,1 раза больше детей, закончивших вакцинацию в возрасте старше года (25,2 и 6,1 %, $p = 0{,}000$), и в 1,7 раза больше закончивших ревакцинацию в возрасте старше 2 лет (65 и 82,7 %, $p = 0{,}007$) и в 9 раз больше детей, которым ревакцинация не проведена – 5,6 и 0,6 %, ($p = 0{,}007$). Отказы от прививок имели место только у детей группы наблюдения ($p = 0{,}006$).

Анализируя сроки вакцинации у учащихся разных возрастных групп, достоверные отличия выявлены у учащихся 4-х классов, где показатель своевременности начала вакцинации в группе наблюдения 2 в 1,8 раза меньше (35,4 и 64,8 %, $p = 0{,}01$), а своевременность окончания прослеживается в 3 раза реже, чем в группе сравнения 2 (6,2 и 18,9 %, $p = 0{,}007$). Грубые отклонения от регламентированных сроков, когда вакцинация закончена в возрасте старше года, были зарегистрированы в первых классах группы наблюдения 1, где этот показатель в 3,4 раза превышал соответствующие данные группы сравнения 1 (29,2 против 8,5 %, $p = 0{,}02$), и в 4-х классах, где нарушения графиков иммунизации встречались в группе наблюдения 2 в 5 раз чаще, чем в группе сравнения 2 (41,7 и 8,2 %, $p = 0{,}001$) (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ выполнения графиков вакцинации и I ревакцинации против коклюша в группах наблюдения и сравнения, %

Группа	Вакцинация				I ревакцинация		
	начало (в 3 мес.)	завершение			начало (в 1,5 г.)	завершение	
		в 6 мес.	к году (всего)	старше года		к 2 годам	старше 2 лет
1	2	3	4	5	6	7	8
1-й класс							
Группа наблюдения 1	45,8	14,6	66,6	29,2	8,3	58,3	29,2
Группа сравнения 1	57,1	17,1	80,0	8,5	14,3	60,0	37,2
4-й класс							
Группа наблюдения 2	35,4	6,2	54,2	41,7	4,1	52,0	43,8
Группа сравнения 2	64,8	18,9	91,8	8,2	8,2	86,5	13,5
6–7-й классы							
Группа наблюдения 3	78,6	35,7	96,4	3,6	21,4	85,7	14,3
Группа сравнения 3	61,4	31,5	91,2	8,8	15,8	84,2	15,8

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
9–11-й классы							
Группа наблюдения 4	73,7	36,8	94,7	5,3	15,8	84,2	15,8
Группа сравнения 4	84	52	100	–	32	94	6
Достоверность различий							
p^1	0,31	0,76	0,18	0,02	0,38	0,87	0,45
p^2	0,01	0,07	0,00	0,001	0,43	0,001	0,003
p^3	0,11	0,69	0,38	0,38	0,52	0,86	0,86
p^4	0,33	0,26	0,000	0,1	0,18	0,19	0,19

Примечание: p^1 – достоверность различий у учащихся групп наблюдения 1 и сравнения 1;

p^2 – достоверность различий у учащихся групп наблюдения 2 и сравнения 2;

p^3 – достоверность различий у учащихся групп наблюдения 3 и сравнения 3;

p^4 – достоверность различий у учащихся групп наблюдения 4 и сравнения 4.

Рекомендуемый ВОЗ 95%-ный охват вакцинацией к возрасту одного года достигнут только в старших классах группы сравнения, что достоверно выше, чем в группе наблюдения 4 (100 и 94,7 %, $p = 0,000$). К году показатель полноценного охвата прививкой имел место в группе наблюдения 3 (96,4 %), однако достоверных различий с группой сравнения 3 не установлено ($p = 0,38$).

Полноценный охват ревакцинацией у детей во всех возрастных группах не достигнут к 2 годам, однако в группе наблюдения 2 их в 1,6 раза меньше, чем в группе сравнения 2 (52 и 86,5 %, $p = 0,001$), а детей, получивших прививку в возрасте старше 2 лет, в 3,2 раза больше, чем в группе сравнения 2 (43,8 против 13,5 %, $p = 0,003$).

К моменту исследования не закончившие первичный курс ревакцинации обучающиеся были выявлены только в 1-х классах, при этом в группе наблюдения 1 таких детей было в 4,4 раза больше, чем в группе сравнения 1, но различия не достигли статистической значимости (12,5 и 2,8 %, $p = 0,12$).

Анализ среднегрупповых уровней противококлюшных антител показал, что в группе наблюдения этот показатель в 1,7 раза меньше, чем в группе сравнения (13,4 против 23,73 усл. ед., $p = 0,000$). При этом в группе наблюдения 2 он ниже в 2,1 раза (11,36 и 24,66 усл. ед., $p = 0,011$), в группе наблюдения 3 – в 1,7 раза (14,3 и 25,2 усл. ед., $p = 0,0001$), в группе наблюдения 4 – в 1,8 раза (11,95 и 22,7 усл. ед., $p = 0,0001$) относительно показателей соответствующих групп сравнения (табл. 3).

Вместе с тем в группе наблюдения в 2,5 раза больше детей с отсутствием защитных титров антител (19,6 против 7,6 %, $p = 0,02$). Доля серонегативных лиц в группе наблюдения 4 в 13 раз больше, чем в группе сравнения 4 (35,3 против 2,7 %, $p = 0,001$).

Детей с протективным уровнем антител в 10,4 раза больше в группе наблюдения № 3 (33,3 против 3,2 %, $p = 0,003$), а с высоким уровнем специфических антител в 1,4 раза меньше (62,5 против 90,3 %, $p = 0,013$). У учащихся группы наблюдения 4 показатель высокого уровня антител в 1,7 раза ниже, чем в группе сравнения 4 (47 против 81,8 %, $p = 0,011$).

Таблица 3

Сравнительный анализ гуморального иммунитета против коклюша в группах наблюдения и сравнения (относительно протективного уровня), %

Группа	Среднегрупповой уровень содержания антител ($M \pm m$, усл. ед.)	Ниже протективного уровня (<9 усл. ед.)	Соответствует протективному уровню (9–11 усл. ед.)	Выше протективного уровня (>11 усл. ед.)
1-й класс				
Группа наблюдения 1	15,47 ± 4,9	12,5	–	87,5
Группа сравнения 1	21,66 ± 15,11	30	–	70
4-й класс				
Группа наблюдения 2	11,36 ± 4,32	31,8	22,7	45,5
Группа сравнения 2	24,66 ± 18,4	7,1	35,8	57,1
6–7-й классы				
Группа наблюдения 3	14,3 ± 5,5	4,2	33,3	62,5
Группа сравнения 3	25,2 ± 12,48	6,4	3,2	90,3
9–11-й классы				
Группа наблюдения 4	11,95 ± 5,4	35,3	17,7	47
Группа сравнения 4	22,7 ± 13,3	2,7	16,2	81,1
Всего				
Группа наблюдения	13,4 ± 5,25	19,6	18,4	62
Группа сравнения	23,73 ± 13,9	7,6	13	79,4
Достоверность различий				
p^1	0,21	0,22	–	0,22
p^2	0,011	0,08	0,39	0,49
p^3	0,0001	0,72	0,003	0,013
p^4	0,0001	0,001	0,89	0,011
p^5	0,0000	0,02	0,32	0,01

Примечание: p^1 – достоверность различий у учащихся групп наблюдения 1 и сравнения 1;

p^2 – достоверность различий у учащихся групп наблюдения 2 и сравнения 2;

p^3 – достоверность различий у учащихся групп наблюдения 3 и сравнения 3

p^4 – достоверность различий у учащихся групп наблюдения 4 и сравнения 4;

p^5 – достоверность различий общегруппового показателя у учащихся группы наблюдения и сравнения.

Детей, имеющих высокий защитный уровень антител, в целом в группе наблюдения в 1,2 раза меньше, чем в группе сравнения (62 против 79,4 %, $p = 0,01$).

Выводы. Таким образом, плановая профилактическая вакцинация против коклюша проводится с отклонением от рекомендованного «Национальным календарем профилактических прививок» графика в 64–94 % случаев. Начинали иммунопрофилактику против коклюша в рекомендованные сроки 35–84 % детей, при этом наименьшее количество детей в первых классах исследуемых школ и у четвероклассников группы наблюдения. Кроме того, полноценный охват полным курсом вакцинации против коклюша не достигнут на момент исследования в 1-х классах группы наблюдения в 12 % случаев. Следовательно, несоблюдение графиков иммунопрофилактики против коклюша в группе наблюдения регистрируется в 1,2–1,7 раза чаще, чем в группе сравнения.

Своевременно вакцинированных и ревакцинированных против коклюша среди учащихся начальной школы в 1,5–4,0 раза меньше, чем в средних и старших классах.

Полученные результаты свидетельствуют о проведении плановой иммунизации со значительным опозданием, влекущим за собой недостаточный охват прививками в декретированные сроки и формирование иммунологической восприимчивости к коклюшу. Рост числа отказов и несвоевременная явка на прививку, вероятно, связаны с негативным отношением населения к прививочной кампании, сомнениями в эффективности и безопасности вакцинации. Несвоевременность проведения вакцинации в раннем возрасте может быть связана с ростом числа «временных» отводов по медицинским показаниям, боязнью возникновения осложнений после прививки. Грубые отклонения от графиков иммунизации в раннем возрасте влекут за собой отклонения в сроках ревакцинации, что обусловливает создание иммунной прослойки восприимчивых к инфекциям лиц среди детей в возрасте до 3 лет и младших школьников. Проблема своевременности проведения вакцинации требует дальнейшего изучения факторов, влияющих на отклонения в сроках иммунизации, в том числе медицинских, социальных и экономических.

Результаты серологического исследования показали, что в условиях низкого уровня заболеваемости коклюшем (показатель <5,0 на 100 тыс. населения) среди учащихся школ доля серонегативных лиц достигает 4–35 % в разные возрастные периоды, в анамнезе имеющих полноценный курс вакцинопрофилактики. Среднегрупповой титр противококлюшных антител в группе наблюдения в 1,7 раза меньше, чем в группе сравнения, при этом показатели ниже во всех возрастных группах. При этом на территории крупного промышленного центра, где выше интенсивность миграционных процессов и численность населения, детей, не имеющих защитного уровня антител, в 2,5 раза больше. Вместе с тем в группе наблюдения среди учащихся старших классов серонегативных в 13 раз больше, чем на территории группы сравнения. Незащищенными остаются 31–35 % детей 4-х и 9–11-х классов группы наблюдения, вероятно, утративших поствакцинальный иммунитет. 45–90 % учащихся исследуемых групп имеют высокие титры специфических антител против коклюша, свидетельствующие о циркуляции возбудителя в обществе и естественном бустировании, что, вероятно, повышает восприимчивость детей старших возрастных групп и часто является причиной постоянного кашля у подростков.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что оценка эффективности вакцинопрофилактики против коклюша по показателям документированной привитости и эпидемиологической эффективности не дает представления о защищенности детского населения школьного возраста и диктует необходимость внедрения дополнительных мероприятий, направленных на повышение эффективности иммунопрофилактики против коклюша у детей.

Список литературы

1. Бахмутская Е.В., Миндлина А.Я., Степенко А.В. Коклюш – заболеваемость, тактика иммунизации и методы диагностики в различных европейских странах // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2018. – № 99 (2). – С. 71–82.

2. Междисциплинарное совещание экспертов «Нерешенные вопросы эпидемиологии коклюша в РФ и новые возможности его вакцинопрофилактики // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2018. – № 17 (4). – С. 63–67.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2019 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю. – URL: http://59.rospotrebnadzor.ru/bytag6/-/asset_publisher/0Cfn/content (дата обращения: 03.04.2021).

4. Отношение родителей к вакцинации и факторы, связанные с отказом от прививок / Е.А. Кригер, О.В. Самодова, Н.Л. Рогушина [и др.] // Педиатр. – 2016. – Т. 95, № 2. – С. 91–95.

5. Причины нарушения графика вакцинации детей раннего возраста / Т.М. Чернова, В.Н. Тимченко, Н.А. Мыскина [и др.] // Педиатр. – 2019. – Т. 10, № 3. – С. 31–36.

6. Состояние специфического иммунитета к коклюшу в разных возрастных группах детей / А.А. Басов, О.В. Цвиркун, А.Г. Герасимова [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика – 2015. – № 3 (82). – С. 84–88.

7. Тимофеева Т.В., Гооге Э.Г., Фатина Н.М. Особенности поствакцинального иммунитета к коклюшу у детского населения г. Липецка, новые возможности управления инфекцией // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2019. – № 18 (3). – С. 60–64.

8. Шамшева О.В. Пути реализации национального календаря профилактических прививок // Педиатр. – 2016. – Т. 95, № 2. – С. 83–90.

9. Эпидемиологическое обоснование к изменению стратегии и тактики специфической профилактики коклюша в современных условиях / К.А. Субботина, И.В. Фельдблюм, Е.А. Кочергина [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2019. – № 18 (2). – С. 27–33.

Лабораторная диагностика объектов внешней среды на выявление возбудителя SARS–CoV–2. Результаты исследований

А.А. Казак, М.А. Скотарева, Л.Р. Загидуллина

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» Роспотребнадзора,
г. Уфа, Россия

Представлены сведения по лабораторной диагностике SARS-COV-2 на объектах внешней среды. Показана структура лабораторных исследований. Обоснована необходимость дальнейшего исследования объектов внешней среды на обнаружение SARS-COV-2 в Республике Башкортостан как в рамках комплексного расследования вспышек, так и в рамках мониторинговых исследований.

Ключевые слова: объекты внешней среды, смывы, возбудитель SARS-COV-2, лабораторная диагностика.

В новом тысячелетии человечество столкнулось с инфекционными болезнями, о которых никто не знал. На смену чуме и тифу пришли опасные вирусы. Изменение окружающей среды, потепление климата, увеличение плотности населения

и другие факторы провоцируют их появление, а высокая миграционная активность населения способствует распространению по всему миру. Эпидемия COVID-19 (coronavirus disease 2019) уже вошла в историю как чрезвычайная ситуация международного значения.

Основным источником инфекции является инфицированный человек, в том числе находящийся в конце инкубационного, продромальном периоде (начало выделения вируса из клеток-мишеней) и во время клинических проявлений. Механизм передачи – аспирационный. Пути передачи: воздушно-капельный (выделение вируса при кашле, чихании, разговоре) при контакте на близком расстоянии. Контактно-бытовой путь реализуется через факторы передачи: воду, пищевые продукты и предметы (дверные ручки, экраны смартфонов), контаминированные возбудителем. Риск переноса вируса с рук на слизистые оболочки глаз, носовой и ротовой полости и заболевания доказан. Возможна реализация фекально-орального механизма (в образцах фекалий от пациентов, зараженных SARS-CoV-2, был обнаружен возбудитель).

Установлен факт реализации артифициального механизма передачи SARS-CoV-2. В КНР зарегистрировано более 1700 подтвержденных случаев заболевания медицинских работников, оказывавших помощь больным COVID-19.

Вирус, находящийся на загрязненных поверхностях, может стать источником инфекции, если люди касаются этих поверхностей, а затем слизистых оболочек губ, глаз или носа. Вероятнее всего, окружающие предметы могут стать потенциально важным источником инфекции в условиях значительной контаминации вирусом (например, в доме инфицированного человека или в медицинских учреждениях).

Была описана обширная контаминация SARS-CoV-2 поверхностей в больничной палате, где находились пациенты с COVID-19. В исследовании, проведенном в Сингапуре, до проведения генеральной уборки в инфекционном изоляторе для пациентов с легкой степенью тяжести COVID-19 вирусная РНК обнаруживалась на всех тестируемых поверхностях (ручках, выключателях, кроватях и поручнях, внутренней поверхности дверей и окнах, унитазе, раковине). Вирусная РНК не обнаружилась на тех же поверхностях в палатах двух пациентов после уборки (с дихлоризоцианурат натрия).

При изучении других коронавирусов было установлено, что без дезинфекции они могут сохраняться на поверхностях от шести до девяти дней. В исследовании, оценившем выживаемость вирусов на пластиковой поверхности, высушенной при комнатной температуре, образец, содержащий SARS-CoV (вирус схожий с SARS-CoV-2), сохранял инфекционность в течение шести дней. Однако в систематическом обзоре сопоставимых исследований различные дезинфектанты (в том числе этанол в концентрациях 62 и 71 %) инактивировали ряд коронавирусов, схожих с SARS-CoV-2, в течение одной минуты. На основании полученных данных относительно других коронавирусов продолжительность вирусной персистенции на поверхностях также может зависеть от температуры окружающей среды, относительной влажности и количества исходного инокулята [2].

Материалы и методы. Изучена количественная структура лабораторных исследований SARS-CoV-2, выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» в 2020 г. Данные получены из отчетной формы «Обследование объектов окружающей среды на вирус SARS-CoV-2».

В условиях пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 важное место лабораторной диагностики не вызывает сомнений [4]. Важной составляю-

щей обнаружения возбудителя новой коронавирусной инфекции является не только выявление инфицированных людей, но и обследование объектов внешней среды для своевременного проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий.

Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 23 июня 2020 г. выпущен документ МР 3.1.0196-20 «Выявление возбудителя COVID-19 в образцах внешней среды» [1]. Областью применения является отбор материала для лабораторных исследований в рамках контроля качества дезинфекции в рамках мониторинга ситуации по COVID-19 и/или по эпидемическим показаниям. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» в рамках поручений Роспотребнадзора принимает непосредственное участие в отборе смывов и исследований объектов внешней среды. В соответствии с письмом Роспотребнадзора от 03.09.2020 г. № 02/18250-2020-27 с 03.09.2020 осуществляется еженедельный сбор и анализ информации «Обследование объектов окружающей среды на вирус SARS-CoV-2» [3].

Результаты. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» в 2020 г. проведено молекулярно-генетическим методом (ПЦР) 109 833, в том числе 20 714 исследований объектов внешней среды. В структуре выполненных исследований наибольший удельный вес среди обследуемых объектов составили исследования смывов, отобранных с контактных поверхностей в местах с пребыванием большого количества людей, – 97,8 % (20 266), в том числе смывы, отобранные в образовательных организациях, – 54,5 % (11 291). Проводился отбор из бассейнов, открытых и закрытых водоемов, систем водоснабжения и канализования, а также из других водных источников, что составило 1,3 % (269) исследований, на долю пищевых продуктов приходится – 0,8 %, на зоны рекреации – 0,05 % (11).

Обследование прочих объектов составило 1,4 % (295), в том числе проведен отбор смывов в предприятиях по торговле непродовольственными товарами, водоматах г. Уфы и др.

РНК SARS-CoV-2 выявлен в 5 положительных пробах, из них 3 – в организации социального бытового обслуживания (смывы из стенки душевой кабины, кровати, коридор); одна – в образовательной организации (смыв из детской игрушки), одна – на производственном объекте (телефонный аппарат). Отбор проб проводился по эпидемическим показаниям и в рамках мониторинга циркуляции COVID-19. Выявленные результаты подтверждают данные литературных источников и свидетельствуют о сохранении возбудителя на объектах внешней среды.

Выводы. Оценка и прогнозирование эпидемической ситуации непосредственно находятся во взаимосвязи с лабораторной диагностикой возбудителя SARS-CoV-2 на объектах внешней среды, а также являются важной составляющей осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Проведение дальнейших исследований для определения присутствия и персистенции (жизнеспособного) вируса на предметах в различных местах необходимо продолжить, чтобы понять, как это может быть связано с событиями передачи COVID-19: как в рамках комплексного расследования вспышек, так и в рамках мониторинговых исследований наличия возбудителя SARS-CoV-2 на объектах внешней среды. Важно, чтобы информация, полученная в результате экологических исследований, была объединена с результатами эпидемиологических, лабораторных и последовательных данных обследования пациентов с COVID-19.

Список литературы

1. МР 3.1.0196-20. Выявление возбудителя COVID-19 в образцах внешней среды [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/565310373 (дата обращения: 13.04.2021).

2. Никифоров В.В., Суранова Т.Г., Чернобровкина Т.Я. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): клинико-эпидемиологические аспекты // Архивъ внутренней медицины. – 2020. – № 2. – С. 87–93.

3. Обследование объектов окружающей среды на вирус SARS-CoV-2: письмо Роспотребнадзора от 03.09.2020 № 02/18250-2020-27 с 03.09.2020 [Электронный ресурс] // Информационное агентство AK&M. – URL: https://www.akm.ru/press/ob_obsledovanii_obektov_okruzhayushchey_sredy_na_nalichie_virusa_sars_cov_2/ (дата обращения: 13.04.2021).

4. Хизроева Д.Х., Макацария А.Д., Бицадзе В.О. Лабораторный мониторинг COVID-19 и значение определения маркеров коагулопатии // Акушерство, гинекология и репродукция. – 2020. –Т. 14, № 2. – С. 132–147.

Разработка методических подходов к оценке риска заражения коронавирусной инфекцией среди специалистов-стоматологов на основании санитарно-гигиенических критериев

Е.В. Белова, А.Х. Алсаегх, Д.Ю. Казиева, О.В. Митрохин

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава РФ, г. Москва, Россия

Вспышка новой коронавирусной инфекции (COVID-19), произошедшая в декабре 2019 г. в Китайской народной республике, стала всемирной проблемой здравоохранения. Повышенному риску ежедневно подвергаются медицинские работники, особенно стоит отметить стоматологическую службу.

Основное место локализации вируса в организме человека – рото- и носоглотка. Как приоритетный стоит рассматривать воздушно-капельный путь передачи. Во время осуществления манипуляций в ротовой полости врач-стоматолог имеет прямой контакт со слюной, кровью, использует в своей работе приборы с вращающимися элементами, что увеличивает риск образования капель и аэрозоля и возникновения заражения коронавирусной инфекцией.

В целях совершенствования общественного здоровья и обеспечения безопасности медицинского персонала была применена методика оценки риска заражения по трехмерной шкале и разработаны санитарно-гигиенические критерии. Для снижения риска заражения новой коронавирусной инфекцией предложено использовать гигиенические и санитарные принципы.

Проанализировано использование методических подходов оценки риска заражения новой коронавирусной инфекцией среди специалистов-стоматологов с применением санитарно-гигиенических критериев и использованием гигиенических и санитарных принципов.

Ключевые слова: оценка риска, санитарно-гигиенические критерии, стоматология, профилактика, COVID-19.

Из-за возникновения и распространения новой коронавирусной инфекции во всем мире, не имевшей прецедентов в истории человечества, по ряду проведенных исследований и научных публикаций по оценке риска заражения медицинских работников стоматологического профиля особенно подвержены риску заражения COVID-19 [4]. Применение подходов, основанных на оценке риска, может обеспечить организованную и надежную основу для сдерживания пандемии и разработки мероприятий для защиты и предотвращения распространения заболеваний инфекционного характера [3]. Как известно, в широко используемой в настоящее время в научно-исследовательских целях методологии оценки риска применяются следующие этапы: идентификация опасности; оценка риска; контроль риска; управление риском; информирование о риске. Этап идентификации опасности предусматривает выявление всех источников загрязнения, определение путей поступления, установление маршрутов воздействия, продолжительность экспозиции (времени воздействия) [2].

Материалы и методы. Применялись информационные и аналитические методы. Проанализирована нормативно-правовая документация Российской Федерации в санитарно-гигиенической сфере, научные публикации по данной тематике. Также были адаптированы санитарно-гигиенические критерии оценки риска заражения COVID-19 врачей-стоматологов.

Величину риска заражения коронавирусной инфекцией возможно проводить по трехмерной шкале: *HR* (high risk) – высокий риск; *MR* (middle risk) – средний риск; *LR* (low risk) – низкий риск:

– высокий риск (*HR*) = $D\ (1 + n) \cdot T \cdot H \cdot M$: большое количество контактов с инфицированными людьми (более одного контакта), расстояние от инфицированного менее 1 м, время контакта более 15 мин и отсутствие средств индивидуальной защиты (СИЗ);

– низкий риск (*LR*) = $D\ (1) \cdot T \cdot H \cdot M$: небольшое количество контактов с инфицированными людьми (не более одного контакта), расстояние от инфицированного человека более 1 м, время контакта менее 15 мин, и правильное использование средств индивидуальной защиты (СИЗ);

– средний риск (*MR*) – это когда один из санитарно-гигиенических критериев не соответствует условиям низкого риска (*LR*): $LR < MR < HR$ [7].

Исходя из вышеизложенных критериев, можно определить категорию риска с помощью шкалы: высокий, средний и низкий риск.

Для оценки возможного риска заражения коронавирусной инфекцией медицинских работников стоматологического профиля были разработаны санитарно-гигиенические критерии оценки риска заражения:

– инфекционная доза возбудителя (*D*) – количество контактов с человеком (пациентами), у которых лабораторно подтверждено инфицирование COVID-19;

– время контакта с источником инфекции (*T*) – время контакта с пациентами, у которых лабораторно подтверждено инфицирование COVID-19 (не более 15 мин с заболевшим);

– количество контактов за определенный временной промежуток (*n*);

– расстояние от источника инфекции (*H*) – близость контактов менее 1 м (оптимально до 2 м) [1];

– экранирование (*M*) (использование средств индивидуальной защиты) – использование средств индивидуальной защиты (медицинских масок, респираторов, перчаток, специальных костюмов и др.) [5].

Для управления риском заражения коронавирусной инфекцией следует проводить мероприятия в зависимости от преимущественных путей передачи вируса [6, 9]. Установлено, что наиболее частым путем передачи является воздушно-капельный, менее значимый – передача через контактные предметы или поверхности в зоне оказываемого влияния аэрозолей, распространяемым инфицированным [8, 10]. В таблице показаны мероприятия по снижению риска заражения коронавирусной инфекцией с преимущественно воздушно-капельным путем передачи.

Мероприятия по снижению риска заражения коронавирусной инфекцией при преимущественно воздушно-капельном пути передачи

Категория риска	Мощность дозы (число контактов с инфицированными)	Расстояние (возможность соблюдения социального дистанцирования 1–2 м)	Время (контактов более 15 мин) нахождение в замкнутом пространстве	Экранирование (использование СИЗ (маски, респираторы, перчатки, очки, спецодежда))	Нахождение в открытом пространстве, замкнутых помещениях (вентиляция, проветривание)
Высокий	Более одного контакта	Менее 1 м	Более 15 мин	Неиспользование одного из СИЗ	Нахождение в замкнутом пространстве без вентиляции и проветривания
Средний	Несоблюдение (применение) одного из компонентов низкого риска				
Низкий	Не более одного контакта	1–2 м и более	Менее 15 мин	Использование всех СИЗ	Нахождение в открытом пространстве или в вентилируемом помещении

Выводы. Врачи статмологического профиля подвержены риску заражения новым коронавирусом от среднего до высокого уровней, учитывая санитарно-гигиенические критерии. Факторами риска, влияющими на стоматологов всех специальностей, являются инфекционная доза, количество контактов, время, расстояние от источника инфекции и защита (экранирование). Правильная оценка величины риска может минимизировать возможные инфекционные риски, которые могут существовать, и, соблюдая высокие стандарты безопасности, можно оказывать безопасную стоматологическую помощь всем пациентам. Поэтому мы предложили подход, основанный на оценке риска, который может оценить риск заражения и распространения COVID-19 в стоматологических учреждениях.

Данный подход основывался на следующих факторах: инфекционная доза, время процедур, количество контактов и расстояние от источника инфекции. Реализация этого подхода может повысить безопасность стоматологических кабинетов. Кроме того, он может определять результаты реализации превентивных мер национальных и глобальных органов стоматологического здравоохранения.

Рекомендации. На основании изученной методики оценки риска заражения по трехмерной шкале и применения санитарно-гигиенических критериев представ-

ляется возможным минимизировать риски заражения коронавирусной инфекцией по следующим направлениям:

– планирование организации очереди пациентов таким образом, чтобы расстояние между людьми было около 1,5 м, учитывая площадь помещения ожидания пациентом стоматологической процедуры;

– использование телемедицинских технологий (дистанционный мониторинг, теледиагностика, телетрансляция, телеконсультация) с целью снижения контактов с потенциально зараженным COVID-19 пациентом;

– рассмотрение всех пациентов при оказании медицинской помощи как потенциальных источников инфекции;

– ограничение во время пандемии действий, связанных с образованием аэрозоля. Планирование работы с использованием ручных инструментов;

– проведение дезинфекционных мероприятий с использованием антисептических растворов рук перед работой с пациентом и после выполнения манипуляций, обработка рабочих поверхностей после каждого пациента;

– при выполнении стоматологических процедур использование резиновой дамбы. Она значительно минимизирует вдыхание инфекционных аэрозолей стоматологическим персоналом;

– посещение лекций, семинаров санитарно-просветительской направленности в рамках непрерывного профессионального образования с целью минимизации заражения коронавирусной инфекцией.

Список литературы

1. МР 3.1.0221-20. 3.1. Профилактика инфекционных болезней. Организация работы в очагах COVID-19: методические рекомендации [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 23.11.2020 // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_368779/ (дата обращения: 06.04.2021).

2. Aggregate Exposure and Cumulative Risk Assessment--Integrating Occupational and Non-occupational Risk Factors / T.J. Lentz, G.S. Dotson, P.R. Williams [et al.] // J Occup Environ Hyg. – 2015. – Vol. 12, № 1. – P. S112–S126. DOI: 10.1080/15459624.2015.1060326

3. Anderson E.L., Omenn G.S., Turnham P. Original Research Article Free Access Improving Health Risk Assessment as a Basis for Public Health Decisions in the // Risk Analysis. – 2020. – Vol. 40, № S1. – P. 2272–2299. DOI: 10.1111/risa.13617

4. Fear and Practice Modifications among Dentists to Combat Novel Coronavirus Disease (COVID-19) Outbreak / M.A. Ahmed, R. Jouhar, N. Ahmed [et al.] // Int J Environ Res Public Health. – 2020. – Vol. 19, № 17 (8). – P. 2821. DOI: 10.3390/ijerph17082821

5. MacIntyre C.R., Chughtai A.A. Facemasks for the prevention of infection in healthcare and community settings // BMJ. – 2015. – Vol. 9, № 350. – P. h694. DOI: 10.1136/bmj.h694

6. Perceived infection transmission routes, infection control practices, psychosocial changes, and management of COVID-19 infected healthcare workers in a tertiary acute care hospital in Wuhan: a cross-sectional survey / Y.H. Jin, Q. Huang, Y.Y. Wang [et al.] // Mil Med Res. – 2020. – Vol. 11, № 7 (1). – P. 24. DOI: 10.1186/s40779-020-00254-8

7. Phylogenetic network analysis of SARS-CoV-2 genomes / P. Forster, L. Forster, C. Renfrew, M. Forster // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2020. – Vol. 117, № 17. – P. 9241–9243. DOI: 10.1073/pnas.2004999117

8. Prevention and control of COVID-19 in public transportation: Experience from China / J. Shen, H. Duan, B. Zhang [et al.] // Environ Pollut. – 2020. – Vol. 226, № 2. – P. 115291. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115291

9. Sanitary, hygienic and organizational criteria for reducing the risk of Covid-19 / O. Mitrokhin, E. Belova, A. Alsaegh [et al.] // MDPI. – 2021. – P. 7. DOI: 10.3390/ECERPH-3-09042

10. Transmission routes of 2019-novel coronavirus (2019-nCoV) / C. Yang, Q.Y. Ma, Y.H. Zheng [et al.] // Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi. – 2020. – Vol. 6, № 54 (4). – P. 374–377. DOI: 10.3760/cma.j.cn112150-20200216-0016

Авторский указатель

Аброськина Н.В. 249
Авалиани С.Л. 331
Адрахманова Е.Р. 267
Айзман Р.И. 387
Акмалова Р.Р. 81
Алсаегх А.Х. 442
Амвросьева Т.В. 413
Амлеева Г.П. 253
Андришунас А.М. 344
Ахметшина В.Т. 124
Байракова А.Л. 153
Балакаева А.В. 189
Балашов С.Ю. 344
Бамбуева Т.Л. 279
Бежот Я. 117
Безгодов И.В. 182
Белова Е.В. 442
Бернтссон Ш.Г. 119
Бобровницкий И.П. 189
Болобонкина Т.А. 128
Бондарук А.М. 50
Борисова А.И. 267
Бострум И. 119
Буге А. 115, 116
Бузинов Р.В. 63
Валеева Э.Т. 124
Валина С.Л. 432
Ващенко М.В. 276
Вековшинина С.А. 338
Ветрова О.В. 55
Вишнякова М.В. 383
Владимиров М.Ю. 289
Вялых И.В. 426
Галимова Е.С. 267
Галиуллин Д.А. 92
Ганькин А.Н. 44, 309, 354
Гильденскиольд О.А. 253
Гирод М. 117
Грек Д.С. 422
Гречишникова О.Г. 153
Грязнова М.А. 403
Давлетнуров Н.Х. 81
Данг Тху Хиен 382
Дворянов В.В. 201
Дементьев А.А. 128
Дерябкина Л.А. 166, 369
До Тхи Тху Хуонг....425
Додина Н.С. 324, 331
Долгина Н.А. 309
Долич В.Н. 261
Дроздова Е.В. 13, 44, 309, 354, 413
Дудчик Н.В. 96, 413, 418, 422
Емельянова О.А. 418
Ефимова Н.В. 182
Жабровская А.И. 418
Жеребцов А.С. 81
Жуковская К. 119
Загидуллина Л.Р. 439
Загороднов С.Ю. 315
Заикина И.В. 261
Зайцева Н.В. 9, 18, 344
Занкевич В.А. 44, 354
Зеленкин С.Е. 68, 73
Землянова М.А. 100
Зорина И.Г. 39, 391
Зубцовская Н.А. 105
Ильбулова Г.Р. 235
Истомин А.В. 55
Кабирова Э.Ф. 267
Кадникова Е.П. 216
Казак А.А. 439
Казиева Д.Ю. 442
Камалтдинов М.Р. 344
Капелько И.М. 50
Каримов Д.О. 267
Квантин К. 117
Кириллова Е.А. 161
Кислицин В.А. ....324 , 331
Клейн С.В. 18, 338, 344
Князев Д.К. 249
Кобякова О.А. 225
Ковчур А.В. 13
Ковшов А.А. 242
Козырева О.Н. 161
Коломиец Н.Д. 96
Кольдибекова Ю.В. 100
Комлева Н.Е. 261
Компанеец А.А. 279
Костарев В.Г. 18
Кочнева Н.И. 216
Крутская К.В. 63
Крылова О.В. 279
Кузнецов А.С. 201
Кузьменко М.А. 105
Кузьмин С.В. 324, 331
Кузьмина М.В. 182
Кшнясев И.А. 426
Лаврентьева С.М. 403
Лазаренко Н.В. 279
Лам Куок Хунг....425
Ландблом А.-М. 119
Ланин Д.В. 298
Лапко И.В. 120
Ле Винь Хоа....425
Ле Тран Нгоан....382
Ле Тхи Хонг Хао....382
Ле Тхи Хун Хао 425
Ле Фау А. 115

Лебедева Е.В. 331
Легошина С.Б. 39
Лешкова И.В. 359
Лихачев К.Н. 298
Лобкис М.А. 105
Мажаева Т.В. 397
Май И.В. 9, 338
Макарова В.В. 391
Макарова В.Г. 225, 432
Маликова А.И. 124
Малых О.Л. 397
Мариет А.-С. 117
Марченко Б.И. 166, 369
Минаева Н.В. 128
Митрохин О.В. 383, 442
Митягина А.В. 324
Мищенко В.А. 426
Моисеева Н.А. 397
Молок О.А. 26
Морозова Л.Ф. 161
Нгуен Тхань Чунг 425
Нгуен Тхи Минь Хоа 382
Нгуен Тхи Хонг Нгоа 382
Нежвинская О.Е. 422
Никифорова Н.В. 378
Новикова И.И. 105
Новикова Т.Р. 383
Новикова Ю.А. 242
Носова И.А. 397
Одегов А.А. 26
Озтурк С. 118
Осипова Е.М. 201
Осипова Т.С. 50
Панкратова Ю.А. 365
Пережогин А.Н. 100
Пивнева О.С. 161
Погонина Т.А. 324, 331
Позднякова М.А. 206
Пономарев А.Л. 26
Понофидин Д.В. 289
Попова Е.В. 338
Потапова И.А. 403
Просвирякова И.А. 44, 354
Пряничникова Н.И. 397
Пшегрода А.Е. 44, 354
Рафикова Ю.С. 235
Рейс Ж. 115, 116, 117
Роман Дж. 115, 116
Румянцева Л.А. 55
Рыжаков Н.Н. 331
Рякова Ю.И. 63
Ряшенцева Т.М. 161
Сабитова А.А. 298
Савина К.А. 365
Сагадиева Р.Ф. 124
Салтыкова М.М. 189
Санднер Г. 115
Седусова Э.В. 18
Семенова И.Н. 235
Семисынов С.О. 206
Симановская К.С. 63
Синицына О.О. 161, 253, 324
Скворцова В.А. 403
Скотарева М.А. 439
Спенсер П.С. 115, 116
Сперанская В.Г. 59
Суворов Д.В. 68, 73
Судакова Е.В. 201
Суровец Т.З. 44, 413
Сухов В.А. 383
Суюндуков Я.Т. 235
Сычик С.И. 13, 44
Та Тхи Йен 425
Тарасенко К.С. 166, 369
Телюпина В.П. 403
Тихонова Н.А. 242
Тонко О.В. 96
Турбинский В.В. 161, 253
Тутаева Д.Г. 216
Тюрин Е.А. 144
Унгуряну Т.Н. 63
Уразаева Э.Ф. 267
Устинова О.Ю. 225, 271, 359, 432
Фам Ле Куен 425
Федоренко Е.В. 13, 50, 59
Федоров В.Н. 242
Федькина Ю.А. 153
Фираго А.В. 44, 413
Фирсова И.О. 383
Фрутос Р. 115
Ханенко О.Н. 96
Хасанова А.А. 30
Хасанова Р.Ф. 235
Хисматуллин Д.Р. 178
Храмов М.В. 144
Худобородов А.И. 133
Хыонг Минь Нгуен 425
Цветкова К.В. 63
Чан Хонг Ба 425
Чан Цао Сон 382
Чекан Л.В. 144
Черникова Е.Ф. 403
Четверкина К.В. 322
Чигвинцев В.М. 18, 178
Шайхлисламова Э.Р. 124
Шашина Т.А. 324, 331
Шопина О.В. 189
Штина И.Е. 271
Шур П.З. 359
Щербаков А.А. 271
Эйсфельд Д.А. 271
Эшмекеев А.Н. 289
Якобей Э. 119

Содержание

Раздел I. Правовые и актуальные методические аспекты анализа риска здоровью при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия

Н.В. Зайцева, И.В. Май
Риск-ориентированный санитарно-эпидемиологический надзор: перспективы в условиях цифровой трансформации.....9

Е.В. Федоренко, Е.В. Дроздова, А.В. Ковчур, С.И. Сычик
Актуальные вопросы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования в Республике Беларусь.....13

Э.В. Седусова, Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, В.Г. Костарев, В.М. Чигвинцев
Динамика изменений структуры нарушений санитарных требований к условиям труда на предприятиях по добыче полезных ископаемых до и после внедрения риск-ориентированного подхода в деятельность Роспотребнадзора на примере субъекта Российской Федерации.....18

А.Л. Пономарев, О.А. Молок, А.А. Одегов
Влияние «Регуляторной гильотины» на оценку электромагнитного излучения радиочастот от базовых станций сотовой связи.....26

А.А. Хасанова
Обоснование нормативов содержания химических веществ в атмосферном воздухе при хроническом поступлении с использованием гармонизированных методических подходов.....30

С.Б. Легошина, И.Г. Зорина
К вопросу о совершенствовании надзорных мероприятий Управления Роспотребнадзора по Челябинской области в части реализации федерального проекта «Чистый воздух».....39

С.И. Сычик, Е.В. Дроздова, И.А. Просвирякова, А.Н. Ганькин, А.Е. Пшегрода, А.В. Фираго, Т.З. Суровец, В.А. Занкевич
Протокол по проблемам воды и здоровья как потенциальный инструмент достижения целей устойчивого развития в области водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.....44

Т.С. Осипова, Е.В. Федоренко, А.М. Бондарук, И.М. Капелько
Требования гигиенической безопасности материалов, контактирующих с пищевой продукцией.....50

Л.А. Румянцева, О.В. Ветрова, А.В. Истомин
Вопросы гигиенической безопасности полимерных материалов пищевого назначения.....55

В.Г. Сперанская, Е.В. Федоренко
Использование метода кластеризации для оценки структуры потребления пищевой продукции в целях оценки риска, ассоциированного с остаточными количествами антибиотиков 59

Р.В. Бузинов, Т.Н. Унгуряну, К.В. Крутская, К.В. Цветкова, Ю.И. Рякова, К.С. Симановская
Изучение содержания нитратов в овощах для оценки риска здоровью населения 63

Д.В. Суворов, С.Е. Зеленкин
Методические подходы к выбору приоритетных пищевых продуктов для дальнейшего выявления потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ 68

С.Е. Зеленкин, Д.В. Суворов
Обоснование допустимой суточной дозы фталатов при поступлении с молоком как критерия экологической безопасности 73

Н.Х. Давлетнуров, А.С. Жеребцов, Р.Р. Акмалова
Реализация задач по федеральному проекту «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» в Республике Башкортостан в 2019–2020 гг. 81

Д.А. Галиуллин
Организационно-методические подходы к снижению смертности лиц старше трудоспособного возраста 92

О.В. Тонко, Н.Д. Коломиец, О.Н. Ханенко, Н.В. Дудчик
Альтернативные методы исследования санитарно-эпидемиологического состояния среды технологического окружения пищевых производств 96

М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, А.Н. Пережогин
Научное обоснование и применение биомаркеров экспозиции и эффекта в системе доказательства причинения вреда здоровью при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания 100

И.И. Новикова, Н.А. Зубцовская, М.А. Лобкис, М.А. Кузьменко
Мобильные телефоны в школе как фактор риска нарушений здоровья в условиях современной образовательной среды 105

Раздел II. Международная встреча RISE-2121. Санитарно-эпидемиологическая ситуация и риски здоровью в период пандемии COVID-19

Ж. Рейс, Р. Фрутос, А. Буге, А. Ле Фау, Г. Санднер, П.С. Спенсер, Дж. Роман
Обзор ситуации и вопросы о пандемии COVID-19 115

П.С. Спенсер, Дж. Роман, А. Буге, Ж. Рейс
Неврологические заболевания и последствия COVID-19 116

М. Гирод, А.-С. Мариет, Ж. Рейс, К. Квантин, Я. Бежот
Воздействие первой полной изоляции в 2020 г. во Франции на госпитализацию пациентов с инсультом и транзиторной ишемической атакой.....117

С. Озтурк
Инсульт и факторы риска инсульта в общем бремени болезней 118

Э. Якобей, И. Бострум, К. Жуковская, Ш.Г. Бернтссон, А.-М. Ландблом
Риск, связанный с иммунотерапией, у больных COVID-19.....119

И.В. Лапко
Ментальное здоровье мужчин трудоспособного возраста, ассоциированное с новой коронавирусной инфекцией COVID-19.....120

Э.Р. Шайхлисламова, Э.Т. Валеева, В.Т. Ахметшина, А.И. Маликова, Р.Ф. Сагадиева
Профессиональная патология в Республике Башкортостан в период коронавирусной пандемии.....124

Т.А. Болобонкина, А.А. Дементьев, Н.В. Минаева
Гигиеническая оценка профессиональных рисков здоровью медицинских работников станции скорой медицинской помощи в условиях пандемии COVID-19.....128

А.И. Худобородов
Осуществление контроля за объектами коммунально-бытового назначения в период распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 в г. Москве.....133

Е.А. Тюрин, Л.В. Чекан, М.В. Храмов
Соблюдение требований биологической безопасности для снижения уровня риска при проведении диагностических работ с подозрительным на содержание вируса SARS-CoV-2 (COVID-19) материалом 144

А.Л. Байракова, О.Г. Гречишникова, Ю.А. Федькина
Этиологическая структура доминирующих возбудителей оппортунистических инфекций дыхательных путей у ВИЧ-инфицированного населения 153

Раздел III. Санитарные и медико-демографические проблемы регионов на современном этапе

О.О. Синицына, О.С. Пивнева, В.В. Турбинский, Л.Ф. Морозова, О.Н. Козырева, Т.М. Ряшенцева, Е.А. Кириллова
К вопросу о влиянии пестицидов на органолептические свойства воды и процессы самоочищения водных объектов.....161

Л.А. Дерябкина, Б.И. Марченко, К.С. Тарасенко
Современные эпидемиологические особенности и оценка реального риска заболеваемости злокачественными новообразованиями населения промышленного города.....166

Д.Р. Хисматуллин, В.М. Чигвинцев
Оценка сокращения прогнозируемой продолжительности жизни населения регионов Российской Федерации на основании эволюционных подходов 178

И.В. Безгодов, Н.В. Ефимова, М.В. Кузьмина
Опыт системного анализа первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями (на примере Иркутской области) 182

О.В. Шопина, М.М. Салтыкова, А.В. Балакаева, И.П. Бобровницкий
Особенности смертности населения в городах Крайнего Севера (на примере Нижневартовска и Якутска) 189

Е.В. Судакова, Е.М. Осипова, А.С. Кузнецов, В.В. Дворянов
Смертность трудоспособного населения г. Москвы 201

С.О. Семисынов, М.А. Позднякова
Об итогах эпидемиологического мониторинга факторов риска хронических неинфекционных заболеваний на территории Нижегородской области в 2020 г. 206

Д.Г. Тутаева, Н.И. Кочнева, Е.П. Кадникова
Злокачественные новообразования в Свердловской области как приоритетная проблема управления риском 216

О.А. Кобякова, О.Ю. Устинова, В.Г. Макарова
Особенности заболеваемости детей, проживающих на территориях в зоне влияния предприятий цветной металлургии 225

И.Н. Семенова, Ю.С. Рафикова, Р.Ф. Хасанова, Г.Р. Ильбулова, Я.Т. Суюндуков
Анализ заболеваемости детей геохимической провинции (Южный Урал) 235

Ю.А. Новикова, Н.А. Тихонова, А.А. Ковшов, В.Н. Федоров
Использование данных социально-гигиенического мониторинга для оценки качества питьевой воды 242

Н.В. Аброськина, Д.К. Князев
Приоритетные факторы питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие риск здоровью населения Волгоградской области 249

В.В. Турбинский, О.О. Синицына, О.А. Гильденскиольд, Г.П. Амлеева
Содержание фтора в питьевой воде и опасность кариеса у населения Московской области 253

В.Н. Долич, Н.Е. Комлева, И.В. Заикина
Изучение приверженности здоровому рациону питания лиц молодого возраста 261

А.И. Борисова, Е.С. Галимова, Э.Ф. Кабирова, Д.О. Каримов, Е.Р. Адрахманова, Э.Ф. Уразаева
Особенности качества жизни пациентов со среднетяжелой и тяжелой бронхиальной астмой 267

А.А. Щербаков, И.Е. Штина, О.Ю. Устинова , Д.А. Эйсфельд
Распространенность снижения минеральной плотности костной ткани у учащихся общеобразовательных школ 271

М.В. Ващенко
Как шум влияет на здоровье человека 276

О.В. Крылова, Н.В. Лазаренко, Т.Л. Бамбуева, А.А. Компанеец
Гигиеническая оценка транспортного шума в административных округах г. Москвы 279

Д.В. Понофидин, М.Ю. Владимиров, А.Н. Эшмекеев
Шум трансформаторных подстанций. Санитарно-гигиенический контроль уровней проникающего шума. Проблемы снижения уровней шума до допустимых санитарными нормами значений 289

Д.В. Ланин, К.Н. Лихачев, А.А. Сабитова
Сравнительная гигиеническая оценка физических факторов неионизирующей природы, воздействующих на учеников 298

Раздел IV. Анализ риска здоровью в гигиенических исследованиях

Н.А. Долгина, А.Н. Ганькин, Е.В. Дроздова
Оценка ингаляционной экспозиции полиароматическими углеводородами взрослого населения г. Минска 309

С.Ю. Загороднов
Пылевое загрязнение атмосферного воздуха как фактор риска здоровью 315

К.В. Четверкина
Количественная оценка причинно-следственных связей между воздействием химических веществ, содержащихся в объектах среды обитания, и нарушениями здоровья населения, проживающего на территории Иркутской области 322

С.В. Кузьмин, О.О. Синицына, Н.С. Додина, Т.А. Шашина, В.А. Кислицин, А.В. Митягина, Т.А. Погонина
Результаты оптимизации системы мониторинга качества атмосферного воздуха для оценки экспозиции при реализации федерального проекта «Чистый воздух» 324

С.В. Кузьмин, С.Л. Авалиани, Н.С. Додина, Т.А. Шашина, В.А. Кислицин, Н.Н. Рыжаков, Т.А. Погонина, Е.В. Лебедева
Основные результаты выполненных проектов по оценке риска здоровью в ряде городов – участников федерального проекта «Чистый воздух» (Липецк, Череповец, Новокузнецк, Омск) 331

Е.В. Попова, И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина
Оценка риска здоровью населения г. Читы (участника федерального проекта «Чистый воздух») при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух 338

А.М. Андришунас, Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, М.Р. Камалтдинов, С.Ю. Балашов
Предприятия топливно-энергетического комплекса как источники потенциального риска причинения вреда здоровью населения 344

И.А. Просвирякова, Е.В. Дроздова, А.Е. Пшегрода, А.Н. Ганькин, В.А. Занкевич
Оценка риска здоровью населения при обосновании санитарно-защитных зон очистных сооружений канализации 354

И.В. Лешкова, О.Ю. Устинова, П.З. Шур
Оценка потенциального канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью населения геохимической провинции, обусловленного потреблением питьевой воды с повышенным содержанием мышьяка 359

К.А. Савина, Ю.А. Панкратова
Мышьяк в питьевой воде как фактор индивидуального риска здоровью 365

Л.А. Дерябкина, Б.И. Марченко, К.С. Тарасенко
Оценка канцерогенного риска, связанного с повышенным содержанием 3,4-бенз(а)пирена в почве г. Таганрога 369

Н.В. Никифорова
О безопасности рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов 378

Ле Тхи Хонг Хао, Данг Тху Хиен, Чан Цао Сон, Нгуен Тхи Минь Хоа, Нгуен Тхи Хонг Нгоа, Ле Тран Нгоан
Гетероциклические амины во вьетнамском мясе и рыбе: результаты пилотных местных полевых исследований 382

В.А. Сухов, И.О. Фирсова, М.В. Вишнякова, Т.Р. Новикова, О.В. Митрохин
Анализ региональной заболеваемости костно-мышечной системы детей (0–14 лет) с учетом проведенных закупок ученической мебели 383

Р.И. Айзман
Принципы оценки рисков здоровью человека на основе компьютерного тестирования физического и психического статуса 387

В.В. Макарова, И.Г. Зорина
Результаты оценки организации питания в общеобразовательных организациях Челябинской области 391

Т.В. Мажаева, И.А. Носова, Н.И. Пряничникова, Н.А. Моисеева, О.Л. Малых
Региональные особенности питания школьников Свердловской области (результаты мониторинга, проведенного в рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья») 397

Е.Ф. Черникова, В.А. Скворцова, И.А. Потапова, С.М. Лаврентьева, В.П. Телюпина, М.А. Грязнова
Исследование влияния паттерна питания «дневных» и «сменных» работников на развитие ожирения 403

Раздел V. Анализ риска здоровью в эпидемиологических исследованиях

Е.В. Дроздова, Т.В. Амвросьева, Н.В. Дудчик, Д.С. Грек, Т.З. Суровец, А.В. Фираго
Обоснование референтных патогенов для количественной оценки рисков здоровью, ассоциированных с водой 413

Н.В. Дудчик, А.И. Жабровская, О.А. Емельянова
Метрологическая оценка результатов моделирования микробной контаминации воздуха в затравочных камерах 418

Н.В. Дудчик, Д.С. Грек, О.Е. Нежвинская
Экспериментальное моделирование микробной контаминации объектов пищевых производств 422

Лам Куок Хунг, Хыонг Минь Нгуен, Та Тхи Йен, Ле Винь Хоа, Чан Хонг Ба, Фам Ле Куен, До Тхи Тху Хуонг, Нгуен Тхань Чунг, Ле Тхи Хун Хао
Выделение и характеристика золотистого стафилококка в результате двух крупномасштабных вспышек пищевых отравлений во Вьетнаме 425

В.А. Мищенко, И.А. Кшнясев, И.В. Вялых
Многолетняя динамика количества пострадавших от укусов иксодовых клещей на территории Свердловской области: анализ и прогноз 426

В.Г. Макарова, О.Ю. Устинова, С.Л. Валина
Оценка прививочного статуса и состояния коллективного иммунитета к возбудителю коклюша у школьников в возрастном аспекте 432

А.А. Казак, М.А. Скотарева, Л.Р. Загидуллина
Лабораторная диагностика объектов внешней среды на выявление возбудителя SARS-CoV-2. Результаты исследований 439

Е.В. Белова, А.Х. Алсаегх, Д.Ю. Казиева, О.В. Митрохин
Разработка методических подходов к оценке риска заражения коронавирусной инфекцией среди специалистов-стоматологов на основании санитарно-гигиенических критериев 442

Авторский указатель 447

Научное издание

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2021
ВНЕШНЕСРЕДОВЫЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ, МЕДИЦИНСКИЕ И ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
СОВМЕСТНО С МЕЖДУНАРОДНОЙ ВСТРЕЧЕЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ЗДОРОВЬЮ RISE-2021

Году науки и технологий в Российской Федерации посвящается

Материалы
XI Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(Пермь, 18–20 мая 2021 г.)

Том 1

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

Корректор *М.Н. Афанасьева*

Подписано в печать 17.05.2021. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 36,8. Тираж 240. Заказ № 103/2021.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.