Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Российская академия наук, секция профилактической медицины Отделения медицинских наук
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
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Пермский государственный
медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

ПРИ УЧАСТИИ:
RISE, специализированной группы по окружающей среде и здоровью

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2023
Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023

Десятилетию науки и технологий в России посвящается

Материалы
XIII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(Пермь, 17–19 мая 2023 г.)

В двух томах

Том 1

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

Пермь 2023

УДК 614
А64

А64 **Анализ** риска здоровью – 2023. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023 : материалы XIII 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, 2023.

ISBN 978-5-398-02935-2 (общ.)

Т. 1. – 419 с.
ISBN 978-5-398-02936-9 (Т. 1)

Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2023» совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023 освещают фундаментальные и прикладные вопросы методологии анализа рисков здоровью человека при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации и других стран. Конференция проходит под эгидой Десятилетия науки и технологий в России.

Материалы конференции раскрывают санитарные и медико-демографические проблемы регионов на современном этапе, знакомят с российским и международным опытом развития научно-методических подходов к организации мониторинга ситуации и контрольно-надзорным мероприятиям в рамках риск-ориентированной модели. Глубоко освещаются рискогенные факторы внешней среды, трудового, образовательного процесса, образа жизни, социально-экономических условий, негативно влияющие на зоровье населения.

В работах зарубежных и отечественных ученых и специалистов-практиков обобщён опыт оценки рисков здоровью в гигиенических и эпидемиологических исследованиях. В ряде статей представлены лучшие практики реализации национальных проектов «Экология», «Демография», «Жилье и городская среда», «Чистый воздух» и «Генеральная уборка». Подчеркивается значимость проектов в улучшении качества и увеличении ожидаемой продолжительности жизни населения России.

Отдельный раздел материалов посвящен фундаментальным исследованиям в области клеточной, субклеточной и генетической диагностики вредного влияния факторов среды обитания на здоровье населения; отражены современные методы диагностики, коррекции и профилактики нарушений здоровья.

В целом представлены результаты исследований и методических разработок, актуальных для практической деятельности службы при проведении гигиенического анализа, расследований, исследований, экспертиз.

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, М.М. Цинкер

УДК 614

ISBN 978-5-398-02936-9 (Т. 1)
ISBN 978-5-398-02935-2 (общ.)

© ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2023

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

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

Заместители председателя:

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:

Бузинов Роман Вячеславович	Директор ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» (по согласованию)
Горяев Дмитрий Владимирович	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю (по согласованию)
Застенская Ирина Алексеевна	Эксперт по химической безопасности Европейского регионального бюро ВОЗ, Европейского центра по окружающей среде и охране здоровья (по согласованияю)
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»
Летюшев Александр Николаевич	Начальник Управления научно-аналитического обеспечения и международной деятельности Роспотребнадзора
Ли Ти Хонг Хао	Директор Национального института контроля пищевой продукции (г. Ханой, СРВ) (по согласованию)
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, RISE – специализированная группа по окружающей среде и неврологии Всемирной федерации неврологов (по согласованию)
Спенсер Питер	Профессор, RISE – специализированная группа по окружающей среде и неврологии Всемирной федерации неврологов (по согласованию)
Федоренко Екатерина Валерьевна	Заместитель директора по сопровождению практического и санитарно-эпидемиологического надзора и работе с ЕЭК РУП «Научно-практический центр гигиены» (г. Минск, Республика Беларусь) (по согласованию)
Фельдблюм Ирина Викторовна	Заведующий 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 (по согласованию)

Технический секретариат конференции:

Сергеева Елена Васильевна	Заведующий отделением внешних связей и международных отношений ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Цинкер Мария Михайловна	Заведующий отделением научной и патентной информации ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Алексеева Алла Вадимовна	Редактор ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Организаторам и участникам
XIII Всероссийской научно-практической интернет-конференции
с международным участием
«АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2023»

Уважаемые коллеги!

От имени Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека приветствую организаторов и участников XIII Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием «АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2023»!

В этом году конференция проходит под эгидой Десятилетия науки и технологий в России. В центре внимания участников конференции будет обсуждение актуальных для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия страны инновационных фундаментальных и прикладных научно-практических достижений в области гигиены, эпидемиологии и профилактической медицины.

В условиях непростой санитарно-эпидемиологической ситуации и внешних вызовов стратегическими направлениями деятельности Роспотребнадзора остаются развитие наукоемких методов и критериев анализа и прогноза санитарно-эпидемиологической ситуации, совершенствование социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированного надзора. Сохраняют актуальность новые методы оценки, прогноза и управления рисками в сфере защиты прав потребителей. Важнейшим научным направлением видится развитие основ профилактики нарушений здоровья населения вследствие негативного воздействия химических, физических и биологических факторов (в том числе инфекционных), сдерживание и предотвращение угроз санитарно-эпидемиологического характера.

В ходе противодействия новой коронавирусной инфекции были продемонстрированы преимущества российских подходов организации санитарно-эпидемиологической службы и проведения противоэпидемических мероприятий. Новым этапам развития системы санэпиднадзора является внедрение системы противодействия инфекциям «Санитарный щит» для сохранения здоровья и жизни человека, защиты его от возможных инфекционных угроз как в настоящем, так и в будущем.

Особое внимание уделяется реализации мероприятий национальных и федеральных проектов, направленных на улучшения качества жизни населения России и увеличение ожидаемой продолжительности здоровой жизни. Наряду с решением актуальных проблем, обозначенных в федеральных проектах «Укрепление общественного здоровья», «Чистая вода» и «Чистый воздух», настоятельного внимания требуют работы по научному и методическому обеспечению федерального проекта «Генеральная уборка».

Обмен опытом работы, внедрение в практику современных методов оценки и управления рисками здоровью, использование лучших научных разработок в деятельности всех органов и организаций службы – одна из важнейших задач конференции как встречи коллег-профессионалов.

Представляется, что обеспечение технологический и научной независимости и успешного развития страны достижимо через освоение новых методов получения

и анализа многомерных, разнообразных данных, в том числе на базе цифровизации, работы с Big data и интеллектуальными информационными системами. Все это требует постоянного обмена опытом, привлечения молодых кадров, ориентации на расширение международного научного сотрудничества.

Конкурс работ молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора – один из элементов решения этой задачи.

Уверена, что в ходе работы конференции состоится заинтересованное и глубокое рассмотрение широкого спектра заявленных тем и конструктивный обмен мнениями ученых и практиков. Желаю конференции успеха, а ее организаторам и участникам – плодотворной работы, активных дискуссий и новых творческих свершений.

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

Раздел I

Анализ риска здоровью населения в решении актуальных стратегических задач современного этапа

Научно-методическое обеспечение задач социально-гигиенического мониторинга при реализации национального проекта «Экология»

С.В. Кузьмин[1], Н.С. Додина[1], Т.А. Шашина[1], В.А. Кислицин[1], Т.К. Татянюк[1], Н.А. Гореленкова[1], В.В. Коротков[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Липецкой области, г. Липецк, Россия

Объектом исследования являются результаты анализа проведения социально-гигиенического мониторинга на ряде территорий Российской Федерации, применяемых принципов организации лабораторных исследований качества среды обитания, проведения мониторинга экспозиции атмосферных загрязнений в целях минимизации риска здоровью населения.

Цель исследования – научно-методическое обеспечение задач социально-гигиенического мониторинга, в том числе при реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология».

Основной подход состоит в анализе результатов ведения мониторинга качества атмосферного воздуха на ряде территорий Российской Федерации. Оценена возможность использования полученных данных лабораторного контроля для решения задач социально-гигиенического мониторинга и выполнения мероприятий, направленных на минимизацию риска здоровью населения.

Собраны, обобщены и проанализированы базы данных санитарно-эпидемиологических заключений на проектные материалы по обоснованию СЗЗ, ПДВ/НДВ на территории Липецкой области.

Созданы и проанализированы базы данных объектов негативного воздействия на окружающую среду, расположенных на территории Московской области, г. Рязани.

Разработана концепция оптимизации лабораторного контроля среды обитания в рамках социально-гигиенического мониторинга. Предложены принципы формирования программ лабораторного контроля среды обитания и этапность достижения оптимизации путем определения источников загрязнения среды обитания, выбора индикаторных показателей для воздействующих сред и экспонируемой популяции, отбора приоритетных факторов для мониторинга, выбора точек и средств для контроля экспозиции.

Полученные результаты дают основание рекомендовать единые научно-методические подходы по оптимизации системы социально-гигиенического мониторинга к внедрению на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: оценка риска, среда обитания, социально-гигиенический мониторинг.

Научное сопровождение социально-гигиенического мониторинга (СГМ) является важнейшим инструментом повышения его результативности и эффективности функционирования системы с целью обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и минимизации рисков здоровью населения.

Направления научных исследований, реализуемых в рамках отраслевой программы Роспотребнадзора на 2021–2025 гг., отражают основную цель Концепции развития социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации до 2030 г. направлены на разработку и реализацию мер, обеспечивающих решение поставленных задач по развитию системы СГМ. Также научные исследования направлены на реализацию полномочий Роспотребнадзора в решении стратегических задач Российской Федерации и участие в национальных проектах «Экология».

Мониторинговые исследования являются важнейшим инструментом формирования научно обоснованной базы СГМ для разработки политики и стратегии снижения оптимизации среды обитания [3, 5, 7].

Подробный анализ имеющихся данных мониторинга, результатов моделирования потенциального загрязнения и уровней поступления химических веществ в объекты среды обитания показал, что совокупность этих факторов является необходимым условием для формирования как целевых показателей качества среды обитания, так и целевых показателей безопасных уровней воздействия на население (целевых рисков здоровью), способствующих выполнению задач, на решение которых направлено функционирование системы СГМ[1].

Полученный опыт по совершенствованию системы СГМ в части формирования программ мониторинговых исследований в городах-участниках федерального проекта «Чистый воздух» позволяет рекомендовать к распространению практику оптимизации лабораторного контроля на других территориях Российской Федерации[2].

На основе многостороннего анализа ведения СГМ сформулированы три основных принципа оптимизации лабораторного контроля химических веществ, загрязняющих среду обитания в рамках СГМ: контроль веществ должен характеризовать специфику формирования потенциального воздействия факторов среды обитания на население; выбранные точки контроля должны отражать химическую нагрузку на оцениваемую популяцию; методы контроля должны быть выбраны с учетом целей и задач оценки воздействия (гигиеническая оценка, оценка риска здоровью населения и пр.) [1, 4, 6].

Решение задач по оптимизации лабораторного контроля среды обитания следует осуществлять поэтапно путем определения источников загрязнения, выбора индикаторных показателей для воздействующих сред и экспонируемой популяции, отбора приоритетных факторов для мониторинга, выбора точек и средств для контроля экспозиции.

Поисковые научные исследования позволяют выявлять новые источники информации и рекомендовать их для практического использования в СГМ.

Например, совместно с ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области» создана и проанализирована база данных объектов негативного воз-

---

[1] Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга: Постановление Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2006 года № 60 [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901966842 (дата обращения: 02.03.2023).

[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]. – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293719/4293719768.htm (дата обращения: 02.03.2023).

действия на окружающую среду (НВОС), расположенных на территории Московской области[3]. Использование данных реестра позволило определить: источники и территории потенциального негативного воздействие на население; перечни приоритетных канцерогенных и неканцерогенных веществ; территории, потенциально подверженные вторичному загрязнению почвы за счет выбросов тяжелых металлов, ПАУ и др. (таблица).

Результаты анализа данных государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду Московской области

Полученные показатели	Характеристика показателей
Всего муниципальных территорий	59 территорий Московской области
Количество объектов НВОС	72142
1-й категории	10306
2-й категории	20612
3-й категории	41224
Количество веществ, всего	От 53 до 279
из них канцерогенов (ед.)	От 6 до 35
Индекс относительной неканцерогенной опасности	От 386,7 до 12724416,6
Индекс относительной канцерогенной опасности	От 2,8 до 1893374,8
Суммарный объем выброса, т/год	От 5,53 до 133140,57

Установлено, что наибольшее количество объектов НВОС расположено на территории Раменского района, г.о. Балашиха, г.о. Мытищи, Одинцовского района, г.о. Истра. При этом объекты 1-й (объекты, оказывающие значительное НВОС и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий) и 2-й (объекты, оказывающие умеренное НВОС) категорий расположены на территориях Раменского, Сергиево-Посадского и Мытищинского районов. Определены территории, на которых в атмосферный воздух поступает максимальное количество канцерогенно-опасных соединений, а также занимающие ведущие ранговые места по величине индекса относительной канцерогенной опасности.

Полученная информация может быть использована практической службой: для формирования перечней приоритетных соединений для контроля содержания в объектах среды обитания; обоснования точек и периодичность контроля; оценки эффективности проводимых мероприятий по снижению негативного воздействия на население.

Аналогичная работа, проведенная совместно с ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, позволила разработать основные направления совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга Рязанской области и сформировать предложения по развитию сети мониторинга качества атмосферного воздуха.

Одной из задач проведения СГМ на территориях субъектов является участие в разработке и обоснование мероприятий, направленных на минимизацию риска здоровью, а также контроль за эффективностью и их результативностью на территориях. Одним из вариантов информационного обеспечения такой дея-

[3] Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [Электронный ресурс]. – URL: https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn/pto-uonvos/ (дата обращения: 02.03.2023).

тельности предлагается использование базы данных, сформированной с применением материалов, являющихся основанием для выдачи санитарно-эпидемиологических заключений на проекты по обоснованию санитарно-защитных зон (СЗЗ), предельно допустимых выбросов (ПДВ) / нормативно допустимых выбросов (НДВ).

С участием специалистов Управления Роспотребнадзора по Липецкой области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» проведен сбор, обобщение и анализ базы данных, сформированной из результатов санитарно-эпидемиологических экспертиз и сведений из проектных материалов по обоснованию СЗЗ, ПДВ/НДВ предприятий г. Липецка. Сведения, представленные в такой базе, успешно использованы в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» для оценки эффективности проводимых мероприятий по снижению объемов приоритетных выбросов и уровней риска здоровью населения. Предварительные результаты оценки эффективности проводимых мероприятий для ряда приоритетных химических веществ показали значимые снижения уровней экспозиции и рисков здоровью населения. Например, уровни среднегодовых концентраций марганца за счет внедрения мероприятий снизились практически на 80 %. Одновременно получены подтверждения, что не для всех приоритетных химических веществ с учетом их риска здоровью на настоящий момент внедрены мероприятия, позволяющие достигнуть значимых с позиции обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия результатов [2].

В условиях снижения контрольно-надзорной деятельности использование имеющихся в территориальных управлениях и учреждениях Роспотребнадзора материалов, применяемых как основание для выдачи санитарно-эпидемиологических заключений на проектную документацию, является эффективным инструментом получения информации о предприятиях (как действующих, так и планируемых к строительству).

Формирование таких региональных баз данных позволит получить сведения по качественной и количественной характеристикам риска здоровью населения на территории отдельных городов и обосновать достаточность размера СЗЗ, функциональное зонирование территорий или необходимость изменения системы наблюдения (в том числе мониторинга экспозиции и риска), используя сведения по формируемым границам приемлемого риска как отдельных предприятий, так и для группы промышленных объектов.

Научно-практические исследования подтверждают необходимость аккумуляции на уровне региональных информационных фондов СГМ всех значимых источников информации – от расчетов воздействия загрязняющих веществ и результатов лабораторных исследований до жалоб населения, включая анализ оценки населением качества среды обитания, проводимого путем анкетирования или сбора сведений из открытых источников (социальных сетей), которые обеспечат информационную поддержку принятия управленческих решений на региональном и местном уровнях.

Полученные результаты дают основание рекомендовать единые научно-методические подходы по оптимизации системы СГМ к внедрению на территории Российской Федерации.

Список литературы

1. Воздействие атмосферных загрязнений на здоровье населения: диагностика, оценка и профилактика / С.В. Кузьмин, Н.С. Додина, Т.А. Шашина, В.А. Кислицин, М.А. Пинигин, О.В Бударина // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101. № 10. – С. 1145–1150.

2. Геоинформационная региональная система как эффективное средство обоснования управленческих решений и организации надзора в сфере санитарно-эпидемиологической ситуации / В.В. Коротков, А.М. Кулешова, С.А. Ушаков, С.И. Савельев, Н.В. Зубчонок, Н.С. Додина // Здравоохранение Российской Федерации. – 2022. – Т. 66, № 5. – С. 380–384.

3. Информационно-аналитическая поддержка управления риском для здоровья населения на основе реализации концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года / А.Ю. Попова, С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, Д.Н. Козловских, С.В. Романов, О.В. Диконская, О.Л. Малых, Е.А. Кузьмина, С.В. Ярушин // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 9 (319). – С. 4–12.

4. Лабораторное обеспечение системы мониторинга для оценки эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» в г. Липецке / В.В. Коротков, С.И. Савельев, Н.В. Зубчонок, Н.В. Нахичеванская, Л.В. Виноградова, Н.С. Додина, Т.А. Шашина // Развивая вековые традиции, обеспечивая «Санитарный щит» страны: материалы XIII Всероссийского съезда гигиенистов, токсикологов и сани-тарных врачей с международным участием, посвященного 100-летию основания Государственной санитарно-эпидемиологической службы России / под ред. А.Ю. Поповой, С.В. Кузьмина. – Мытищи, 2022. – С. 400–404.

5. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.В. Горяев // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С.4–17. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01

6. Мониторинг качества атмосферного воздуха в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «экология» в г. Медногорске Оренбургской области / Н.Е. Вяльцина, В.Ю. Коновалов, Т.М. Макарова, Е.М. Гусельникова, Е.Г. Плотникова, А.А. Неплохов // 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. 255–259.

7. Сравнение уровней загрязнения воздуха по расчетным данным и данным натурных исследований в городе Нижний Тагил в рамках работ по федеральному проекту «Чистый воздух» / В.В. Вепринцев, Д.В. Кузьмин, Т.М. Цепилова, С.В. Ярушин // Здоровье и окружающая среда: сборник материалов международной научно-практической конференции / редколлегия: С.И. Сычик (гл. ред.) [и др.]. – Минск. – 2021. – С. 53–54.

Анализ состояния питания населения Российской Федерации в 2021 г.

С.В. Кузьмин, В.Н. Русаков

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

В рамках научно-исследовательской работы проведено исследование фактического питания населения России в 2017–2021 гг.

Цель исследования – определение динамики потребления основных продуктов питания и оценка соответствия рекомендуемым рациональным нормам в целом по РФ.

В работе использованы данные Федеральной службы государственной статистики о потреблении основных групп пищевых продуктов в домашних хозяйствах (репрезентативная общероссийская выборка 47,8 тыс. домохозяйств) в 2017–2021 гг. Проведена оценка потребления продуктов населением Российской Федерации в 2021 г. в сравнении с рациональными нормами потребления пищевых продуктов, отвечающими современным требованиям здорового питания. В питании населения выявлены тенденции, негативно влияющие на здоровье и увеличивающие риск возникновения алиментарно-зависимых заболеваний.

Ключевые слова: структура питания, пищевые продукты, оценка потребления.

В настоящее время разработка и осуществление профилактических мероприятий по сохранению и укреплению состояния здоровья населения в зависимости от несбалансированности питания и неблагоприятного влияния факторов среды обитания стоят в ряду первоочередных задач гигиенической науки и санитарной практики. При этом в формировании и сохранении здоровья населения ключевую роль имеет фактор питания, поскольку нарушения структуры и качества питания могут потенцировать неблагоприятное воздействие на организм средовых факторов.

В рамках научно-исследовательской работы нами проведено исследование фактического питания населения России в 2017–2021 гг.

Цель исследования – определение динамики потребления основных продуктов питания и оценка соответствия рекомендуемым рациональным нормам в целом по РФ.

Материалы и методы. В работе использованы данные Федеральной службы государственной статистики о потреблении основных групп пищевых продуктов в домашних хозяйствах (репрезентативная общероссийская выборка 47,8 тыс. домохозяйств) в 2017–2021 гг.[1] Проведена оценка потребления продуктов населением Российской Федерации в 2021 г. в сравнении с рациональными нормами потребления пищевых продуктов, отвечающими современным требованиям здорового питания (приказ Минздрава России от 19 августа 2016 г. № 614).

Результаты. Анализ данных Росстата по потреблению основных групп пищевых продуктов населением Российской Федерации с 2017 по 2021 г. показал снижение потребления таких групп продуктов, как: хлебопродукты (7,3 %), картофель (11,8 %), овощи и бахчевые (1 %), фрукты и ягоды (1,4 %), молоко и молочные продукты (0,4 %), сахар и кондитерские изделия (3,3 %), масло растительное (10 %).

[1] Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2021 году (выпуск 2022): статистический бюллетень Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13292 (дата обращения: 16.04.2023).

В 2021 г. по сравнению с 2017 г. увеличилось потребление мяса и мясопродуктов (6,8 %), яиц (1,3 %). Потребление рыбопродуктов осталось на прежнем уровне.

Анализ динамики энергетической и пищевой ценности рационов питания населения Российской Федерации показал увеличение содержания белка животного на 4,9 %, снижение содержания жира на 0,3 %, снижение содержания углеводов на 5,7 %, снижение энергетической ценности на 3 %.

В результате оценки уровня потребления установлено, что в целом по Российской Федерации в 2021 г. отмечается несоответствие рекомендованным нормам потребления продуктов, за исключением рыбы. Так, установлено низкое потребление хлеба и хлебобулочных изделий (89 % от нормы), картофеля (58 %), овощей (73 %), фруктов и ягод (72 %), молока (82 %), яиц (90 %), масла растительного (83 %). В то же время наблюдается избыточное потребление мяса (129 %) и сахара (125 %).

Выводы. Таким образом, современная структура питания населения Российской Федерации не является оптимальной и соответствующей рациональным нормам потребления. В питании населения отмечаются тенденции, негативно влияющие на здоровье и увеличивающие риск возникновения алиментарно-зависимых заболеваний, а именно:

– дефицит потребления продуктов высокой биологической ценности, прежде всего молока и молочных изделий, яиц;

– дефицит потребления источников эссенциальных витаминов и минеральных веществ – овощной продукции, свежих фруктов и ягод;

– дефицит потребления источника легкоусвояемого растительного белка и витаминов – хлеба;

– дефицит потребления источника моно- и полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, фитостеринов, витаминов – растительного масла;

– избыточное потребление мяса и сахара.

Национальный проект «Демография» и ранжирование территорий Воронежской области по степени риска для различных возрастных групп

Л.Е. Механтьева[1], И.И. Механтьев[2], А.В. Енин[1]

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области,
г. Воронеж, Россия

Объектом данного исследования стала оценка специфики заболеваемости различных возрастных групп во взаимосвязи с загрязнением атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы селитебной территории отдельных районов Воронежской области.

Цель работы – ранжировать территорию области по степени риска возникновения заболеваний в различных возрастных группах. В исследовании использованы базы данных

социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» за 2021 г. Расчет корреляционной взаимосвязи производился с использованием программного обеспечения MS Excel. По итогам проведенного исследования можно заключить, что значительная часть заболеваемости населения Воронежской области представлена нозологиями, ассоциированными с химическими факторами среды обитания. Районы области возможно разделить по степени влияния данных факторов на заболеваемость в различных возрастных группах. С целью повышения достоверности результатов анализа уровень заболеваемости населения целесообразно оценивать за многолетний период, используя для корреляционного анализа средние значения концентраций химических веществ. Работа в данном направлении позволит глубже оценить специфику влияния факторов среды на заболеваемость населения Воронежской области и скорректировать региональные компоненты национального проекта «Демография» с целью сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни.

Ключевые слова: гигиеническая оценка, химических факторы, демография.

Частью национального проекта «Демография» является федеральный проект «Укрепление общественного здоровья». Общественное здоровье, в свою очередь, зависит от многих факторов: образа жизни, характера питания, влияния внешней среды (атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды). О влиянии качества питьевой воды на заболеваемость населения говорится в работах многих авторов [1, 4, 6, 7, 9]. В частности, обращается внимание на влияние наличия марганца в питьевой воде на заболеваемость детского населения, связанную с недостатком йода; на влияние повышенной жесткости питьевой воды на заболеваемость мочекаменной болезнью, наряду с другими причинами. Превышение предельно допустимых концентраций бенз(а)пирена, диоксида азота и озона, фенола, формальдегида в атмосферном воздухе оказывает влияние на рост заболеваемости бронхиальной астмой, лейкемией, что отмечено на примере нескольких областей [2, 3]. Городские почвы представляют собой сложный природно-антропогенный объект, показывающий степень воздействия человека на окружающую среду и среду обитания, отражающий состояние таких природных сред, как вода и атмосферный воздух [8]. Влияние на здоровье почва оказывает преимущественно посредством продуктов питания. Нельзя исключить и случайное пероральное поступление почвы в детский организм [3].

Объектом данного исследования стала оценка специфики заболеваемости в различных возрастных группах во взаимосвязи с загрязнением атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы селитебной территории отдельных районов Воронежской области.

Материалы и методы. В исследовании использованы базы данных социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» за 2021 г. Расчет корреляционной взаимосвязи производился с использованием программного обеспечения MS Excel.

Результаты. На территории Воронежской области оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха проводится в отношении 9 загрязняющих веществ (взвешенные вещества, азота диоксид, сажа, углерода оксид, свинец, серы диоксид, фенол, формальдегид, стирол, озон) в 13 мониторинговых точках. Анализ качества питьевой воды проводится в отношении нескольких показателей (бор, железо, жёсткость, марганец, нитраты, фтор) в 231 мониторинговой точке. Исследование почвы проводится

по 9 показателям (мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк, бенз(а)пирен, кадмий, марганец, медь) в 210 мониторинговых точках.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Воронежской области обеспечивается из подземных водоисточников: в 2021 г. в регионе эксплуатировалось 1992 водозаборные скважины. В 2022 г. на территории области отсутствовали источники и водопроводы, не отвечающие санитарно-эпидемиологическим требованиям, в том числе из-за отсутствия зон санитарной охраны [5]. В то же время превышение гигиенических нормативов воды источников централизованного водоснабжения по санитарно-химическим показателям установлено в 9 муниципальных районах: Аннинском, Бобровском, Богучарском, Лискинском, Кантемировском, Новоусманском, Рамонском, Россошанском, Семилукском. В 15 районах превышен среднеобластной уровень проб питьевой воды из распределительной сети, не соответствующих требованиям гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям: в Аннинском, Бобровском, Бутурлиновском, Воробьёвском, Каменском, Кантемировском, Новохопёрском, Ольховатском, Павловском, Поворинском, Подгоренском, Рамонском, Россошанском, Таловском, Хохольском, Эртильском. Факторами природного характера, влияющими на качество питьевой воды Воронежской области, являются повышенное содержание в водоносных горизонтах соединений железа, марганца, бора, общей жёсткости. Имеет место антропогенное загрязнение подземных вод и отсутствие эффективной очистки в отношении растворенных химических веществ (нитратов). Данные факторы оказывают прямое влияние на качество воды нецентрализованного питьевого водоснабжения. Несоответствие отобранных проб гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям указанных источников в 2021 г. отмечено на 21-й административной территории. Приоритетными загрязнителями данных источников остаются нитраты и общая жёсткость.

В централизованных системах питьевого водоснабжения имеется проблема изношенности водопроводных сетей, приводящая к вторичному загрязнению питьевой воды. По итогам предыдущих лет в централизованных системах питьевого водоснабжения области наиболее часто регистрировались превышения нормативов по железу, марганцу, нитратам, бору, общей жёсткости [5]. В 2021 г. несоответствие питьевой воды гигиеническим нормативам в распределительной сети отмечено по содержанию общей жесткости – в 20 районах, железа – в 13, марганца – в 4, нитратов – в 3, бора – в 1 (рисунок).

Наибольший вклад в загрязнение воздушного бассейна региона вносят выбросы от автотранспорта (более 80 %). На территории Воронежской области функционирует 6021 предприятие, деятельность которых сопровождается выбросом в атмосферу более 350 наименований загрязняющих веществ. Санитарно-защитные зоны организованы на 3518 объектах. 382 объекта в 2021 г. разработали проекты санитарно-защитных зон [5]. Превышения гигиенических нормативов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе зарегистрированы в 7 районах: Аннинском, Бобровском, Калачеевском, Новоусманском, Ольховатском, Борисоглебском, г. Воронеж. На маршрутных постах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха зарегистрированы превышения до 2 $ПДК_{сс}$ по содержанию диоксида азота, взвешенных веществ, фенола. К территориям «риска» можно отнести 3 района области: Аннинский – по взвешенным веществам, Борисоглебский – по взвешенным веществам, г. Воронеж – по азоту диоксиду и фенолу.

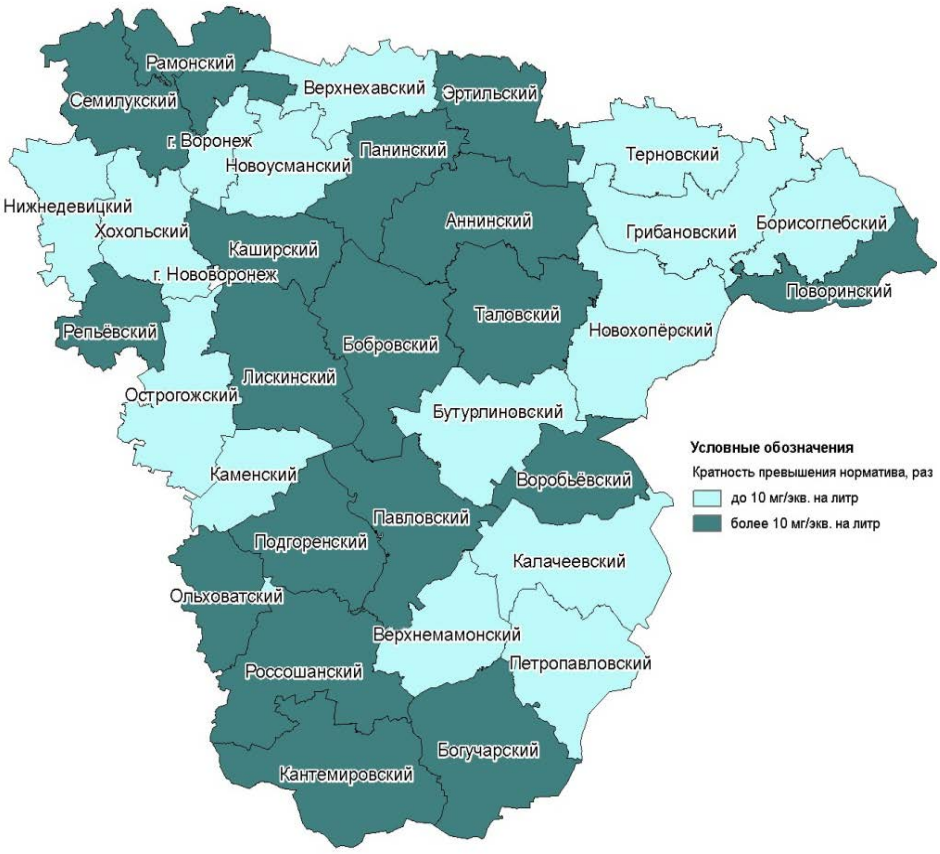


Рис. Территории «риска» Воронежской области по общей жёсткости питьевой воды систем централизованного водоснабжения в 2021 г.

Превышения гигиенических нормативов в пробах почвы в 2021 г. на территории Воронежской области наблюдалось по 5 химическим веществам: цинку, свинцу, бенз(а)пирену, меди и марганцу. К территориям «риска» можно отнести: город Воронеж – по содержанию свинца (до 5,0 ПДК), цинка (до 5,0 ПДК), бенз(а)пирена (до 5,0 ПДК), меди (до 10,0 ПДК); Подгоренский район – по содержанию цинка (до 2,0 ПДК), свинца (до 2,0 ПДК), марганца (до 2,0 ПДК); Россошанский район – по содержанию бенз(а)пирена (до 2,0 ПДК).

По заболеваемости астмой детей до 14 лет к территориям «риска» можно отнести 12 районов: Бобровский, Верхнемамонский, Каменский, Новоусманский, Петропавловский, Поворинский, Репьёвский, Семилукский, Хохольский, Эртильский, г. Воронеж. По заболеваемости взрослого населения – 17 районов: Бобровский, Богучарский, Верхнехавский, Грибановском, Калачеевский, Каменский, Кантемировский, Каширский, Новоусманский, Ольховатский, Павловский, Панинский, Петропавловский, Рамонский, Хохольский, Борисоглебский, г. Воронеж. По заболеваемости детей бронхитом, эмфиземой территории «риска» – Бутурлиновский, Калачеевский, Кантемировский, Каширский, Новохопёрский, Репьёвский районы. Превышение среднеобластного показателя среди взрослых в 2021 г. отмечено

в 9 районах: Бутурлиновском, Грибановском, Каширском, Лискинском, Новохопёрском, Рамонском, Россошанском, Семилукском, Хохольском.

Показатель заболеваемости болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением, среди взрослого населения выше среднеобластного уровня регистрировался в 13 районах: Борисоглебском, Бобровском, Богучарском, Бутурлиновском, Верхнемамонском, Верхнехавском, Воробьёвском, Кантемировском, Каширском, Новоусманском, Новохоперском, Поворинском, г. Воронеж.

Превышение среднеобластного показателя заболеваемости гастритами и дуоденитами среди детей до 14 лет отмечено в Бутурлиновском, Верхнемамонском, Верхнехавском, Воробьёвском, Калачеевском, Кантемировском, Лискинском, Нижнедевицком, Новохопёрском, Ольховатском, Острогожском, Петропавловском, Поворинском, Репьёвском, Таловском, Терновском, Хохольском районах. Среди взрослых – в Бутурлиновском, Каширском, Лискинском, Новоусманском, Новохопёрском, Острогожском, Павловском, Подгоренском, Хохольском муниципальном районах и Борисоглебском городском округе. Язва желудка и двенадцатиперстной кишки у детей в возрасте до 14 лет чаще регистрировалась в Грибановском, Калачеевском, Павловском, Поворинском, Эртильском районах. Для взрослых территории «риска» – Богучарский, Бутурлиновский, Верхнемамонский, Верхнехавский, Каширский, Новохопёрский, Поворинский, Рамонский районы и г. Воронеж.

Территориями «риска» по мочекаменной болезни у детей в 2021 г. явились: Аннинский, Бобровский, Богучарский, Бутурлиновский, Лискинский, Панинский, Подгоренский, Рамонский, Репьёвский, Таловский районы, а также г. Воронеж. Территории «риска» у взрослых по данной нозологии – Богучарский, Каширский, Ольховатский, Павловский, Подгоренский, Россошанский, Таловский, Борисоглебский районы, г. Воронеж.

Превышения среднего уровня по впервые выявленным злокачественным новообразованиям установлены в Аннинском, Бобровском, Верхнемамонском, Грибановском, Каменском, Каширском, Лискинском, Панинском, Репьёвском, Хохольском, Эртильском районах и в г. Воронеже.

С целью оценки взаимосвязи между уровнем воздействия факторов окружающей среды (атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы) и заболеваемостью населения Воронежской области нами был проведен корреляционный анализ. Для расчета использовались данные о максимальных концентрации веществ в средах. Заболеваемость рассчитывалась на 100 000 населения. В результате анализа была установлена взаимосвязь между артериальной гипертензией в возрастной группе старше 18 лет и содержанием монооксида углерода в атмосферном воздухе (коэффициент парной корреляции (r) составил 0,51); астмой, астматическим статусом в возрастной группе 15–17 лет и содержанием фенола в атмосферном воздухе ($r = 0{,}59$); онкологической заболеваемостью всех возрастных групп и содержанием диоксида азота в атмосферном воздухе ($r = 0{,}57$), онкологической заболеваемостью всех возрастных групп и содержанием бенз(а)пирена в почве ($r = 0{,}63$). Однако, следует отметить, что достоверность полученных данных ограничена количеством проведенных измерений в течение одного года. Расчетный критерий Стьюдента в данном случае меньше табличного ($t_{расч.} < t_{табл.}$). С целью повышения достоверности результатов анализа уровень заболеваемости населения целесообразно оценить за

многолетний период, используя для корреляционного анализа средние значения концентраций химических веществ.

Выводы. По итогам проведенного исследования можно заключить, что значительная часть заболеваемости населения Воронежской области представлена нозологиями, ассоциированными с химическими факторами среды обитания. Районы области можно разделить по степени влияния данных факторов на заболеваемость в отдельных возрастных группах. С целью повышения достоверности результатов анализа уровень заболеваемости населения целесообразно оценить за многолетний период, используя для корреляционного анализа средние значения концентраций химических веществ. Работа в данном направлении позволит глубже изучить специфику влияния факторов среды на заболеваемость населения Воронежской области и скорректировать региональные компоненты национального проекта «Демография» с целью сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни.

Список литературы

1. Анализ воздействия техногенных факторов окружающей среды на здоровье населения на территории Воронежской области / Л.Е. Механтьева, М.В. Перфильева, Т.А. Степанова, И.С. Каратеева, А.С. Черниговская // Гигиенические и экологические аспекты профилактики заболеваемости на региональном уровне: сборник статей по итогам V Межвузовской научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Воронеж, 2020. – С. 47–52.

2. Заболеваемость населения регионов России как критерий социально-гигиенической безопасности территории [Электронный ресурс] / Ю.И. Стёпкин, О.В. Клепиков, С.А. Епринцев, С.В. Шекоян // Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое издание. – 2020. – № 6. – Публикация 2–3. – URL: http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-6/2-3.pdf (дата обращения: 11.12.2020).

3. Комплексная оценка состояния окружающей среды промышленного города / О.В. Клепиков, С.А.Самойлов, И.Б.Ушаков, В.И. Попов, С.А. Куролап // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97 (8). – С. 686–692. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-8-686-692

4. Митрохин О.В., Краскевич Д.А., Серочкин А.А. Анализ сброса сточной воды за последнее десятилетие и современные водоохранные мероприятия // Развивая вековые традиции, обеспечивая «Санитарный щит» страны: материалы XIII Всероссийского съезда гигиенистов, токсикологов и санитарных врачей с международным участием, посвященного 100-летию основания Государственной санитарно-эпидемиологической службы России, Москва, 26–28 октября 2022 года. – Мытищи: Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, 2022. – С. 90–93. EDN TBQMHU

5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2021 году: доклад. – Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2022. – 190 с.

6. Оценка влияния загрязнения питьевой воды химическими соединениями на здоровье населения Воронежской области / Л.Е. Механтьева, М.В. Перфильева, Е.А. Раскина, А.А. Дорохина А.А., А.В. Енин, Н.А. Косякова // Комплексные про-

блемы техносферной безопасности: материалы VI Международной научно-практической конференции: в 3 ч. / отв. ред. И.Г. Дроздов. – Воронеж, 2021. – С. 298–304.

7. Оценка связи заболеваемости населения Воронежской области с водным фактором [Электронный ресурс] / И.И. Механтьев, О.В. Клепиков, С.А. Куролап, Л.А. Масайлова // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – № 3. – Публикация 2–1. – URL: http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-3/2-1.pdf (дата обращения: 27.05.2021).

8. Плеханова И.О. Экологическое нормирование химического состояния почв // Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель / под ред. С.А. Шоба, А.С. Яковлев, Н.Г. Рыбальский. – М.: НИА-Природа, 2013. – С. 156–165.

9. Труфанова С.Д., Митусова В.Е., Енин А.В. Анализ состояния воздушного бассейна города Воронежа за период с 2010 по 2020 год // Актуальные вопросы техносферной безопасности на современном этапе: сборник трудов V Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. – Воронеж, 2021. – С. 142–146.

Сравнительный анализ и оценка риска потенциальной опасности воздействия факторов образовательной среды на состояние здоровья учащихся общеобразовательных школ

Д.А. Эйсфельд[1], Н.В. Зайцева[1,2], О.Ю. Устинова[1,2]

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

Современная школа должна обеспечивать сохранение и укрепление здоровья школьников в процессе обучения.

Цель исследования – сравнительный анализ риск-индуцирующих факторов образовательной среды в школах различного типа и разработка нового подхода к оценке сочетанного влияния факторов образовательной среды на здоровье школьников.

Объектами исследования являлись: пять типов общеобразовательных организаций (группа наблюдения – школы с углубленными программами обучения; группа сравнения – типовые школы); качество компонентов образовательной среды (организация образовательного процесса, качество питания, атмосферного воздуха, воздуха учебных помещений, питьевой воды); состояние здоровья 756 школьников.

В ходе исследования использованы санитарно-эпидемиологические, санитарно-гигиенические методы; клинико-лабораторные, химико-аналитические исследования. Оцен-

ка сочетанного влияния факторов проводилась методом нечеткой логики. Установлено, что детерминантами негативного влияния образовательного процесса на здоровье школьников являются: среди факторов организации учебного процесса – увеличение напряженности, монотонности учебного труда, интеллектуальных нагрузок, сокращение длительности перемен и индекса дефицита восстановления; среди факторов питания – избыток жиров, углеводов, общей калорийности рациона, дефицит белка и микронутриентов; среди химических факторов – повышенное содержание в биосредах металлов, ароматических углеводородов и альдегидов, хлорорганических соединений.

Риск-индуцирующими факторами независимо от типа образовательной организации и ступени обучения являются организация образовательного процесса (I_{pj} = 0,45–0,58) и школьного питания (I_{pj} = 0,41–0,54), групповой индекс потенциальной опасности которых достигает максимальных значений (I_{pj} = 0,49–0,58 и I_{pj} = 0,46–0,54) на первой ступени образования. Максимальный уровень интегрального индекса потенциальной опасности (I_{pdk} = 0,41–0,46), обусловленный сочетанным воздействием факторов, независимо от типа учебной организации, формируется на третьей ступени обучения в образовательных организациях, реализующих углубленные программы обучения естественнонаучной направленности (I_{pdk} = 0,41), минимальный – в школе кадетского типа (I_{pdk} = 0,33).

Ключевые слова: факторы риска, индекс потенциальной опасности, образовательная среда, питание, химические вещества, здоровье.

Вопросы сохранения и укрепления здоровья детей входят в число основных направлений государственной социальной политики, в том числе через обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ [1]. В числе приоритетных мероприятий рассматриваются вопросы обеспечения безопасной образовательной среды для подрастающего поколения [2, 11].

Современный образовательный процесс включает в себя не только вопросы организации учебной деятельности, но и задачи обеспечения безопасной внутришкольной среды и полноценного питания учащихся [16]. Современные школы характеризуются широким спектром образовательных программ, не всегда проходящих санитарно-гигиеническую экспертизу на безопасность для здоровья школьников [3, 12]. Вместе с тем результаты многих исследований свидетельствуют о неблагоприятной динамике показателей здоровья детей по мере школьного обучения [4, 13], что говорит о значительном напряжении функциональных возможностей организма учащихся [5, 14].

Большое количество исследований направлено на изучение влияния химических веществ техногенного происхождения на здоровье детей [12]. В воздухе учебных помещений и атмосферном воздухе пришкольных территорий часто обнаруживается сверхнормативное содержание формальдегида, фенола, бензола, присутствие толуола, этилбензола; в питьевой воде – хлорорганических соединений, что влечет за собой превышение допустимых уровней содержания этих соединений в биосредах детей [8, 18].

Важнейшим фактором, влияющим на здоровье учащихся, является питание [15]. В результате нарушений питания могут возникать заболевания, проявляющиеся не только в детском возрасте, но и на более поздних этапах онтогенеза [10]. Нездоровый рацион питания вызывает озабоченность во всем мире, так как приводит к алиментарно-зависимым заболеваниям детей и увеличивает риск развития многих системных заболеваний в более старших возрастных группах [17].

В последнее десятилетие большое количество работ посвящено изучению влияния различных факторов образовательной среды на состояние здоровья школьников, однако вопросы их сочетанного воздействия остаются малоизученными [6, 7].

Цель исследования – сравнительный анализ и параметризация ведущих факторов риска образовательной среды в школах различного типа и разработка нового подхода к объективной оценке сочетанного влияния факторов на здоровье школьников.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись: пять типов общеобразовательных организаций; группа наблюдения – общеобразовательные школы, реализующие углубленные образовательные программы: I тип – естественно-научной направленности; II тип – общеразвивающей направленности; III тип – физкультурно-спортивной направленности; группа сравнения – типовые общеобразовательные школы с аналогичным (IV тип) и более низким (V тип) уровнем загрязнения объектов среды обитания; качество образовательной среды (организация образовательного процесса, качество горячего школьного питания, атмосферного воздуха, воздуха учебных помещений, питьевой воды); состояние здоровья школьников (756 человек).

Оценка показателей организации учебного процесса проводилась на основании их сравнительного анализа на соответствие требованиям СанПиН 2.4.3648-20[1] и СанПиН 1.2.3685-21[2]. Изучение напряженности учебного процесса I ступени образования выполнено в соответствии с ФР РОШУМЗ-16-2015[3].

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха территорий размещения школ, воздуха учебных помещений, питьевой воды выполнялась на основании результатов натурных исследований. Пробы воздуха отбирались согласно ГОСТ 17.2.3.01 и ГОСТ Р ИСО 16017-1. Качество воздуха оценивали по содержанию фенола, бензола, толуола, этилбензола, марганца, свинца, никеля и хрома. Определение фенола в воздухе проводили фотометрическим методом в соответствии с РД 52.04.186-89 п. 5.3.3.5, формальдегида – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в соответствии с МУК 4.1.1045-01, металлов – масс-спектрометрическим методом в соответствии с МУК 4.1.3481-17, ароматических углеводородов – методом газовой хроматографии (ГХ) в соответствии с МУК 4.1.3167-14. Анализ питьевой воды на содержание хлороформа, тетрахлорметана, 1,2-дихлорэтана выполняли ГХ-методом в соответствии с ГОСТ 31951-2012, формальдегида – методом ВЭЖХ в соответствии с ГОСТ 55227-2012, металлов – методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP MS). Оценку качества воздуха и водопроводной воды проводили путем сравнения полученных разовых и среднесуточных концентраций с гигиеническими нормативами и показателями территории сравнения. Химико-аналитическое исследование содержания в

[1] СанПиН 2.4.3648-20. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи / утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 No 28. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 54 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 правовых и нормативно-технических документов. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 19.10.2022).

[3] ФР РОШУМЗ-10-2015. Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся / В.Р. Кучма, Е.А. Ткачук, Н.В. Ефимова, И.В. Мыльникова. – М., 2015. – 18 с.

крови фенола выполняли в соответствии с МУК 4.1.2108-06, формальдегида – МУК 4.1.2111-06, ароматических углеводородов – МУК 4.1.765-99, хлороформа – МУК 4.1.2115-06, марганца, никеля, хрома – МУК 4.1.3230-14, свинца – МУК 4.1.3161-14. Критериями оценки служили региональные фоновые уровни и показатели группы сравнения. Сравнительная оценка школьного питания выполнялась на основании анализа данных меню-раскладок с расчетом химического состава (белки, жиры, углеводы, витамины B_1, B_2, C, A, минералы Ca, P, Mg, Fe) и энергетической ценности блюд, а также соотношения основных пищевых веществ рациона на соответствие требованиям СанПиН 2.3/2.4.3590-20. Индивидуальным весовым методом определен средний вес порций и фактическое потребление блюд [9]. Рассчитана нутриентная и энергетическая ценность потребленного рациона во время завтрака и обеда (в школе III типа, дополнительно, во время полдника)[4].

Клинико-функциональное обследование детей включало: антропометрические измерения, биоимпедансное исследование (БИА): оценка индекса массы тела (ИМТ, кг/м^2), доли жировой массы (ЖМ, %), фазового угла (ФУ, град), скелетно-мышечной (СММ, кг), активной клеточной (АКМ, кг) и тощей массы (ТМ, кг), электроэнцефалографическое исследование (ЭЭГ), психологическое тестирование (оценка времени реакции – RT-тест; оценка когнитивных функций – STROOP-тест; оценка пространственной оперативной памяти – CORSI-тест; психологического состояния – тест Люшера), кардиоинтервалографию (КИГ), анализ амбулаторных карт развития детей (форма № 112/у), «Медицинской карты ребенка для образовательных учреждений» (форма № 026/у-2000).

Оценку клинического статуса детей выполняли по результатам анализа протоколов осмотров педиатра, гастроэнтеролога, невролога, оториноларинголога, офтальмолога, эндокринолога, врача ЛФК, аллерголога-иммунолога[5].

Анализ информации выполняли в пакете статистического анализа Statistica 6.0 и в пакете статистических функций Microsoft Excel, 2010. Для оценки достоверности различий полученных данных использовался критерий Стьюдента и Фишера.

Оценка сочетанного влияния организации образовательного процесса, школьного питания и антропогенных химических веществ проводилась методом, основанным на теории нечеткой логики. Каждый фактор оценивали интервальными значениями для определения его принадлежности к диапазону шкалированного параметра.

Для оценки степени влияния каждого из 3 групп показателей на здоровье учащихся использовали шкалу на отрезке величин от 0 до 1, градирующую уровень индекса потенциальной опасности с учетом весовых вкладов отдельных показателей (I_{pdi}) и группы в целом (I_{pdj}) в итоговый результат. Значение весовых вкладов школьного питания, образовательного процесса и химических факторов в тяжесть потенциальных нарушений здоровья школьников принимали равными: 0,4; 0,5, 0,1, а I, II, III ступеней образования – 0,3; 0,2, 0,5 соответственно. Индекс потенциальной опасности (I_{pd}) рассматривали, как основную количественную ве-

[4] Сопоставление рационов питания проводилось в соответствии с требованиями, предъявляемыми к образовательным организациям кадетского типа и кадетской направленности.

[5] Исследования выполнены врачами-специалистами ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

личину вкладов отдельных показателей, используемую для оценки интегрального индекса (I_{pdk}), и определяли как сумму произведений индексов потенциальной опасности каждой группы показателей (I_{pdj}) и их весового вклада в тяжесть потенциальных нарушений (V_g). При расчетах степени принадлежности значения индекса потенциальной опасности к определенному диапазону шкалы метод использования множеств предполагал наличие нечетких границ диапазонов, размытых на ± 20 %, в результате чего значения соседних диапазонов шкалы могли пересекаться (рисунок).

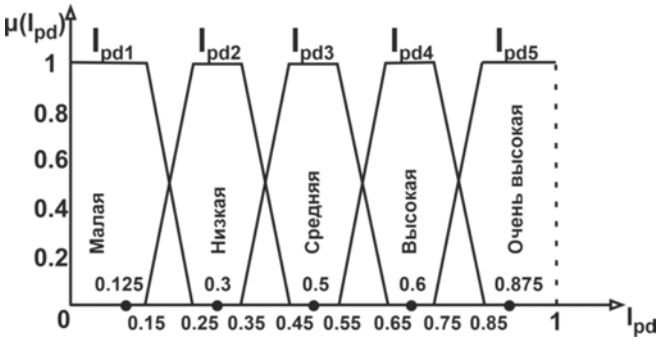


Рис. Диапазоны шкалы значений индекса потенциальной опасности нарушений здоровья школьников при сочетанном воздействии факторов риска

Каждый диапазон значений показателей представлял собой трапециевидное нечеткое число с функцией принадлежности μ(x) к определенному диапазону шкалы. Величина μ(x) отражает принадлежность диапазона значения показателя к диапазону шкалы индекса потенциальной опасности.

Индексы оценивались отдельно по I, II, III ступеням образования по каждому фактору, по группе факторов и по школе в целом. Полученные показатели определяли категорию школы по степени потенциальной опасности.

Результаты. Анализ организации образовательного процесса на ступенях образования показал, что во всех типах изучаемых школ имели место нарушения СанПиН 2.4.3648-20. Однако организация образовательного процесса в школах, реализующих углубленные образовательные программы, характеризовалась повышенной в 1,4 раза интенсивностью учебной нагрузки, а режим образовательного процесса по совокупности нарушений являлся в 1,4–1,9 раза более напряженным, чем в типовых школах.

Оценка санитарно-гигиенического качества атмосферного воздуха и воздуха закрытых помещений образовательных организаций показала их несоответствие требованиям СанПиН 1.2.3685-21. Во всех школах установлено присутствие толуола и этилбензола; выявлено повышенное относительно ПДК$_{сс}$ содержание фенола и формальдегида: в 1,6–1,7 раза – в атмосферном воздухе пришкольных территорий (0,0162 ± 0,0022–0,0168 ± 0,0034 мг/м^3; $p < 0,001$) и в 1,2–2,0 раза – в воздухе помещений (0,0124 ± 0,0025–0,02136 ± 0,0044 мг/м^3; $p < 0,001$).

В ходе гигиенической оценки качества питьевой воды в обеих изучаемых группах школ установлено несоответствие требованиям СанПиН. Содержание хлороформа (0,138 ± 0,01 и 0,186 ± 0,007 мг/м^3 соответственно) и формальдегида (0,123 ± 0,004 и 0,094 ± 0,002 мг/м^3 соответственно) в питьевой воде превысило

ПДК (0,06 и 0,05 мг/м^3 соответственно) ($p < 0,001$). В питьевой воде школ наблюдения концентрация хлороформа (0,138 ± 0,01 мг/м^3) была в 1,4 раза ниже, а формальдегида (0,123 ± 0,004 мг/м^3) и марганца (0,093 ± 0,0015 мг/м^3) – в 1,3 и 28,2 раза выше аналогичных показателей школ сравнения (0,186 ± 0,007; 0,094 ± 0,002; 0,0033 ± 0,0004 мг/м^3 соответственно, $p < 0,001$).

Изучение содержания химических веществ в крови детей продемонстрировало во всех школах превышение в 1,5–5,0 раза региональных фоновых уровней по фенолу (0,0100 ± 0,0036 мкг/мл) и в 2,2–16,8 раза – по формальдегиду (0,0050 ± 0,0014 мкг/мл) ($p < 0,001$). Кроме этого, в крови учащихся школы I типа установлено присутствие бензола и толуола; II типа – превышение фоновых значений хрома (0,0027 ± 0,00199 мкг/мл) в 1,4–1,8 раза: 0,0037 ± 0,0005–0,0049 ± 0,0010 мкг/мл ($p < 0,001$), обнаружены бензол, толуол, хлороформ; III типа – в 1,9–2,7 раза превышен уровень хрома: 0,0052 ± 0,0005–0,0072 ± 0,0008 мкг/мл ($p < 0,001$), установлена контаминация биосред бензолом, толуолом, хлороформом; IV типа – выявлены бензол и этилбензол; V типа – бензол, толуол и хлороформ.

Сравнительная гигиеническая оценка питания показала нарушения соотношения макронутриентов относительно норматива (1:1:4) в меню всех школ. Наиболее согласуется с рекомендуемым уровнем питание детей школы IV типа (1:1,1:3,8); в питании детей школы I типа имеет место дефицит всех нутриентов – 0,8:0,7:2,6; в школах II (1,6:1,6:5,0), III (1,4:1,5:4,3) и V (1,4:1,3:4,8) типов – превышение. Минимальный дефицит микронутриентов определен в школе I типа (кальций, витамин А), максимальный – в школе III типа (B_1, B_2, С, А, железо, кальций, магний, фосфор). Следует отметить, что в рационах питания учащихся всех учебных заведений имел место недостаток кальция.

Сравнительная оценка физического развития школьников показала, что для учащихся школы I типа характерен гармоничный тип развития, который встречался в 1,8–2,4 раза чаще, чем в школах сравнения ($p < 0,001$). Для детей школы II типа характерно соответствие роста, веса, данных кистевой динамометрии возрастным нормам. Детей школы III типа отличали средние показатели веса, развитая грудная клетка и тенденция к увеличению в 1,6 раза показателей экскурсии грудной клетки к III ступени обучения ($p = 0,09$). Для учащихся старших классов типовых школ характерны средние показатели роста, однако формирование у каждого третьего подростка избытка массы тела ($p = 0,02$).

Оценка нутритивного статуса выявила в типовых школах к III ступени увеличение в 2,0–2,3 раза числа детей с ИМТ и долей ЖМ, превышающих в 1,4–1,8 раза норму ($p = 0,02$). Для учащихся школы I типа характерно снижение к старшим классам до 2,5 раз показателей ИМТ и доли ЖМ ($p = 0,02$). Учащихся школы II типа отличала физическая активность на протяжении всех лет обучения, о чем свидетельствует в 1,6–2,3 раза более частая регистрация у них повышенных значений СММ ($p < 0,0001$) и увеличение в 3,2 раза к старшим классам числа детей с нормальными значениями СММ ($p = 0,0003$). Результаты БИА в школе III типа показали лучшую, чем у детей типовых школ, физическую подготовку и двигательную активность, что подтверждается в 1,2–1,8 раза большими значениями показателей АКМ, СММ, ФУ ($p < 0,0001$).

Анализ результатов ЭЭГ показал, что в типовых школах к выпускным классам число случаев дисфункций не превышало 7,6–10,0 % ($p = 0,002–0,02$).

У детей школ I и II типов наблюдалась тенденция к скачкообразной динамике: стабилизация биоэлектрической активности мозга у большинства из них ко II ступени образования (86,4–100,0 %) и дестабилизация у 23,8 % учеников в выпускных классах.

Данные психологического тестирования выявили у детей школ с углубленными программами обучения на I ступени образования в 1,2–2,9 раза меньшие значения показателей стресса и тревожности, чем у учащихся типовых школ, и большие – когнитивной гибкости (p = 0,01–0,05); вместе с тем они демонстрировали в 1,2–2,9 раза более устойчивый характер рабочей памяти (p = 0,0001–0,01), но значительное повышение показателей стресса к выпускным классам (p < 0,0001–0,01), в отличие от детей, обучающихся в типовых школах.

Результаты оценки функционального состояния ВНС показали преобладание эйтонического варианта ИВТ у детей обеих групп на всех ступенях образования (41,7–88,9 %, p < 0,001–1,0). У учащихся школ, реализующих углубленные общеобразовательные программы, наблюдалось увеличение к выпускным классам до 4,0 раза числа случаев регистрации асимпатико-тонического типа ВР (с 0,0–5,9 % до 15,4–23,8 %, p = 0,004), что иллюстрирует истощение резервных возможностей вегетативной регуляции.

Анализ распределения учащихся по группам здоровья выявил в группе наблюдения на I и II ступенях обучения в 1,2–1,8 раза меньшее количество детей с 1-й и 2-й группами здоровья и в 1,8–2,5 раза большее – с 3-й группой, чем в группе сравнения (p = 0,03–0,05).

С использованием метода нечеткой логики определены величины, структурирован и классифицирован индекс потенциальной опасности воздействия факторов образовательной среды на состояние здоровья школьников.

Для школы I типа индекс потенциальной опасности, связанной с нарушениями в школьном питании, составил I_{pdj} = 0,180 (малая – низкая опасность); индекс потенциальной опасности, обусловленной нарушениями в организации образовательного процесса, – I_{pdj} = 0,262 (низкая опасность); индекс опасности, сопряженной с антропогенными контаминантами, имел величину I_{pdj} = 0,016 (пренебрежимо малая опасность). Интегральный индекс потенциальной опасности многокомпонентного влияния всех факторов риска в 2,6–3,1 раза превышал безопасный уровень (I_{pd} < 0,15), повышаясь от I к III ступени в 1,2 раза. Общий интегральный индекс потенциальной опасности составил I_{pdk} = 0,47 (средний), что в 3,0 раза превысило границу безопасного уровня (таблица).

В школе II типа значение индекса потенциальной опасности, сопряженной с нарушениями в питании, достигало I_{pdj} = 0,166 (малая – низкая опасность); индекс опасности, связанной с факторами образовательного процесса, – I_{pdj} = 0,242 (малая – низкая опасность); индекс потенциальной опасности, обусловленной антропогенными химическими веществами, – I_{pdj} = 0,016 (малая опасность). Интегральный индекс потенциальной опасности составил I_{pdk} = 0,43 (средняя – низкая), превышая границу допустимого уровня в 2,9 раза; при этом, от I к III ступени его значение возрастало в 1,2–1,3 раза – от I_{pdk} = 0,34 до I_{pdk} = 0,42 (средняя – низкая опасность).

В школе III типа индекс потенциальной опасности, связанной с нарушениями в питании, составил I_{pdj} = 0,195 (малая – низкая опасность); нарушения в организации образовательного процесса сформировали индекс потенциальной опасности

с величиной I_{pdj} = 0,191 (малая – низкая опасность); индекс опасности, сопряженной с химическими веществами, равнялся I_{pdj} = 0,014 (малая опасность). Интегральный индекс потенциальной опасности при сочетанном влиянии факторов составил I_{pdk} = 0,40 (средняя – низкая), превышая допустимую границу в 2,7 раза (I_{pd} < 0,15).

Индексы потенциальной опасности нарушений здоровья учащихся школ различного типа

Фактор риска	Школа I типа			Школа II типа			Школа III типа			Школа IV типа			Школа V типа		
	Ступени образования														
Школьное питание	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Белки, г	0,06	0,05	0	0	0	0	0,04	0,03	0,05	0	0,04	0	0	0,03	0
Жиры, г	0	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,03	0,03	0,04	0,1	0,03	0,07	0,10	0,05	0,07
Углеводы, г	0	0,04	0,06	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04	0,05	0,1	0,04	0,06	0,10	0,05	0,06
Калорийность, ккал	0	0,04	0,05	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,1	0,04	0,05	0,10	0	0,05
B_1, мг	0,07	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0	0,03	0,05	0	0,05	0,05
B_2, мг	0,06	0,03	0,05	0,07	0,06	0,06	0,04	0,03	0,05	0	0,05	0,05	0	0,05	0,05
C, мг	0,06	0,04	0	0	0	0	0,06	0,05	0,06	0,09	0,04	0	0,09	0,05	0
A, мг	0,08	0,05	0	0,06	0	0	0,05	0,05	0,05	0	0,07	0	0	0,03	0
Ca, мг	0,06	0,07	0,08	0	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0	0,06	0,08	0	0,03	0,08
P, мг	0,06	0,03	0,05	0,07	0,05	0,05	0	0	0	0,08	0,06	0,05	0,08	0,05	0,05
Mg, мг	0,06	0	0	0	0	0	0,04	0,03	0,05	0	0,04	0	0	0,04	0
Fe, мг	0,05	0	0	0	0	0	0,05	0,04	0,03	0	0,04	0	0	0	0
Итог (I_{pd})	0,54	0,42	0,41	0,43	0,41	0,41	0,46	0,42	0,49	0,46	0,53	0,41	0,46	0,43	0,41
I_{pdj} по ступени образования	0,065	0,033	0,082	0,052	0,033	0,082	0,054	0,033	0,098	0,055	0,042	0,082	0,055	0,034	0,082
I_{pdj} по школе в целом	0,180			0,166			0,185			0,180			0,171		
Образовательный процесс															
Перерыв между сменами и факультативными занятиями	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,13	0,09	0,14	0,17	0,17	0,14	0,14	0,15
Большая перемена	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0	0	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07
Перемены между уроками	0,1	0,1	0,1	0,07	0,07	0,07	0,08	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0,07
Наполняемость классов, $м^2$	0,08	0,08	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,1	0,1	0,06	0,08	0,08	0,06	0,06	0,06
Недельная нагрузка	0,08	0,06	0,07	0,08	0,06	0,07	0,06	0,08	0,08	0,07	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06
Дневная нагрузка, уроки	0,08	0,05	0,07	0,08	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
Итог (I_{pd})	0,58	0,52	0,55	0,49	0,45	0,49	0,50	0,38	0,34	0,53	0,49	0,48	0,53	0,51	0,47
I_{pdj} по ступени образования	0,087	0,052	0,123	0,074	0,045	0,123	0,068	0,038	0,085	0,080	0,049	0,120	0,080	0,051	0,012
I_{pdj} по школе в целом	0,262			0,242			0,191			0,249			0,142		
Химические вещества															
Фенол, $мг/дм^3$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Толуол, $мг/дм^3$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Бензол, $мг/дм^3$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Формальдегид, $мг/дм^3$	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
Марганец, $мг/дм^3$	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Хром, $мг/дм^3$	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Окончание таблицы

Фактор риска	Школа I типа			Школа II типа			Школа III типа			Школа IV типа			Школа V типа		
	Ступени образования														
Никель, мг/дм^3	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Хлороформ, мг/дм^3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1,2-дихлорэтан, мг/дм^3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Этилбензол	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
ТХМ, мг/дм^3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Свинец, мг/дм^3	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Итог (I_{pd})	0,15	0,15	0,16	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,16
I_{pdj} по ступени образования	0,005	0,003	0,008	0,005	0,003	0,008	0,004	0,003	0,007	0,005	0,003	0,008	0,005	0,003	0,008
I_{pdj} по школе в целом	0,016			0,016			0,014			0,016			0,016		
Интегральный I_{pdk} по ступени образования	0,39	0,39	0,46	0,34	0,32	0,42	0,34	0,30	0,32	0,36	0,37	0,42	0,35	0,37	0,41
Общий (I_{pd}) по ступени, %	100,0	4,60	100,0	16,53	42,89	23,85	2,36	87,1	67,43	100,0	100,0	29,49	100,0	6,58	36,17
		95,30		83,47	57,11	76,15	97,64	21,9	32,57			70,51		93,42	63,83
Общий интегральный (I_{pdk}) по школе в целом	0,472			0,425			0,400			0,444			0,435		
Общий (I_{pd}) по школе, %	100,0			25,46			50,05			5,63			15,2		
				74,54			49,95			94,37			84,8		

Примечание:

– малая опасность

– высокая опасность

– низкая опасность

– очень высокая опасность

– средняя опасность

В школе IV типа индекс потенциальной опасности, связанной с несоответствием школьного питания нормативам, составлял $I_{pdj} = 0{,}180$ (малая – низкая опасность); значение индекса опасности, связанной с нарушениями в организации учебного процесса, достигало $I_{pdj} = 0{,}249$ (малая – низкая опасность); индекс потенциальной опасности, сопряженной с химическими загрязнителями, равнялся – $I_{pdj} = 0{,}016$ (малая опасность). Интегральный индекс потенциальной опасности одновременного воздействия всех факторов составил $I_{pdk} = 0{,}45$ (средняя), возрастания с I к III ступени в 1,2 раза – с $I_{pdk} = 0{,}36$ до $I_{pdk} = 0{,}42$, превысив границу допустимого уровня в 3,0 раза.

У учащихся школы V типа индекс потенциальной опасности, сопряженной с нарушениями в школьном питании, составил $I_{pdj} = 0{,}171$ (малая – низкая опасность); индекс опасности, связанной с нарушениями в организации образовательного процесса, достигал $I_{pdj} = 0{,}142$ (малая опасность); индекс опасности, обусловленной химическими веществами, – $I_{pdj} = 0{,}016$ (малая опасность). Интегральный индекс потенциальной опасности всех факторов возрастал с $I_{pdk} = 0{,}35$ на I ступени образования до $I_{pdk} = 0{,}41$ (средняя – низкая опасность) – на III ступени, возрастая в 1,2 раза. Для всех детей интегральный индекс потенциальной опасности всех факторов риска составил $I_{pdk} = 0{,}44$ (средняя – низкая опасность), превышая безопасный порог ($I_{pd} < 0{,}15$) в 2,9 раза.

Сравнение значений интегрального индекса потенциальной опасности нарушений морфофункционального и психологического статусов школьников всех образовательных организаций с диапазонами шкалы показало, что его величины (I_{pdk} = 0,40–0,47) в 2,7–3,1 раза превышали допустимый уровень ($I_{pd} \leq 0,15$); при этом первое ранговое место по одновременному влиянию факторов риска принадлежало школе I типа, второе – типовым общеобразовательным школам, третье – школе II типа, четвертое – школе III типа.

Выводы:

1. Основными детерминантами негативного влияния образовательного процесса на здоровье учащихся являются: превышение напряженности, монотонность учебного труда, интеллектуальные нагрузки, сокращение длительности перемен и индекса дефицита восстановления; среди факторов питания – избыток жиров, углеводов, общей калорийности рациона, дефицит белка и микронутриентов; среди химических факторов – повышенное содержание в биосредах металлов, ароматических углеводородов и альдегидов, хлорорганических соединений.

2. Ведущими факторами риска являются: организация образовательного процесса (I_{pj} = 0,45–0,58;) и школьного питания (I_{pj} = 0,41–0,54).

3. Максимальный уровень интегрального индекса потенциальной опасности (I_{pdk} = 0,41–0,46), обусловленный сочетанным действием факторов образовательного процесса, школьного питания и антропогенных химических веществ, формируется на третьей ступени обучения.

4. В условиях сочетанного воздействия факторов риска максимальный уровень интегрального индекса потенциальной опасности здоровью школьников формируется в образовательных организациях, реализующих углубленные программы обучения естественнонаучной направленности (I_{pdk} = 0,41), минимальный – в школе кадетского типа (I_{pdk} = 0,33).

Список литературы

1. Бузинов Р.В. Аверина Е.А., Унгуряну Т.Н. Влияние условий образовательной среды на состояние здоровья детей дошкольного и школьного возраста на территории Архангельской области // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3. – С. 27–32.

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. Гигиена детей и подростков в современной школьной медицине / В.Р. Кучма, С.Г. Сафонкина, В.В. Молдованов, Н.Ю. Кучма // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (11). – С. 1024–1027.

4. Ефимова Н.В., Мыльникова И.В. О влиянии факторов окружающей среды и образа жизни на формирование синдрома вегетативной дисфункции у школьников // Гигиена и санитария. – 2019. – № 1. – С. 76–81.

5. Методические аспекты оценки потенциального ущерба здоровью школьников / И.И. Новикова, Ю.В. Ерофеев, А.В. Денисов, И.В. Мыльникова // Гигиена и санитария. – 2019. – № 10. – С. 1124–1128.

6. Методические аспекты оценки потенциального ущерба здоровью школьников / И.И. Новикова, Ю.В. Ерофеев, А.В. Денисов, И.В. Мыльникова // Гигиена и санитария. – 2019. – № 10. – С. 1124–1128.

7. Научные основы и технологии обеспечения гигиенической безопасности детей в "цифровой школе" / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, М.И. Степанова, П.И. Храмцов, И.Э. Александрова, С.Б. Соколова // Гигиена и санитария. – 2019. – № 12. – С. 1385–1391.

8. Особенности нервно-психического статуса и качества жизни детей и подростков как результат воздействия факторов риска образовательной среды / А.Г. Сетко, Е.А. Терехова, А.В. Тюрин, М.М. Мокеева // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 62–69.

9. Перевалов А.Я., Лир Д.Н. Выбор метода изучения питания детей в организованных коллективах при оценке риска здоровью // Санитарный врач. – 2015. – № 9. – С. 15–21.

10. Погожева А.В., Смирнова Е.А. Роль образовательных программ в области здорового питания как основы профилактики неинфекционных заболеваний (обзор литературы) // Гигиена и санитария. – 2020. – № 12. – С. 1426–1430.

11. Прахин Е.И., Гуров В.А., Пономарева Э.В. Психосоматические особенности детей в медико-педагогическом мониторинге здоровьеформирующей деятельности школ // Гигиена и санитария. – 2018. – № 7. – С. 635–641.

12. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, К.П. Лужецкий, О.А. Маклакова, М.А. Землянова, О.В. Долгих, С.В. Клейн, Н.В. Никифорова // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 66–83.

13. Романенко С.П. Оценка питания и двигательной активности детей в образовательных организациях кадетского типа // Гигиена и санитария. – 2020. – № 1. – С. 63–68.

14. Характеристика физического здоровья учащихся современных общеобразовательных организаций / Е.С. Богомолова, М.В. Шапошникова, Н.В. Котова, Т.В. Бадеева, Е.О. Максименко, А.С. Киселева, С.Н. Ковальчук, М.В. Ашина, Е.О. Олюшина // Гигиена и санитария. – 2019. – № 9. – С. 956–961.

15. Яценко А.К., Транковская Л.В. Влияние факторов окружающей среды, обучения и воспитания на биологическое развитие детей (обзор литературы) // Гигиена и санитария. – 2015. – № 5. – С. 102–107

16. High intensity intermittent games-based activity and adolescents’cognition: moderating effect of physical fitness / S.B. Cooper, K.J. Dring, J.G. Morris [et al.] // BMC Public Health. – 2018. – Vol. 18 (1). – P. 603.

17. Patchy progress on obesity prevention: emerging examples, entrenched barriers, and new thinking / C.A. Roberto, B. Swinburn, C. Hawkes [et al.] // Lancet. – 2015. – Vol. 385 (9985). – P. 2400–2409. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61744-X

18. Tan S.Y., Praveena S.M., Abidin E.Z. Heavy metal quantification of classroom dust in school environment and its impacts on children health from Rawang (Malaysia) // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. – 2018. – Vol. 25 (34). – P. 34623–35. DOI: doi.org/10.1007/s11356-018-3396-x

Микропластик в воде – новый фактор риска здоровью

О.О. Синицына[1], Г.Б. Еремин[2], В.В. Турбинский[1], М.В. Пушкарева[1], М.А.Ширяева[1], Д.С. Борисова[2], О.Л. Маркова[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи,
[2]ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, г. Санкт-Петербург, Россия

Актуальность загрязнения водных объектов и питьевой воды микропластиком связана с широким использованием пластмасс во многих отраслях промышленности, сельском хозяйстве, в производстве бытовой химии и медицинских препаратов. Опасность микропластика для здоровья человека обусловлена как физическим воздействием, так и химическими веществами, входящими в его состав, а также микроорганизмами, которые могут находиться на его поверхностности.

В ряде работ зарубежных исследователей показаны механизмы образования и попадания микропластика как в морскую, так и пресную воду. Имеются исследования, подтверждающие наличие микропластика в воде морей и рек Российской Федерации.

Исследования по обнаружению микропластика в тканях водных организмов немногочисленны. По данным зарубежных авторов микропластик способен поглощаться моллюсками, морскими звездами, актиниями, крабами и др. Отечественными исследователями подтверждено присутствие значительного количества микропластика в пищеварительном тракте ельца, выловленного из р. Томь. В ряде зарубежных исследований выявлено воздействие микропластика на репродуктивность, пищевое поведение, а также на снижение выживаемости у ракообразных и рыб.

Известно, что рыбная продукция является важным источником микропластика в рационе питания человека. Биоаккумуляция микропластика в водной биоте рассматривается как потенциальная угроза организмам более высоких трофических уровней, в том числе человеку, который находится на вершине пищевой цепи.

Отсутствие унифицированных методов отбора проб воды, недостаточность исследований по изучению воздействия микропластика на организм человека, отсутствие методологии гигиенического нормирования микропластика в воде определяют необходимость проведения исследований, направленных на выявление источников и причин загрязнения микропластиком водных объектов, в том числе источников питьевого водоснабжения, оценку риска для здоровья населения и обеспечения безопасных условий водопользования.

Ключевые слова: микропластик, водные объекты, питьевая вода, фактор риска здоровью.

Мировое производство пластмассовых изделий постоянно растет, поскольку эти материалы присутствуют во всех сферах нашей жизни. С 1950 по 2020 г. на планете было произведено почти 9 млрд т пластика, из которого: 9 % – переработано; 12 % – сожжено; 79 % – не переработано (находится на полигонах твердых бытовых отходов, нелегальных свалках мусора или в природной среде) [18].

В настоящее время все большую обеспокоенность мирового сообщества вызывает загрязнение водных объектов пластиковыми отходами. Так, в настоящее время в рамках Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в процессе разработки и согласования на межправительственном уровне находится Международное юридически обязательное соглашение по борьбе с загрязнением пластмассами, в том числе в морской среде [3]. В работе межправительственной переговорной комиссии активное участие принимают представители заинтересованных федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации.

Особое внимание среди загрязнений водных объектов пластмассами привлекает микропластик, который широко используется в промышленной и сельскохозяйственной продукции, бытовой химии, медицинских препаратах («первичный» микропластик), а также микропластик, который образуется в результате фотодеструкции пластиковых изделий («вторичный» микропластик).

Потенциальная опасность микропластика для здоровья человека может быть обусловлена физическим воздействием, химическими веществами, входящими в его состав, а также микроорганизмами из пленок, которые образуются на его поверхностности.

В мировой практике отсутствуют унифицированные методы отбора проб воды, осадков, водных организмов, не определены условия экспериментального изучения воздействия микропластика на организм человека, не разработана методология гигиенического нормирования в воде и оценки риска для здоровья населения.

Первые сообщения об обнаружении микрочастиц пластика в пробах планктона относятся к началу 1970-х гг., однако до начала 2000-х гг. они не привлекали большого внимания научного сообщества. Понятие «микропластик» впервые появилось в научной литературе в 2004 г. благодаря биологу Ричарду Томпсону. По его мнению, микропластик – это первоначально крупные пластиковые элементы, которые с течением времени распадаются в морской среде на более мелкие частицы размером от 1 мкм до 5 мм [11].

Микропластик состоит из широко распространенных видов пластмасс: полиэтилен (PE), полистирол (PS), полипропилен (PP), полиамиды (PLA) и поливинилхлорид (PVC). Они различаются по размеру, удельной плотности и форме и чаще всего встречаются в водной среде. Все упомянутые микропластики могут адсорбировать различные загрязняющие вещества: пестициды, фармацевтические препараты, средства личной гигиены, металлы, микроорганизмы и переносить их в различные экосистемы.

A.I. Andrady (2011) попытался рассмотреть судьбу пластмасс и механизмы, с помощью которых микропластики попадают в водную среду. Показано, что при воздействии солнечного ультрафиолетового излучения и механических сил, таких как волны, приливы и отливы, пластмассы уменьшают свой средний молекулярный вес, в результате чего они становятся достаточно хрупкими, что позволяет им рассыпаться на порошкообразные фрагменты (микропластики). Этот процесс также усиливает вымывание химических веществ из пластмасс в воду, тем самым увеличивая токсичность водной среды [5].

Пресноводная среда также подвержена загрязнению микропластиком. M. Eriksen et al. (2014) опубликовали первое исследование открытой воды на предмет загрязнения пластиком в системе Лаврентийских Великих озер. Образцы были собраны с 21 участка в трех озерах (озера Верхнее, Гурон и Эри) и были исследованы с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM). Все образцы, кроме одного, содержали пластик. Их средняя численность составляла 43 157 частиц/км^2.

Пробы из озера Эри имели самую высокую концентрацию микропластика, составляя 85 % всех микропластиковых частиц, собранных во всех образцах вместе взятых, размер частиц варьировался от 0,36 до 0,99 мм. Определены пять категорий микропластика, наиболее распространенными были гранулы и фрагменты, составляющие 81 % от общего количества частиц [17].

В настоящее время экспедиционные работы по изучению пластикового загрязнения проведены в 10 морях России [9].

В арктические моря России значительное количество пластиковых частиц поступает с атлантическими течениями из густонаселенных районов Европы и Америки. В Баренцевом море исследователями обнаружено максимальное количество микрочастиц пластика, составляющее 30 шт./м^3. Меньшее количество частиц микропластика найдено в Карском море (9 шт./м^3), море Лаптевых (7 шт./м^3), Белом море (6,42 шт./м^3) и Восточно-Сибирском море (2 шт./м^3), несмотря на то, что данные моря являются местом стока крупных рек Европейского Севера России и Сибири (Северная Двина, Обь, Енисей, Лена и др.). Количественный вклад этих рек в загрязнение микропластиком морей Северного Ледовитого океана пока остается неопределенным.

Микропластик может поступать в российские моря и с тихоокеанскими течениями. Данным обстоятельством может объясняться повышенная концентрация микропластика в водах Чукотского (до 26 шт./м^3), Берингова (до 81 шт./м^3) и Охотского морей (до 357 шт./м^3).

В российских водах внутриматериковых морей Атлантического океана концентрация микропластика существенно не отличалась от таковой морей Северного Ледовитого океана. В водах Балтийского моря содержалось менее 10 шт./м^3 микропластика, а в водах Черного моря – до 7 шт./м^3.

За последние годы выполнены исследования по изучению микропластика в пресных водах крупных рек России [2]. Анализ образцов воды показал, что максимальное количество микропластика содержится в левом притоке Волги – р. Казанке (до 210 шт./м^3), притоке Северной Двины – р. Вычегде (76 шт./м^3), в Оби (51 шт./м^3), Томи (44 шт./м^3) и в притоке Камы – р. Меше (41 шт./м^3). Менее загрязненными микропластиком являются воды в притоке Оби – р. Ишим (4,56 шт./м^3), в Волге (до 4,10 шт./м^3), Енисее (2,95 шт./м^3) и Нижней Тунгуске (2,58 шт./м^3). Содержание микропластика в озере Байкал составляло от 0,03 до 3,85 шт./м^3.

Исследования содержания микропластика в тканях водных организмов крайне немногочисленны. По данным зарубежных авторов микропластик способен поглощаться арктической биотой: моллюсками, морскими звездами, актиниями, крабами и другими водными организмами (табл. 1).

Таблица 1

Содержание микропластика в живых организмах водной среды

Море	Организм	Авторы исследований, год публикации	Концентрация, шт./особь
Баренцево	Мидии (*Mytilis spp.*)	A.L. Lusher et al., 2017 [14]	4,29–10,81 (0–24,44 г/особь)
Чукотское	Морская звезда (*Asterias rubens*)	C. Fang et. al., 2018 [11]	0,04–1,67
	Морская звезда (*Ctenodiscus crispatus*)	C. Fang et. al., 2021 [12]	0,1–1,4
	Актиния (*Actiniidae und.*)		0,2–1,7
	Краб-стригун (*Chionoecetes opilio*)		0,0–0,6

Наибольшая концентрация микрочастиц обнаружена в тканях голубых мидий (4,29–10,81 шт./особь) в Баренцевом море, а минимальная – в крабе-стригуне (0,0–0,6 шт./особь) в Чукотском море. Среди представителей биоты Чукотского моря повышенная концентрация микропластика была выявлена в актиниях (0,2–1,7 шт./особь) и в морских звездах (0,04–1,67 шт./особь) [15, 16, 19].

Следует отметить, что исследованиям по обнаружению микропластика в живых организмах пресноводной биоты в научной литературе отводится гораздо меньшее внимание.

Впервые в России изучение концентраций микропластика в живых организмах, обитающих в водоемах России, проведено учеными Центра исследований Биологического института Томского государственного университета, которые в рамках проекта по изучению загрязненности Оби и ее притоков установили присутствие значительного количества микропластика (размером от 0,15 до 2,00 мм) в пищеварительном тракте ельца, выловленного из р. Томь.

Данные о негативном воздействии микропластика на представителей водной биоты в России в проанализированной научной литературе отсутствуют. Однако такие сведения были получены зарубежными исследователями в других регионах мира. Установлено связанное с микропластиком нарушение репродуктивного и пищевого поведения, а также снижение выживаемости у веслоногих ракообразных и у рыб [13].

Опасности, связанные с микропластиками, включают: физические характеристики (например, размер, форму и поверхность); добавки, намеренно используемые в процессе производства пластика и повышающие его стойкость к воздействию окружающей среды; способность поглощать химические загрязнения и микробные патогены и концентрировать их вдоль пищевой цепи.

Известно, что рыбная продукция является важным источником микропластика в рационе питания человека. Поэтому в случае загрязнения микропластиком, их потребление может представлять угрозу для здоровья человека.

В зарубежном исследовании [10] утверждается, что биоаккумуляция микропластика в водной биоте рассматривается как потенциальная угроза организмам более высоких трофических уровней. Поскольку человек находится на вершине пищевой (трофической) цепи, существует вероятность того, что пластиковое загрязнение будет оказывать неблагоприятное влияние на здоровье человека.

Из пищевых продуктов наибольшую опасность представляют морепродукты, при регулярном потреблении которых по данным исследования в организм человека может поступать до 11 000 частиц микропластика в год [1].

Значительным источником поступления микропластика в организм человека может быть питьевая вода. Установлено, что употребление бутилированной воды способствует поступлению в организм до 90 000 частиц в год, при использовании водопроводной воды – до 4000 частиц. Доказано, что процесс миграции микропластика и токсичных продуктов из упаковки увеличивается при нарушении сроков и температурного режима хранения, а также при использовании пластиковой тары с механическими повреждениями стенок.

В работе S.A. Mason et al. [12] исследована питьевая вода из 259 бутылок 11 мировых брендов, приобретенных в различных странах. Установлено, что 93 % протестированных проб содержали микропластик.

Сообщается, что микропластик размером более 0,15 мм, вероятно, не всасывается в желудочно-кишечном тракте, а микропластик размером менее 0,15 мм может проникать из полости кишечника в лимфу и кровеносную систему. Например, микрочастицы обнаружены в лимфатической жидкости и цитоплазме некоторых рыб (табл. 2).

Таблица 2

Содержание микропластиковых частиц в органах рыб [5, 7, 10]

Виды/таксоны	Орган	Количество	Средняя длина (мкм)	Тип микропластика
Нильская тиляпия *Oreochromis niloticus*	Жабры	$(71,7 \pm 9,3 \times 10^4)$ мкг/кг	0,1	PS (100 мкг/л)
	Печень	$(36,6 \pm 1,0 \times 10^4)$ мкг/кг		
	Мозг	$(40,5 \pm 0,6 \times 10^4)$ мкг/кг		
Обыкновенная султанка *Mullus barbatus* Черноморско-азовская проходная сельдь *Alosa immaculata*	Жабры	–	50–200	PC PA
	Печень			
	Мозг			
Плоскоголовый бартейл *Platycephalus indicus*	Мышцы	14 шт./ особь	< 250	н/д
	Жабры	17 шт./ особь	100–250	

Микропластик обнаружен в 80 % образцов печени 13 исследованных рыб, выловленных в Средиземном море. Кроме того, после попадания в кровоток рыбы микропластик может накапливаться в мышцах, жабрах и печени. Накопленный микропластик в тканях и органах рыбы может мигрировать в другие высокотрофные организмы по пищевой цепи.

Рядом зарубежных исследователей обнаружены частицы микропластика в образцах тканей венозного кровотока человека, что может явиться подтверждением возможного переноса микропластика в организме человека по кровеносным сосудам [7].

Пластмассы состоят из различных химических соединений, некоторые из них являются опасными и могут выщелачиваться в окружающую среду при разложении. Пластмассы обычно содержат добавки, которые улучшают их свойства, такие как прочность и эластичность. Выщелачивание этих добавок из пластмасс в окружающую среду приводит к вредному воздействию не только на водную среду, но и на здоровье человека [8].

Проанализированные данные научной литературы свидетельствуют, что микропластик является одним из приоритетных загрязнений морских и пресных водоемов России, а также питьевой (водопроводной и бутилированной) воды.

Отмечено накопление и отрицательное влияние микрочастиц пластика на биоту морских и пресных водоемов. Однако достаточно убедительные данные о клинически значимых нарушениях здоровья человека, вызванных частицами микропластика, отсутствуют.

В то же время отсутствие унифицированных методов отбора проб воды, недостаточность исследований по изучению воздействия микропластика на организм человека, отсутствие методологии гигиенического нормирования микропластика в воде определяют необходимость проведения исследований, направленных на выявление источников и причин загрязнения микропластиком водных объектов, в том числе источников питьевого водоснабжения, оценку риска для здоровья населения

и обеспечения безопасных условий водопользования. Кроме того, необходимо продолжение исследований, направленных на:

– выявление источников и причин возможного загрязнения микропластиком объектов окружающей среды, в том числе источников питьевого водоснабжения;

– изучение влияния микропластика на организм человека, в том числе оценке риска возникновения инфекционных заболеваний, связанных с попаданием загрязненного микроорганизмами микропластика в питьевую воду;

– изучение защитной роли методов очистки питьевых и сточных вод для обеспечения безопасных условий водопользования населения.

Список литературы

1. Ганичев П.А. О влиянии частиц микропластика в питьевой воде на здоровье населения. Обзор // Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – № 9. – С. 40–43.

2. Скрининг содержания микропластика в поверхностных водах российских рек / Ю.А. Франк [и др.] // Экология и промышленность России. – 2022. – Т. 26, № 9. – С. 67–71.

3. Смолкина А.А. Об итогах Первого заседания межправительственной переговорной комиссии (МПК-1) по разработке международного юридически обязывающего документа о загрязнении пластиком, в том числе в морской среде // Токсикологический вестник. – 2023. – Vol. 31 (1). – P. 65.

4. Accumulation, tissue distribution, and biochemical effects of polystyrene microplastics in the freshwater fish red tilapia (Oreochromis niloticus) / J. Ding [et al.] // Environmental pollution. – 2018. – Vol. 238. – P. 1–9.

5. Andrady A.L. Microplastics in the marine environment // Marine pollution bulletin. – 2011. – Vol.62, № 8. – P. 1596–1605.

6. Biological effects on the migration and transformation of microplastics in the marine environment / S. Fan [et al.] // Marine Environmental Research. – 2023. – P. 105875.

7. Detection of microplastics in human saphenous vein tissue using μFTIR: A pilot study / J.M. Rotchell [et al.] // Plos one. – 2023. – Vol. 18, № 2. – P. e0280594.

8. Impact of microplastics and nanoplastics on human health / M.S.L. Yee [et al.] // Nanomaterials. – 2021. – Vol. 11, № 2. – P. 496.

9. Investigations of plastic contamination of seawater, marine and coastal sediments in the Russian seas: a review / A. Bagaev [et al.] // Environmental Science and Pollution Research. – 2021. – Vol. 28, № 25. – P. 32264–32281.

10. Lin V.S. Research highlights: impacts of microplastics on plankton // Environmental Science: Processes & Impacts. – 2016. – Vol. 18., № 2. – P. 160–163.

11. Lost at sea: where is all the plastic? / R.C. Thompson [et al.] // Science. – 2004. – Vol. 304, № 5672. – P. 838.

12. Mason S.A., Welch V.G., Neratko J. Synthetic polymer contamination in bottled water // Frontiers in chemistry. – 2018. – P. 407.

13. Micro-and nano-plastics in marine environment: Source, distribution and threats – A review / L. Peng [et al.] // Science of the total environment. – 2020. – Vol. 698. – P. 134254.

14. Microplastics in tissues (brain, gill, muscle and gastrointestinal) of Mullus barbatus and Alosa immaculata / M. Atamanalp [et al.] // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. – 2021. – Vol. 81. – P. 460–469.

15. Microplastic contamination in benthic organisms from the Arctic and sub-Arctic regions / C. Fang [et al.] // Chemosphere. – 2018. – Vol. 209. – P. 298–306.

16. Microplastics in three typical benthic species from the Arctic: Occurrence, characteristics, sources, and environmental implications / C. Fang [et al.] // Environmental Research. – 2021. – Vol. 192. – P. 110326.

17. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea / M. Eriksen [et al.] // PloS one. – 2014. – Vol. 9, № 12. – P. e111913.

18. Plastics–the facts 2020 / P. Europe [et al.] // PlasticEurope. – 2020. – Vol. 1. – P. 1–64.

19. Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates / A.L. Lusher [et al.] // Analytical methods. – 2017. – Vo. 9, № 9. – P. 1346–1360.

Вакцинопрофилактика новой коронавирусной инфекции: от индивидуальной защиты к снижению популяционного риска

Т.М. Репин[1], М.Ю. Девятков[1], Н.Б. Вольдшмидт[2], Т.В. Шутова[2]

[1]ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю,
г. Пермь, Россия

Оценка индивидуальных и популяционных рисков инфицирования при использовании отечественных вакцин в группе сотрудников медицинских организаций в условиях пандемии, вызванной вирусом SARS-CoV-2, сохраняет свою значимость. Цель работы – оценка индивидуальной защиты сотрудников и состояния популяционного (коллективного) иммунитета в медицинской организации при иммунизации против COVID-19.

Профилактическая эффективность отечественных вакцин изучена в эпидемиологическом, аналитическом, ретроспективном, когортном, параллельном исследовании с участием 1115 сотрудников различных амбулаторно-поликлинических организаций г. Перми. Популяционный иммунитет оценивался на модели медицинской организации стоматологического профиля в этот же период путем одномоментного сплошного скринингового тестирования на наличие специфических иммуноглобулинов класса G к нуклеокапсиду вируса SARS-CoV-2 методом ИФА.

В условиях аналитического когортного исследования установлена высокая профилактическая эффективность вакцинопрофилактики COVID-19 сотрудников медицинских организаций – заболеваемость привитых оказалась в 3,3 раза ниже заболеваемости непривитых. В стоматологической поликлинике был достигнут коллективный иммунитет, который проявился в высоком уровне серопревалентности – 92 %, а медианный уровень вируснейтрализуйщих антител составил 608 (BAU/мл).

Вакцинация от COVID-19 является эффективным способом защиты от данной инфекции как на организменном, так и на популяционном уровне. Иммунизация сотрудников медицинской организации обеспечивает индивидуальную защиту, предупреждая инфицирование, и формирует коллективный иммунитет, снижая популяционные риски инфицирования.

Ключевые слова: вакцинация, COVID-19, медицинские работники, иммунитет.

Мировому медицинскому сообществу и населению в целом был брошен вызов с появлением SARS-CoV-2, который обусловил пандемию COVID-19. Резкий рост количества пациентов с вирусной пневмонией привел к серьезному перегрузу системы здравоохранения, снижению соблюдения мер инфекционного контроля и обусловил активизацию процесса инфицирования медицинских работников, численность которых составила 10 % от общего количества заболевших [1, 8].

Уровень заболеваемости медицинских работников на протяжении всех этапов развития пандемии был выше, чем среди совокупного населения, составляя от 14 до 20 % [4–6, 9]. Наиболее эффективным способом защиты от COVID-19 признана иммунизация, что и обусловило приоритетную иммунизацию медицинских работников как группы риска инфицирования. Доказана высокая профилактическая эффективность иммунизации медицинских работников при использовании всех отечественных вакцин, обусловливающая предупреждение инфицирования сотрудников медицинской организации в 68,7 % случаев [2].

Эпидемиологическое благополучие на территории или в организованном коллективе в условиях пандемии COVID-19 определяется состоянием популяционного иммунитета по отношению к вирусу SARS-CoV-2. Популяционный иммунитет является главным критерием для прогнозирования эпидемической ситуации в отношении новой коронавирусной инфекции и планирования противоэпидемических мероприятий [3]. Известно, что серопревалентность населения на уровне 60 % и более блокирует развитие эпидемического процесса [7]. Следовательно, популяционный иммунитет обеспечивает специфическую защищенность не только отдельных индивидуумов, но и всей популяции в целом.

С учетом вышеупомянутых фактов целью настоящего исследования явилась оценка индивидуальной защиты сотрудников и популяционных рисков инфицирования в медицинской организации.

Материалы и методы. Оценка индивидуальной защиты сотрудников медицинских организаций (n = 1115) проведена в условиях аналитического проспективного параллельного исследования (ретроспективная когорта) в период циркуляции варианта вируса SARS-CoV-2, вариант B.1.617.2 («Дельта»). Основную группу наблюдения составили 912 человек, получивших базовый курс иммунизации от COVID-19 согласно инструкции к препарату. Группу сравнения составили 203 сотрудника, не привитых от COVID-19 по причине отсутствия приверженности к иммунизации.

Популяционные риски инфицирования медицинских работников оценивались по результатам изучения коллективного иммунитета на модели медицинской организации стоматологического профиля в этот же период наблюдения путем одномоментного сплошного скринингового тестирования сотрудников на наличие специфических иммуноглобулинов класса G к нуклеокапсиду вируса SARS-CoV-2 методом ИФА с использованием набора реагентов для анализа сыворотки или плазмы крови человека «SARS-CoV-IgG-Вектор» по ТУ 21.20.23-093-05664012-2020. Всего было отобрано 175 образцов крови с последующим определением уровня серопревалентности и напряженности гуморального иммунитета.

Результаты. Установлено, что все отечественные вакцины характеризуются высокой профилактической эффективностью, что уменьшает риски инфицирования медицинских сотрудников в 3,3 раза. Заболеваемость сотрудников медицинских организаций, не привитых против COVID-19, составила 423,64 против 129,38 на 100 тыс. человек соответственно (χ^2 = 106,1; p = 0,0000002) (рисунок).

Изучение коллективного иммунитета в стоматологической поликлинике выявило, что серопревалентность сотрудников (лица, имеющие антитела к SARS-CoV-2) составила 92 % (95 % ДИ: 87,9–96,1). По результатам серологического мониторинга в тот же период времени установлено, что у населения Пермского края в целом серопревалентность была значительно ниже и составила 69 % (95 % ДИ: 69,27–68,73) (t = 11,1; p = 0,0001). Высокий уровень серопревалентности сотрудников стоматологической поликлиники обусловлен более высоким охватом профилактическими прививками медицинских работников: 70,7 % по сравнению с 53,2 % населения в целом (t = 141,39, p = 0,001).

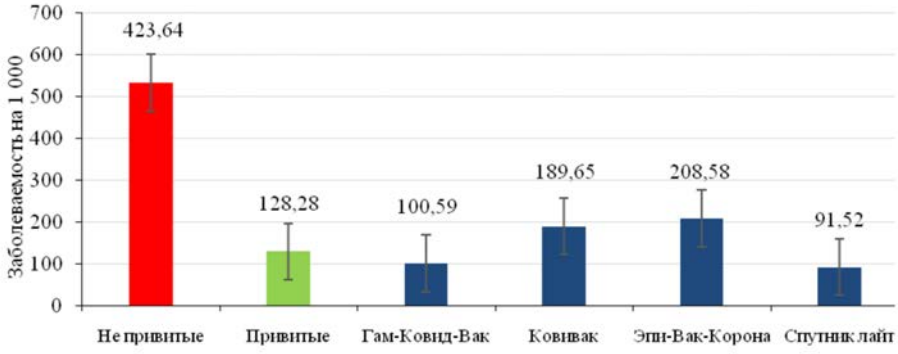


Рис. Заболеваемость COVID-19 непривитых медицинских работников и привитых различными отечественными вакцинами (на 1000 чел.), 2021 г.

Коллективный иммунитет в медицинской организации структурно был представлен переболевшими, привитыми и лицами, перенесшими инаппарантную форму инфекции. Медианный показатель вируснейтрализующих антител IgG к S-белку SARS-CoV-2 среди медицинских сотрудников поликлиники в целом составил 608 BAU/мл. Уровень вируснейтрализующих антител IgG к S-белку SARS-CoV-2 в группе переболевших COVID-19 ранее составил 362,2 BAU/мл (95 % ДИ: 104,4–510,5), что ниже, чем в группе прошедших вакцинацию, где показатель достиг 1133 BAU/мл (95 % ДИ: 623,7–2953). Показатель вируснейтрализующих антител IgG к S-белку SARS-CoV-2 в группе людей с инаппарантной формой инфекции – 196,45 BAU/мл (95 % ДИ: 40,1–505,6) – не отличался от медианного показателя переболевших ранее и был в 5,6 раза ниже, чем в группе привитых.

Выводы. Вакцинация от COVID-19 является эффективным способом защиты от данной инфекции как на организменном, так и на популяционном уровне. Иммунизация сотрудников медицинской организации обеспечивает индивидуальную защиту, предупреждая инфицирование, и формирует коллективный иммунитет, снижая популяционные риски инфицирования.

Список литературы

1. Анализ заболеваемости и факторов риска смертности от COVID-19 (литературный обзор) / А.С. Сагаткали, К.Ш. Тусупкалиева, С.Т. Уразаева [и др.] // West Kazakhstan Medical Journal. – 2022. – Т. 64, № 1. – С. 9–17. DOI: 10.24412/2707-6180-2022-64-9-17

2. Профилактическая эффективность отечественных вакцин против новой коронавирусной инфекции при иммунизации сотрудников медицинских организаций / И.В. Фельдблюм, Т.М. Репин, М.Ю. Девятков [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2023. – Т. 22, № 1. – С. 22–27. DOI: 10.31631/2073-3046-2023-22-1-22-27

3. Характеристика популяционного иммунитета среди населения Ставропольского края на фоне эпидемии COVID-19 / А.Ю. Попова, Е.Б. Ежлова, А.А. Мельникова [и др.] // Журнал инфектологии. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 79–89. DOI: 10.22625/2072-6732-2021-13-4-79-89

4. COVID-19–Associated Hospitalizations Among Health Care Personnel – COVID-NET, 13 States, March 1–May 31, 2020 / A.K. Kambhampati, A.C. O'Halloran, M. Whitaker [et al.] // MMWR. – 2020. – Vol. 69, № 43. – P. 1576–1583. DOI: 10.15585/mmwr.mm6943e3

5. COVID-19: PCR screening of asymptomatic health-care workers at London hospital / T.A. Treibel, C. Manisty, M. Burton [et al.] // Lancet. – 2020. – Vol. 395, № 10237. – P. 1608–1610. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31100-4

6. First experience of COVID-19 screening of health-care workers in England / E. Hunter, D.A. Price, E. Murphy [et al.] // Lancet. – 2020. – Vol. 395, № 10234. – P. e77–e78. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30970-3

7. Randolph H.E., Barreiro L.B. Herd Immunity: Understanding COVID-19 // Immunity. – 2020. – Vol. 52, № 5. – P. 737–741. DOI: 10.1016/j.immuni.2020.04.012

8. Timely mental health care for the 2019 novel coronavirus outbreak is urgently needed / Y.-T. Xiang, Y. Yang, W. Li [et al.] // Lancet Psychiatry. – 2020. – Vol. 7, № 3. – P. 228–229. DOI: 10.1016/S2215-0366(20)30046-8

9. Update: Characteristics of Health Care Personnel with COVID-19 – United States, February 12–July 16, 2020 / M.M. Hughes, M.R. Groenewold, S.E. Lessem [et al.] // MMWR. – 2020. – Vol. 69, № 38. – P. 1364–1368.

Изучение международного опыта определения микропластика в окружающей среде и биологических средах

Д.Ю. Субботина, Т.В. Нурисламова

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

Выполнен аналитический обзор зарубежных и отечественных методик определения микропластика в окружающей среде, морских организмах и биологических средах (кровь). Всего проанализировано 20 источников информации, включающих публикации в специализированных журналах, методических документах, действующих в Российской Федерации, и аналитических методов, рекомендуемых Международной морской организацией (IMO).

Временные границы анализируемого периода составили три года. Проанализированы следующие источники: зарубежные журналы по аналитической химии (2019–2022 гг.): Marine Pollution Bulletin, Analytical and Bioanalytical Chemistry, Environmental Science and Technology, Water, Polymers. Проанализированы отечественные источники (2020–2022 гг.): «Материалы VI Международной конференции молодых ученых. Водные ресурсы: изучение и управление (школа-практика)», «Материалы V Всероссийской междисциплинарной конференции. Мотивационные аспекты физической активности», отечественный журнал по аналитической химии «Южно-Сибирский научный вестник».

Ключевые слова: газовая хроматография, хромато-масс-спектрометрии, микропластик, полимерные материалы, окружающая среда, морские организмы.

Пластик на сегодняшний день является востребованным материалом и используется практически во всех областях промышленности. Полиэтилен (ПЭ), полипропилен (ПП) и полистирол (ПС) являются наиболее распространенными производимыми пластиками во всем мире [20]. Физико-химические свойства пластика, обеспечивающие его прочность, легкость и долговечность, в сочетании с низкой себестоимостью делают этот материал практически незаменимым при производстве широкого круга изделий бытового назначения, в строительстве и на производстве. Общемировой выпуск пластика достигает 275–299 млн т/г. [19], в то время как масштабы утилизации и переработки пластика несоизмеримо ниже.

Пластиковые изделия, попадая в окружающую среду, постепенно разрушаются в результате влияния солнечной радиации, механического и биологического воздействия, порождая большое количество макро-, микро- и наночастиц. Частицы представляют собой кусочки пластика менее 5 мм [17], в настоящее время получили название «микропластик» и широко исследуются в мире как загрязняющий компонент в окружающей среде. Все большее количество исследований свидетельствует о наличии микропластика в объектах окружающей среды (вода, почва, атмосферный воздух) и посвящено потенциальной опасности и методам анализа пластиковых частиц в окружающей среде.

Микро- и нанопластики обладают способностью адсорбировать гидрофобные загрязнители из-за их большой удельной поверхности и гидрофобных свойств [15, 16], а также элементы тяжелых металлов, органические вещества, загрязняющие вещества и пластификаторы [12, 14]. Организмы могут потреблять химические вещества и тяжелые металлы, адсорбированные на микропластике, а затем частицы пластика транспортируются в пищеварительную систему человека [16]. Доказано, что микропластик действует как переносчик хрома в модели всей пищеварительной системы *in vitro* с высоким неканцерогенным риском для человека [15].

Организм человека подвергается риску воздействия окружающей среды с микропластиком при вдыхании, приеме пищи и контакте с кожей. В настоящее время недостаточно данных, чтобы доказать, что микропластик непосредственно наносит вред человеческому организму при воздействии на кожу, но может попадать в организм человека через пищевую цепь [6]. Исследования показали, что потребление человеком рыбы, содержащей микропластик в организме, будет угрожать его собственному здоровью, например, вызывая некроз клеток, воспаление и т.д. [5]. Исследования *in vitro* на церебральных и эпителиальных клетках

человека показали, что микропластик вызывает цитотоксические эффекты на клеточном уровне [19]. В обзоре M. Kumar et al. [10] отнесли микропластик к классу веществ, разрушающих эндокринную систему. Авторы работы считают, что производные пластика негативно влияют на репродуктивное здоровье человека; способствуют развитию сахарного диабета, ожирения, нарушению функций щитовидной железы; повышают риск развития гормонально-зависимых онкологических заболеваний.

К настоящему времени существует несколько регуляторных инструментов международного уровня, а также межправительственных соглашений, имеющих отношение к вопросам морского мусора и микропластика. На уровне Европейского Союза микропластик регулируется несколькими директивами: Рамочная директива ЕС о морской стратегии (MSFD), Директива по отходам, Директива об одноразовом пластике (SUP) и Директива о портовых приемных сооружениях. В настоящее время решения включают в себя улучшение в области глобального предотвращения загрязнения, сокращение потребления, расширение повторного использования пластика, развитие надежных методов мониторинга микропластика и необходимость проводить исследования об эффектах и влиянии микропластика на окружающую среду [2].

Таким образом, с высокой степенью вероятности поступления из объектов окружающей среды в организм человека и для оценки потенциальной опасности химического воздействия на среду обитания и на здоровье человека в настоящее время актуальным является аналитический обзор методик и контроля микропластика в объектах окружающей среды и биологических средах, тканях организмов.

Цель исследования – изучение отечественного и зарубежного опыта определения микропластика в окружающей среде и биологических средах (кровь).

Материалы и методы. Выполнен аналитический обзор зарубежных и отечественных источников научно-технической и методической литературы по методам определения микропластика в окружающей среде и морских организмах.

В аналитическом обзоре проанализированы литературные источники, касающиеся физико-химических методов контроля определения микропластика в окружающей среде, морских организмах и биологических средах (кровь). Всего проанализировано 20 источников информации, включающих публикации в специализированных журналах, методических документах, действующих в Российской Федерации, и аналитических методов, рекомендуемых Международной морской организацией (IMO). Временные границы анализируемого периода составили три года. Проанализированы следующие источники: зарубежные журналы по аналитической химии (2019–2022 гг.): Marine Pollution Bulletin, Analytical and Bioanalytical Chemistry, Environmental Science and Technology, Water, Polymers. Проанализированы отечественные источники (2020–2022 гг.): «Материалы VI Международной конференции молодых ученых. Водные ресурсы: изучение и управление (школа-практика)», «Материалы V Всероссийской междисциплинарной конференции. Мотивационные аспекты физической активности», отечественный журнал по аналитической химии «Южно-Сибирский научный вестник». Временные границы анализируемого периода составили два года.

Представленные методики разработаны с учетом физико-химических свойств микропластика (твердая частица или полимерная матрица, имеющая регулярную или нерегулярную форму и размеры от 1 мкм до 5 мм, не растворимая в воде) [8].

Отечественные методики определения микропластика в окружающей среде. ***Методика определения содержания микропластика в донных отложениях вод суши.*** Авторами М.В. Зобковой, Н.Е. Галахиной, Т.А. Ефремовой, М.Б. Зобковым [1] предложена методика, позволяющая выделять микропластик из донных отложений вод суши и анализировать его при помощи микроскопа. При этом частицы микропластика должны иметь размер от 0,2 до 5 мм, должны быть устойчивыми в среде пероксида водорода, подвергаться флотации в растворе формиата калия (p = 1,5 г/мл) и визуально идентифицироваться под микроскопом как микропластик. Методика включает в себя следующие этапы: влажное окисление пробы в среде перекиси водорода; фильтрацию окисленной пробы, плотностное разделение пробы в растворе формиата калия, окисление органического вещества пероксидом водорода в присутствии катализатора Fe (II); разложение хитиновых и минеральных веществ в кислой среде фильтрацию и сушку. Для подтверждения полимерного состава выделенных пластиков использовали Рамановскую спектроскопию, микро-ИК-Фурье-спектрометрию или ИК-Фурье-спектрометрию с ячейкой НПВО. Методики позволяют выделять антропогенные частицы размером от 0,2 до 5 мм флотацией в растворе формиата калия при высоком содержании органического вещества.

Зарубежные методики по определению микропластика пиролизной газовой хроматографией масс-спектрометрией в образцах окружающей среды (донные отложения, почва, осадки сточных вод). ***Количественное определение микропластика в пробах окружающей среды с помощью жидкостной экстракции под давлением.*** G. Dierkes, T. Lauschke, S. Becher, H. Schumacher, C. Földi, T. Ternes [8] разработали аналитический метод, сочетающий жидкостную экстракцию под давлением и пиролизную ГХ-МС. Разработанный метод применен для количественного определения микропластика в пробах окружающей среды, таких как донные отложения, взвеси, почва, осадок сточных вод.

Автоматизированная экстракция включает стадию предварительной экстракции метанолом с последующей экстракцией с использованием тетрагидрофурана. Для наиболее часто используемых синтетических полимеров полиэтилена, полипропилена и полистирола пределы количественного определения были достигнуты до 0,007 мг/г. Извлечение выше 80 % было достигнуто для твердых матриц, таких как почва и донные отложения.

Метод селективного количественного определения остатков полиэтилена, полипропилена и полистирола в почве.

Z. Steinmetz, A. Kintzi et al. [3] разработали простой и быстрый метод селективного количественного определения трех наиболее экологически значимых полимеров полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП) и полистирола (ПС) в почве с использованием пиролизной газовой хроматографии-масс-спектрометрии (Py-GC/MS). Пределы обнаружения метода составляли 1–86 мкг/г. Повторяемость измерений составляла 3,2–7,2 % относительного стандартного отклонения. Извлечение свыше 70 % было достигнуто для пластика, извлеченного с помощью 1,2,4-трихлорбензола.

Зарубежные методики по определению микропластика пиролизной газовой хроматографией масс-спектрометрией в тканях морских организмов.

Количественный анализ отдельных пластмасс в ценных австралийских морепродуктах. F. Ribeiro, E.D. Okoffo et al. [18] предложили метод пиролизной газовой хроматографии и масс-спектрометрии, позволяющий идентифицировать и количественно определять полистирол, полиэтилен, поливинилхлорид, полипропилен и полиметилметакрилат в съедобной части пяти различных морских организмов: устриц, креветок, кальмаров, крабов и сардин. Поливинилхлорид был обнаружен во всех образцах, а полиэтилен – в максимальной общей концентрации от 0,04 до 2,4 мг/г ткани. Самая высокая концентрация общей пластиковой массы (0,3 мг/г ткани) была у сардин, а самая низкая – у кальмаров (0,04 мг/г ткани). Предел количественного определения и предел обнаружения определены для каждого пластика при самой низкой доступной концентрации по калибровочной кривой – 0,02 мкг

Определение содержания микропластика в донной макрофауне Средиземноморья. M. Albignac, J.F. Ghiglione, C. Labrune, A. ter Halle [7] предлагают аналитическую разработку, основанную на соединении тандемной масс-спектрометрии с пиролизной газовой хроматографией для улучшения обнаружения пластиковых загрязнений в морских организмах. Метод позволяет обнаруживать полиэтилен высокой плотности, полиметилметакрилат, полиэтилентерефталат, поликарбонат, полистирол и полипропилен и применен для анализа содержания пластика размером от 500 мкм до 0,7 мкм.

Анализ микропластика в водных моллюсках. Y. Zhong, B. Qibei, L. Yuan et al. [4] предложили метод пиролиза-газовой хроматографии-масс-спектрометрии (Py-GC/MS) для обнаружения микропластика в водных моллюсках. Органическое вещество из водных моллюсков удаляли щелочным расщеплением. Впоследствии, используя гексафторизопропанол в качестве растворителя для экстракции, метод экстракции оптимизировали. Влияние процесса сбраживания на природу микропластика исследовали путем анализа образцов до и после обработки щелочью с помощью инфракрасной спектрометрии, лазерного определения размера частиц и сканирующей электронной микроскопии. Были проведены эксперименты по извлечению и анализ реальных образцов с использованием нейлон 6 (PA 6) и нейлон 66 (PA 66) в качестве аналитов. Количественный анализ характеристического ионного фрагмента, полученного при высокотемпературном крекинге, проводили после хроматографического разделения и масс-спектрометрической идентификации. Линейный диапазон этого метода для PA 6 и PA 66 составлял 2–64 мкг. Пределы обнаружения PA 6 и PA 66 составили 0,2 и 0,6 мкг, а пределы количественного определения – 0,6 и 2,0 мкг соответственно. Извлечение колебалось от 74,4 до 101,62 % с точностью 4,53–7,5 6 %.

Зарубежные методики определения микропластика в биологических средах (кровь). ***Количественная оценка загрязнения пластиковыми частицами крови человека***. H.A. Leslie, M.J.M. van Velzen, S.H. Brandsma et al. [9] предложили аналитический метод измерения массовых концентраций отдельных полимеров в образце с использованием двойного пиролиза – газовой хроматографии/масс-спектрометрии (PУ-GC/MS). Этот полуколичественный метод определяет количество продуктов термического разложения пластиковых частиц, присутствующих

в образцах (т.е. разрушающий анализ). Для анализа цельная кровь подвергалась процессу денатурации белка. На последующих этапах добавляли хлорид кальция для термической устойчивости субстрата, нагревание и далее фильтрацию и промывание образца перекисью водорода. Образец помещали в чашу для пиролиза и сушили в печи при температуре 45 ºС в течение четырех часов. Анализ проводили на установке многократного пиролиза EGA/PY-3030D (Frontier Laboratories, Сайкон, Япония).

Обзор зарубежных и отечественных научно-методических документов по физико-химическим методам контроля определения микропластика в объектах окружающей среды и биологических средах показал, что для определения микропластика применяют гибридные инструментальные методы (газовая хроматография, пиролизная газовая хроматография-масс-спектрометрия). В настоящее время задача оценки содержания микропластика остается актуальной, так как в Российской Федерации не предложены высокочувствительные и высокоизбирательные методы определения, использующие высокотехнологичное оборудование.

Список литературы

1. Методика определения содержания микропластика в донных отложениях вод / М.В. Зобкова, Н.Е. Галахина, Т.А. Ефремова, М.Б. Зобков // Водные ресурсы: изучение и управление (школа-практика): материалы VI Международной конференции молодых ученых. – Петрозаводск, 2020. – С. 52–56.

2. A Global Perspective on Microplastics / R. Hale, M. Evans Seeley, M. La Guardia [et al.] // JGR Oceans. – 2020. – Vol. 125, № 1. – P. e2018JC014719. DOI: 10.1029/2018JC014719

3. A simple method for the selective quantification of polyethylene, polypropylene, and polystyrene plastic debris in soil by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry / Z. Steinmetz, A. Kintzi, K. Munoz [et al.] // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2020. – Vol. 147. – P. 104803. DOI: 10.1016/j.jaap.2020.104803

4. Analysis of Microplastics in Aquatic Shellfish by Pyrolysis–Gas Chromatography/Mass Spectrometry after Alkali Digestion and Solvent Extraction / Y. Zhong, Q. Bao, L. Yuan [et al.] // Polymers (Basel). – 2022. – Vol. 14, № 18. – P. 3888. DOI: 10.3390/polym14183888

5. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption / C.M. Rochman, A. Tahir, S.L. Williams [et al.] // Sci. Rep. – 2015. – Vol. 5. – P. 14340. DOI: 10.1038/srep14340

6. Desforges J.-P.W., Galbraith M., Ross P.S. Ingestion of Microplastics by Zooplankton in the Northeast Pacific Ocean // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 2015. – Vol. 69, № 3. – P. 320–330. DOI: 10.1007/s00244-015-0172-5

7. Determination of the microplastic content in Mediterranean benthic macrofauna by pyrolysis-gas chromatography-tandem mass spectrometry / M. Albignac, J.F. Ghiglione, C. Labrune, A. Ter Halle // Mar. Pollut. Bull. – 2022. – Vol. 181. – P. 113882. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.113882

8. Dierkes G., Lauschke T., Becher S. Quantification of microplastics in environmental samples via pressurized liquid extraction and pyrolysis-gas chromatography // Anal. Bioanal. Chem. – 2019. – Vol. 411, № 26. – P. 6959–6968. DOI: 10.1007/s00216-019-02066-9

9. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood / H.A. Leslie, M.J.M. Van Velzen, S.H. Brandsma [et al.] // Environ. Int. – 2022. – Vol. 163. – P. 107199. DOI: 10.1016/j.envint.2022.107199

10. Environmental Endocrine-Disrupting Chemical Exposure: Role in Non-Communicable Diseases / M. Kumar, D. Kumar Sarma, S. Shubham [et al.] // Front. Public Health. – 2020. – Vol. 8. – P. 553850. DOI: 10.3389/fpubh.2020.553850

11. Frias J.P.G.L., Nash R. Microplastics: Finding a consensus on the definition // Mar. Pollut. Bull. – 2019. – Vol. 138. – P. 145–147. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2018.11.022

12. Interaction of toxic chemicals with microplastics: A critical review / F. Wang, C.S. Wong, D. Chen [et al.] // Water Res. – 2018. – Vol. 139. – P. 208–219. DOI: 10.1016/j.watres.2018.04.003

13. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health / L.G.A. Barboza, A.D. Vethaak, B.R.B.O. Lavorante [et al.] // Mar. Pollut. Bull. – 2018. – Vol. 133. – P. 336–348. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2018.05.047

14. Microplastic as a Vector for Chemicals in the Aquatic Environment: Critical Review and Model-Supported Reinterpretation of Empirical Studies / A.A. Koelmans, A. Bakir, G.A. Burton, C.R. Janssen // Environ. Sci. Technol. – 2016. – Vol. 50, № 7. – P. 3315–3326. DOI: 10.1021/acs.est.5b06069

15. Microplastics in the Northwestern Pacific: Abundance, distribution, and characteristics / Z. Pan, H. Guo, H. Chen [et al.] // Sci. Total Environ. – 2019. – Vol. 650, Pt 2. – P. 1913–1922. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.244

16. Oliveira M., Almeida M., Miguel I. A micro (nano) plastic boomerang tale: A never ending story? // TrAC – Trends in Analytical Chemistry. – 2019. – Vol. 112. – P. 196–200. DOI: 10.1016/j.trac.2019.01.005

17. Quantification of microplastics in a freshwater suspended organic matter using different thermoanalytical methods – outcome of an interlaboratory comparison / R. Becker, K. Altmann, T. Sommerfeld, U. Braun // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2020. – Vol. 148. – P. 104829. DOI: 10.1016/j.jaap.2020.104829

18. Quantitative Analysis of Selected Plastics in High-Commercial-Value Australian Seafood by Pyrolysis Gas Chromatography Mass Spectrometry / F. Ribeiro, E.D. Okoffo, J.W. O'Brien [et al.] // Environ. Sci. Technol. – 2020. – Vol. 54, № 15. – P. 9408–9417. DOI: 10.1021/acs.est.0c02337

19. Rillig M.C. Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil? // Environ. Sci. Technol. – 2012. – Vol. 46, № 12. – P. 6453–6454. DOI: 10.1021/es302011r

20. Solutions and Integrated Strategies for the Control and Migration of Plastic and Microplastic Pollution / J.C. Prata, A.L. Patricio Silva, J.P. da Costa [et al.] // J. Environ. Res. Public Health. – 2019. – Vol. 16, № 13. – P. 2411. DOI: 10.3390/ijerph16132411

Риски здоровью в контексте экономической оценки эффективности программ развития туристской отрасли территорий РФ

О.И. Голева[1,2], Е.А. Пшеничникова[2]

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

В настоящее время различными исследователями детально рассмотрены и описаны положительные эффекты от развития туристской отрасли субъектов РФ и страны в целом. В то же время лишь некоторые авторы выделяют риски, которые несет в себе развитие и масштабирование туристской индустрии в регионах и на отдельных территориях регионов в контексте эффективности расходования средств на развитие туризма.

Проанализированы нормативно-правовые акты и научные исследования в области оценки эффектов и рисков развития туристской отрасли отдельных территорий. Систематизированы подходы к выделению и оценке экономических, экологических и социальных эффектов от развития туристской индустрии. Показано место и значимость риска здоровью населения принимающей стороны в комплексной оценке эффектов от развития туристской отрасли территории.

Ключевые слова: риск здоровью, туристская отрасль, эффективность государственных расходов, поддержка туристской отрасли.

В практике развитых и развивающихся стран туризм достаточно давно входит в число приоритетов экономического развития. Традиционным направлением экономических исследований в туризме является оценка его вклада в развитие экономики отдельных стран и туристских дестинаций. Данные вопросы освещены в трудах Джонса, Флетчлинга, Мунди и других ученых [6, 7, 8].

Туристская сфера долгое время рассматривалась только в положительном ключе. Впервые об отрицательном воздействии туризма заговорили в 1985 г. Генеральная ассамблея Всемирной туристской организации выпустила «Хартию туризма и Кодекс туриста», которая закрепила правила посещения различных дестинаций. Согласно этому документу, туристы должны проявлять бережное отношение к окружающей и культурной среде [5]. Также туристы должны с уважением относиться к традициям и культуре местного населения. Стоит заметить, что документ носит рекомендательный характер.

В 1995 г. Всемирная туристская организация (ЮНВТО) приняла документ «Повестка дня на XXI век для индустрии туризма и путешествий»[1]. Он закрепил важность экономического влияния туризма на развитие территории. В документе также были перечислены негативные последствия развития туристского сектора. Негативные факторы влияния были следующими:

[1] Международные рекомендации по статистике туризма ЮНВТО (MPCT2008). Статистические документы. Серия M № 83. – Мадрид, Нью-Йорк, 2008.

- уничтожение культуры принимающей территории;
- транспортные проблемы;
- растущее недовольство со стороны местного населения.

В настоящее время и в Российской Федерации большое внимание федеральных и региональных властей уделяется внутреннему туризму. Значительные средства направляются на развитие туристской индустрии в регионах и отдельных дестинация[1]. Стоит отметить, что в регулирующих документах практически не указываются негативные эффекты от развития туристской отрасли, а риски упоминаются лишь в контексте «риска реализации проекта» (недостижения поставленных целей и планируемых результатов).

В то же время туристская отрасль рассматривается отечественными учеными как с точки зрения одного из драйверов развития территорий [1, 3], так и с точки зрения негативных социальных и экологических эффектов для территорий и населения [2, 4].

Обобщая и систематизируя указанные работы, можно выделить три группы эффектов (положительных и отрицательных), которые возникают в результате увеличения числа туристов на территории: экономические (развитие территорий рост благосостояния против износа инфраструктуры и повышения уровня цен), экологические (поддержка уникальных природных парков и заповедников против загрязнения окружающей среды и различных повреждений), социальные (улучшение инфраструктуры, поддержка и финансирование культурного наследия против повышения уровня преступности и увеличения плотности населения, что ведет к дополнительным проблемам).

Негативные социальные эффекты редко рассматриваются на этапе планирования частных инвестиций или государственных расходов на развитие индустрии туризма (что подтверждается и анализом региональных программ туристских отраслей различных субъектов РФ). Однако риски, связанные с негативными социальными эффектами, становятся значимыми в случае достаточного масштабирования туристской индустрии. Так, при определении социальной нагрузки ис-

[1] Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года: Распоряжение (принято правительством РФ 20 сентября 2019 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/561260503 (дата обращения: 18.03.2023); Об утверждении Государственной программы развития курортов и туризма в Республике Крым: Государственная программа / Постановление Совета министров Республики Крым от 29.12.2016 № 650 [Электронный ресурс]. – URL: https://minek.rk.gov.ru/ru/structure/637 (дата обращения: 18.03.2023); Развитие туризма: Государственная программа / Постановление правительства Пермского края от 14.02.2014 № 80-п [Электронный ресурс]. – URL: https://docplayer.com/46904633-Gosudarstvennaya-programma-razvitiya-turizma-permskogo-kraya.html (дата обращения: 18.03.2023); Развитие внутреннего и въездного туризма в Республике Бурятия: Государственная программа / Распоряжение правительства Республики Бурятии от 25.09.2018 г. №524 [Электронный ресурс]. – URL: https://msp03.ru/upload/iblock/8b4/8b45fb0390d5cd1be8d273e4a95 f7c69.pdf (дата обращения: 18.03.2023); Развитие туризма в Приморском крае: Государственная программа / Постановление Администрации Приморского края от 25.12.2019 № 903-па [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/561690497 (дата обращения: 18.03.2023); Развитие внутреннего и въездного туризма: Государственная программа Республики Алтай / Постановление правительства Республики Алтай от 03.02.2020 № 19 [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/561715217 (дата обращения: 18.03.2023); Развитие внутреннего и въездного туризма в Хабаровском крае: Государственная программа / Распоряжение правительства Хабаровского края от 26.06.2012 с изменениями на 17.09.2021 [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/995153581 (дата обращения: 18.03.2023).

следователями учитывается количество туристов на 1000 человек местного населения. В таблице представлен индекс раздражения местного населения туристами по Дж. Докси в зависимости от масштабов развития туристской отрасли.

Чем выше индекс раздражения, тем больше местное население начинает чувствовать усталость от туристов и раздражаться, что сказывается на здоровье. Затраты на лечение больных могут сказаться на результативности государственных программ. Они должны вычитаться из совокупного экономического эффекта. При получении данных о числе заболевших от высокой социальной нагрузки вследствие туризма, числе дней временной нетрудоспособности и затратах на лечение пациента можно вычислить отрицательный социальный эффект, выраженный в денежном эквиваленте. По Дж. Докси это будет заметно при индексах раздражения уровней антагонизма и финального.

Индекс раздражения местного населения туристами по Дж. Докси [12]

Индекс раздражения	Описание
Уровень эйфории	Энтузиазм и вовлеченность местного населения
Уровень апатии	Местное население видит в туристах личную выгоду
Уровень раздражения	Местное население начинает чувствовать усталость от туристов
Уровень антагонизма	Местное население раздражено туристами
Финальный уровень	Местное население приспосабливается к новым реалиям в ущерб здоровью

Таким образом, актуальным этот вопрос остается для ограниченного круга действительно популярных среди туристов территорий. Так, вопрос о негативном влиянии развития туристской индустрии можно было бы «отложить» ввиду его неактуальности для большинства российских регионов, но его значимость «обострила» пандемия COVID-19.

Пандемия COVID-19 заставила и этот вопрос подвергнуть более серьезному рассмотрению. Ряд исследователей показывают, что риски здоровью становятся значимыми для жителей принимающей стороны в оценке эффектов от туристской отрасли определенных дестинаций.

Системный подход к рассмотрению влияния эпидемий и пандемий на туристскую отрасль можно увидеть в работе Абрантес и др. [6], где предложен ретроспективный анализ влияния рисков здоровью (включая период пандемии COVID-19) для туризма в XXI в.

Библиометрический анализ [9] научных исследований о влиянии пандемии COVID-19 на туризм также показывает значительный интерес к вопросу с точки зрения населения принимающей стороны (наряду с вопросом о влиянии риска заболеваний на самих туристов).

В работе R.T.R. Qiu et al. [11] показано значение оценки рисков здоровью в контексте выбора между решением о снижении рисков здоровью и снижения доходов от туризма для принимающей территории. Большинство респондентов в указанном исследовании были готовы платить за снижение социальных издержек от туристской отрасли в условиях пандемии.

Место рисков здоровью в общей схеме рисков развития туристской отрасли регионов и территорий схематично представлено на рисунке.

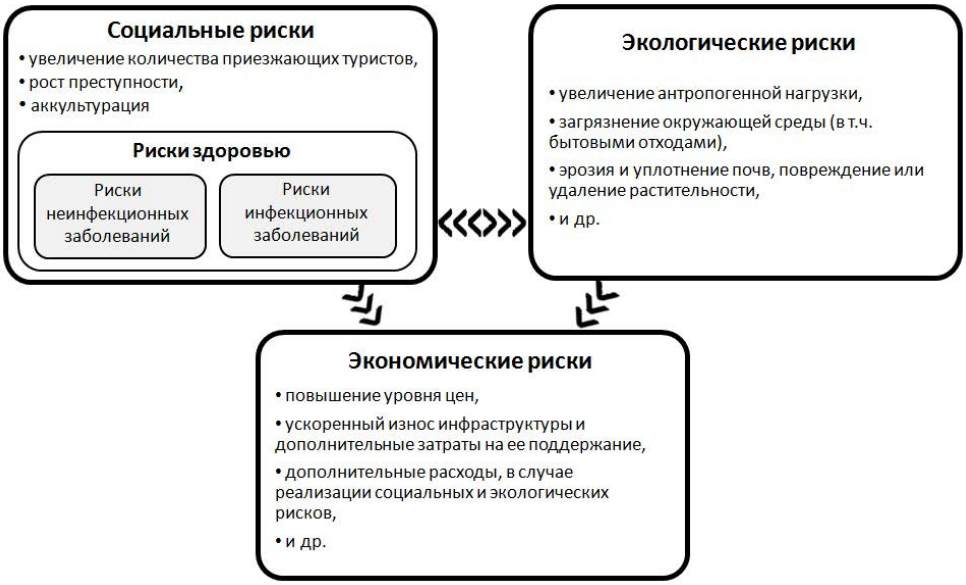


Рис. Риски развития туристской отрасли на территории (составлено авторами)

Важность оценки этих рисков обусловлена не только качественными характеристиками (показателями состояния здоровья), но и экономическими последствиями реализации этих рисков. Представляется целесообразным оценивать риски здоровью (в совокупности иных рисков), в том числе с экономической точки зрения, и предусматривать возможные методы управления этими рисками при необходимости (и затраты на их реализацию) для принятия взвешенных управленческих решений.

Список литературы

1. Аистов А.В., Николаева Т.П. Гипотеза о стимулирующем воздействии туризма на ВВП // Прикладная эконометрика. – 2019. – № 4 (56). – С. 5–24.

2. Афанасьева А.В. Зарубежный опыт управления в сфере экологического туризма: тренды и модели развития // Сервис в России и за рубежом. – 2020. – Т. 14, № 3 (90). – С. 27–56.

3. Болдырева С.Б. Влияние туризма на социально-экономическое развитие региона: обобщение российского и зарубежного опыта // Региональная экономика: теория и практика. – 2018. – Т. 16, № 5 (452). – С. 972–988.

4. Пенкина Н.В., Шахова О.Ю. Подходы к оценке устойчивого развития туризма в регионе // Дискуссия. – 2016. – № 5 (68). – С. 38–43.

5. Хартия туризма [Одобрена резолюцией I VI сессии Генеральной ассамблеи Всемирной туристской Организации 22 сентября 1985 года] [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901756802 (дата обращения: 18.03.2023).

6. Шерешева М.Ю., Полянская Е.Е., Оборин М.С. Необходимость системного подхода к развитию российских туристских дестинаций в условиях растущей угрозы овертуризма // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2019. – Т. 13, № 4. – С. 74–85.

7. Alam M.S., Paramati S.R. The impact of tourism on income inequality in developing economies: Does Kuznets curve hypothesis exist? // Annals of tourism research. – 2016. – Vol. 61. – P. 111–126.

8. Brida J.G., Cortes-Jimenez I., Pulina M. Has the tourism-led growth hypothesis been validated? A literature review // Current Issues in Tourism. – 2016. – Vol. 19, № 5. – P. 394–430.

9. Health risks, pandemics and epidemics affecting tourism: Understanding COVID-19 pandemic / A.M. Abrantes [et al.] // Pandemics and travel. – Emerald Publishing Limited, 2021. – P. 7–28.

10. Lončarić D., Popović P., Kapeš J. Impact of the COVID-19 Pandemic on Tourism: A Systematic Literature Review // Tourism: An International Interdisciplinary Journal. – 2022. – Vol. 70, № 3. – P. 512–526.

11. Social costs of tourism during the COVID-19 pandemic / R.T.R. Qiu [et al.] // Annals of tourism research. – 2020. – Vol. 84. – P. 102994.

12. Societal change and growth in alternative tourism / R. Prosser [et al.]. – John Wiley & Sons, 1994. – P. 19–38.

Радон как канцерогенный фактор

О.В. Клепиков[1,3], М.К. Кузмичев[2,3]

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,
[2]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России,
[3]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» Роспотребнадзора,
г. Воронеж, Россия

Исследованы: содержание радона в жилых помещениях, заболеваемость раком легкого.

Осуществлена оценка опасности радонового облучения для здоровья населения, проживающего на территории Воронежской области.

Средние эффективные годовые дозы облучения населения определены посредством ингаляции изотопов радона, анализа заболеваемости, корреляционного анализа.

Установлено, что уровни ионизирующего излучения (основной оцениваемый показатель – среднегодовое значение эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона в воздухе помещений жилых домов) и его годовой эффективной дозы за счет ингаляции изотопов радона не превышают нормы радиационной безопасности для населения и находятся на низком уровне. По результатам корреляционного анализа статистически значимой связи уровней заболеваемости раком легкого с показателями годовых эффективных доз за счет ингаляции изотопов радона не выявлено.

Ключевые слова: радон, заболеваемость, рак легкого.

Радон, который может поступать в жилое помещение несколькими путями, является канцерогенным фактором и существенно повышает риск развития рака легких, гортани, бронхов [1]. Как показывают исследования по оценке радоновых

рисков, выполненные Л.А. Межовой, доминирующим путем поступления радона в воздушную среду являются недра Земли на проблемных по геофизическим факторам территориях [2]. Вторым по значимости источником радона является его поступление в воздух жилых помещений из строительных материалов, используемых при возведении здания (кирпич, бетонные блоки, цемент, песок и др.), что подтверждают исследования И.К. Романовича с соавт. [3].

В связи с этим исследования по оценке канцерогенного фактора, связанного с радоном, и заболеваемости населения раком легкого являются актуальными.

Цель исследования – оценка опасности радонового облучения для здоровья населения, проживающего на территории Воронежской области.

Материалы и методы. Оценка содержания радона и радиоактивных продуктов его распада в жилых зданиях проведена за период 2017–2023 гг. по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» (всего 16 613 исследований, в том числе 2017 г. – 3820; 2018 г. – 3429; 2019 г. – 3247; 2020 г. – 3071; 2021 г. – 3046; 2022 г. – 3245; 2023 г. (январь–апрель) – 857 исследований). Использованы показатели эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона в жилых зданиях (Бк/м^3) и средние эффективные годовые дозы облучения населения за счет ингаляции изотопов радона, присутствующего в воздухе жилых помещений (мЗв/год).

Заболеваемость на 100 тыс. населения раком легкого (женщины и мужчины) анализировалась по данным статистической формы № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях» за 2017–2022 г.

Для количественной оценки корреляции, т.е. связи между двумя анализируемыми показателями (уровнем заболеваемости и годовой дозы), использован коэффициент парной корреляции (r). Для вывода о наличии или отсутствии статистически значимой корреляционной связи между исследуемыми показателями использован критерий Стьюдента при вероятности статистической ошибки менее 5 % ($p < 0{,}05$).

Результаты. Установлено, что средние эффективные годовые дозы облучения населения за счет присутствия радона в жилых помещениях по результатам исследований в разрезе административных единиц Воронежской области варьируются: в 2017 г. – от 0,82 до 4,46 мЗв; в 2018 г. – от 0,81 до 3,25 мЗв; в 2019 г. – от 0,83 до 3,06 мЗв; в 2020 г. – от 0,86 до 2,63 мЗв; в 2021 – от 0,66 до 2,34 мЗв; 2022 г. – от 0,89 до 2,59 мЗв; 2023 г. – от 0,71 до 2,21 (за январь–апрель).

По результатам корреляционного анализа статистически значимой связи уровней заболеваемости раком легкого с показателями годовых эффективных доз за счет ингаляции изотопов радона не выявлено (табл. 1).

Это подтверждается результатами ранжирования средних многолетних показателей по территориям – средних эффективных годовых доз облучения населения за счет присутствия радона в жилых помещениях и среднего многолетнего уровня заболеваемости населения раком легкого (СМУ).

Так, совпадения средних эффективных годовых доз облучения населения за счет присутствия радона в жилых помещениях и среднего многолетнего уровня заболеваемости населения раком легкого для территорий риска с высоким уровнем онкологической заболеваемости отмечены только для Эртильского района по заболеваемости мужчин (152,09 ± 19,58 случая на 100 тыс. населения) при дозе радона 3,06 ± 0,45 мЗв/год.

Таблица 1

Коэффициенты парной корреляции между показателем годовой эффективной дозы радона и заболеваемостью раком легких (использован массив данных за 2017–2023 гг. по административным территориям)

Вид корреляционного анализа	Коэффициенты парной корреляции*	
	с заболеваемостью женщин	с заболеваемостью мужчин
Без смещения данных	0,14	0,06
Смещение на один год (запаздывание случаев заболеваний)	0,07	0,04
Смещение на два года (запаздывание случаев заболеваний)	0,00…	0,02

Примечание: * – коэффициенты парной корреляции статистически не значимы при вероятности статистической ошибки менее 5 %.

Для территорий с низким риском совпадение отмечено для Терновского муниципального района по заболеваемости женщин (10,05 ± 6,37 случая на 100 тыс.) при дозе радона 1,09 ± 0,08 мЗв/год и для Борисоглебского муниципального района по заболеваемости мужчин (59,14 ± 7,02 на 100 тыс.) при дозе радона 0,95 ± 0,04 мЗв/год (табл. 2).

Таблица 2

Сопоставление средних эффективных годовых доз облучения населения за счет присутствия радона в жилых помещениях и среднего многолетнего уровня заболеваемости населения раком легкого

Район	Доза, мЗв/год ($M \pm m$)	Район	Заболеваемость, СМУ (жен.), число случаев на 100 тыс. ($M \pm m$)	Район	Заболеваемость, СМУ (муж.), число случаев на 100 тыс. ($M \pm m$)
Территории риска (с наибольшими показателями)					
Эртильский*	3,06 ± 0,45	Репьёвский	26,26 ± 6,91	Эртильский*	152,09 ± 19,58
Бутурлиновский	2,72 ± 0,27	Каширский	25,81 ± 6,93	Воробьевский	141,16 ± 11,16
г. Воронеж	2,70 ± 0,05	Воробьевский	24,21 ± 10,14	Верхнехавский	139,93 ± 15,41
Нижнедевицкий	2,45 ± 0,30	Панинский	20,92 ± 4,24	Каширский	132,02 ± 23,48
Хохольский	2,43 ± 0,33	Ольховатский	19,98 ± 7,29	Панинский	127,57 ± 12,10
Наиболее благополучные территории (с минимальными показателями)					
Терновский*	1,09 ± 0,08	Петропавловский	10,87 ± 5,84	Каменский	63,23 ± 14,06
Новохоперский	1,04 ± 0,05	Богучарский	10,27 ± 3,62	Павловский	62,00 ± 8,78
Россошанский	0,97 ± 0,03	Терновский *	10,05 ± 6,37	Богучарский	61,57 ± 11,86
Борисоглебский	0,95 ± 0,04	Поворинский	8,15 ± 1,42	Борисоглебский*	59,14 ± 7,02
Грибановский	0,89 ± 0,05	Кантемировский	5,54 ± 1,72	Калачеевский	52,20 ± 8,38

Примечание: * – отмечены совпадения.

Выводы. Таким образом, по результатам исследования статистически значимой связи между показателями заболеваемости населения Воронежской области

раком легкого и годовой эффективной дозой за счет ингаляции изотопов радона не выявлено. Такой результат может быть связан с тем, что уровни ионизирующего излучения (основной оцениваемый показатель – среднегодовое значение эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона (ЭРОА) в воздухе помещений жилых домов) и его годовой эффективной дозы за счет ингаляции изотопов радона не превышают нормы радиационной безопасности для населения и находятся на низком уровне.

Обобщая материалы исследования по оценке влияния радона как канцерогенного фактора среды обитания на заболеваемость раком легкого, можно говорить, что их роль в формировании уровня изучаемой заболеваемости не является ведущей. Следовательно, причиной рака легкого являются другие наиболее значимые факторы риска.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 20-17-00172 (https://rscf.ru/project/20-17-00172/).

Список литературы

1. Абабий А. Риск для здоровья, связанный с облучением радоном // OneHealth&RiskManagement. – 2021. – Т. 2, № 4. – С. 35–44.

2. Межова Л.А., Луговской А.М., Инпушкин В.А. Методические подходы к региональной геоэкологической оценке радоновых рисков для населения // Геология, география и глобальная энергия. – 2022. – № 2 (85). – С. 85–91.

3. Романович И.К., Кормановская Т.А., Кононенко Д.В. К обоснованию изменений в нормировании содержания радона в воздухе помещений // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2019. – № 6 (315). – С. 42–48.

Анализ отечественного и зарубежного опыта определения фурана и метилфурана в биологических средах (обзор и оценка)

Т.В. Нурисламова, Т.В. Чинько, О.А. Мальцева

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

Выполнен анализ современных источников научно-технической и методической литературы по методам определения низких концентраций фурана и метилфурана в биологических средах. В обзоре приведены физико-химические методы контроля содержания фуранов в биологических средах. Временные границы анализируемого периода составили 35 лет. Проанализированы реферативные журналы химии (2010–2017 гг.). Изучено более 100 источников информации российских и зарубежных журналов по токсикологии и медицине, по

методам анализа фуранов (фуран и метилфуран) в биологических средах, включающих публикации и методические документы, действующие в Российской Федерации, аналитические методы, рекомендуемые в странах ЕС и США.

В результате аналитического обзора зарубежных научно-информационных источников и данных теоретических и экспериментальных исследований, методов и методик определения массовой концентрации фуранов (фуран и метилфуран) в биологических средах установлено, что контроль содержания фурана и его производных в биологических средах требует разработки и внедрения эффективных аттестованных методик, регламентирующих анализ и требующих определения веществ и продуктов их трансформации с более низкими пределами обнаружения.

Обзор литературных источников показал, что приоритетным методом анализа фурана и его производных в биологических средах остается газовая хроматография высокого разрешения/масс-спектрометрии (HRGC/HRMS). Использование капиллярной газовой хроматографии и высокочувствительного детектирующего устройства (МСД) позволяют существенно улучшить селективность, снизить пределы обнаружения, повысить надежность идентификации фурана и его производных в сложных смесях загрязняющих веществ различной природы и токсичности.

Ключевые слова: фуран, метилфуран, биологическая проба, кровь, ыворотка, ГХ-МС.

Изучение и оценка влияния комплекса факторов среды обитания антропогенного происхождения на здоровье населения – одна из актуальных проблем современного урбанизированного общества [3, 4]. Решение таких проблем требует проведения комплексных исследований объектов среды обитания на основе использования современных физико-химических методов анализа, характеризующихся высокой чувствительностью и селективностью определения [2].

В окружающей среде присутствуют сотни различных химических соединений, для которых характерны высокая токсичность, способность к накоплению в трофических цепях, устойчивость в окружающей среде. К их числу следует отнести фуран и его производные, которые являются опасными загрязнителями объектов окружающей среды. Международное агентство по исследованию рака классифицирует фуран как «возможный канцероген для человека (группа 2В)» [9]. Известно, что фуран может вызывать раздражение глаз, кожи и слизистых оболочек, ощущение жжения и в тяжелых случаях коррозию. При вдыхании фуран может вызвать отек легких и некроз бронхов. При всасывании фуран происходит угнетение центральной нервной системы вплоть до наркоза и тонических судорог. Фуран считается негенотоксичным гепатоканцерогеном. Фуран метаболизируется в печени до цис-2-бутен-1,4-диал. Этот активный метаболит остро токсичен для клеток печени, и в результате гибель клеток сопровождается восстановлением тканей и пролиферацией клеток, что, в свою очередь, увеличивает вероятность канцерогенеза [7].

Наряду с традиционно используемыми в рамках социально-гигиенического мониторинга методами контроля химических факторов в объектах среды обитания (атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны, питьевой воде, почве и т. д.) в настоящее время для доказательной базы негативного антропогенного воздействия используется определение потенциально опасных химических соединений в биологических средах населения [1, 5].

Для оценки уровня неблагоприятных экологических воздействий, решения современных гигиенических проблем, формирования интегральных оценок состояния окружающей среды и здоровья населения, основанных на показателях риска

поступления химических соединений в организм человека в условиях многокомпонентной комплексной нагрузки, необходимо располагать высокочувствительными, селективными, информативными и метрологически аттестованными методиками определения содержания химических соединений в биологических средах человека.

Цель исследования – изучение международного опыта, научно-информационных источников и результатов теоретических и экспериментальных исследований, методов и методик определения массовой концентрации фуранов (фуран и метилфуран) в биологических средах.

Радиохимический метод. В аналитическом обзоре представлены литературные источники, касающихся физических методов контроля содержания фурана и метилфурана в биологических средах.

Для обнаружения фуранов в крови V. Ravindranath, M.G. Mcmenamin, J.H. Dees использовали радиохимический метод, фуран вводили лабораторным животным перорально или внутривенно, с последующим анализом тканей для определения ковалентного связывания метки с белком и ДНК [6].

Крысам вводили 50–200 мг/кг массы тела [^{14}C]2-MF и умертвляли через 12 ч после введения дозы, брали кровь из сердца и удаляли печень, легкие и почки. Все ткани были немедленно заморожены в жидком азоте. Ткани хранились в –70 ºС до анализа.

Ткани, кровь, печень и почки гомогенизировали в двух объемах воды (в/в), а легкие – в трех объемах воды, общую радиоактивность в тканях определяли путем растворения 0,1 мл гомогената в 0,5 мл протосола для 12 ч при комнатной температуре и подсчете раствора после добавления ультрафторида, содержащего 0,02 % ледяной уксусной кислоты. Гомогенат (1 мл) добавляли к 3 мл метанола, перемешивали и центрифугировали. Осадок тщательно промывали метанолом. Экстракты объединяли, доводили до постоянного объема и аликвоту подсчитывали на радиоактивность. К промытому осадку добавляли 3 мл 0,6 Н хлорной кислоты и перемешивали. Суспензию нагревали при 70 ºС в течение 20 мин и центрифугировали. Аликвоту супернатанта подсчитывали на радиоактивность, ковалентно связанную с дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК), и другую аликвоту использовали для оценки концентрации ДНК.

Конечную гранулу растворяли в 5 мл внутримышечного гидроксида натрия при 37 ºС в течение 12 ч. Аликвоту (1 мл) подсчитывали на радиоактивность, ковалентно связанную с белками, а другую использовали для определения концентрации белка.

Хромато-масс-спектрометрические методы. Авторами Y.K. Lee, S.W. Jung, S.J. Lee1, K.G. Lee был предложен метод анализа SPME-GC/MS [9]. Образцы крови объемом 10 мл собирали в пробирки с этилендиаминтетраминовой кислотой (ЭДТА) и немедленно помещали в морозильную камеру, чтобы предотвратить потерю фурана при испарении. Плазму выделяли центрифугированием (630×g, 10 мин, 4 ºС). Клинические образцы хранились при температуре −80 ºС до тех пор, пока не было проведено измерение содержания фурана. Подготовка образцов крови к химическому анализу проводилась с использованием волокна карбоксен/полидиметилсилоксан (CAR/PDMS) толщиной 75 мкм. Волокно выдерживали при 60 ºС в течение 20 мин при постоянном перемешивании (200 об/мин) во флаконе для образца объемом 20 мл. Перед использованием волокно выдерживали в инжекционном отверстии газового хроматографа при 250 ºС в течение 1 ч. Инъекцию осуществляли путем десорбции волокна в течение 5 мин при 250 ºС. Волокно высушивали в течение

5 мин при 250 ºС перед следующей экстракцией, чтобы удалить остатки анализируемого вещества [8].

Для анализа GC/MS использовали газовую систему GC Agilent 6890N, с масс-селективным детектором Agilent 5975. Хроматографическое разделение проводили на колонке HP-PLOT Q (15 м×0,32 мм, пленка 20 мкм. В качестве газа-носителя использовали гелий со скоростью потока 44 см/с. Масс-спектрометр работал в режиме селективного ионного мониторинга (SIM) путем регистрации токов следующих ионов: m/z 68 и 39 для фурана и m/z 72 и 42 для d4-фурана. Соответствующие соотношения ионов для фурана и d4-фурана определяли для каждого измерения. В режиме SIM данные полной сканирующей электронной ионизации (EI) были получены одновременно для определения подходящих масс для режима SIM.

Авторами M.I. Churchwell, R.C. Scheri, L.S. et al. [8] предложена методика определения фурана в крови. В данном методе цельную кровь собирали путем пункции сердца в вакуумные пробирки с ЭДТА объемом 3 мл. Пробирки были заполнены полностью, хорошо перемешаны и немедленно охлаждены. Образцы крови были проанализированы в тот же день, когда осуществлен забор крови. Аликвоту цельной крови объемом 1 мл добавляли во флакон объемом 10 мл и добавляли 100 п/моль внутреннего стандарта d4 фурана. Внутренний стандарт хранился на льду во время подготовки образца. Затем флакон закрывали обжимной крышкой с тефлоновой подкладкой и анализировали образец методом анализа равновесной паровой фазы (headspace GC/MS). Пределы обнаружения варьировались в диапазоне 0,4–1,5 пмоль/мл.

Авторы Idris J. Wazeerud-Din, Lalith K. Silva et al. [10] предложили новый высокопроизводительный автоматизированный метод количественного определения семи МЛОС (3-метилфуран, 2-гексанон, 2-гептанон, 3-октанон, 1-октен-3-ол, 2-этил-1-гексанол и геосмин) в сыворотке крови человека.

Методика пробоподготовки образцов крови заключается в том, что взятый биоматериал центрифугировали при 3000 об/мин в течение 10 мин, тем самым отделяя эритроциты от сыворотки. Образцы крови до анализа хранятся при температуре -70 °С. Перед анализом образцы сыворотки размораживали и смешивали на гематологическом смесителе. Аликвота 0,5 мл была удалена из крови и перенесена во флакон SPME объемом 10 мл. Впоследствии образец сыворотки добавляли 40 мкл стандартного раствора, закрывали и смешивали в течение 5 мин. После пробоподготовки флаконы помещали в лоток для образцов кулера Пельтье (15 °С) на автопробоотборнике PAL. Для анализа образцов использовался газовый хроматограф Agilent Technologies 7000C в сочетании с трехквадрупольным масс-спектрометром (GC-MS/MS). Автопробоотборник Leap Technologies Inc. установлен на системе GC-MS/MS; эта двухрельсовая система выполняла автоматический нагрев образцов, извлечение и вкол. Целевые аналиты разделяли на капиллярной колонке Restek Rxi-5Sil MS (30 м; 0,25 мм; пленка 0,25 мкм).

Метод позволяет количественно определить целевые аналиты с использованием твердофазной микроэкстракционной газовой хроматографии и тандемной масс-спектрометрии при низких уровнях содержания частиц на миллиард. Пределы обнаружения варьировались от 0,076 до 2,77 мкг/л.

В результате аналитического обзора научно-технической и методической литературы, аналитических методов, способов и приемов, реализованных в аттестованных методиках выполнения измерений при проведении химико-аналитического контроля содержания фурана и метилфурана в биологических средах, установлено, что

в РФ контроль содержания фурана и его производных не проводится, так как в РФ не существует действующей системы биомониторинга человека ни на федеральном, ни на региональном уровне, поэтому реальный мониторинг с оценкой динамики концентраций биомаркеров воздействия не выполняется. В части технологической составляющей существуют определенные проблемы, которые сдерживают развитие данного направления в стране. Важнейшими из них являются несовершенство нормативно-методической базы БМЧ, гармонизация методов и процедур биомониторинга с международными требованиями.

Обзор отечественных и зарубежных научно-методических документов по физико-химическим методам контроля определения фурана и метилфурана в биологических жидкостях показал, что задача оценки токсичных гетероциклов остается весьма актуальной в РФ. В настоящее время в России вопросы методического обеспечения фурана и метилфурана в биологичеких ссредах не решены и требуют разработки и внедрения современных приемов пробоподготовки и анализа токсичных соединений в биологичеких средах.

Список литературы

1. Биомониторинг человека: факты и цифры [Электронный ресурс]. – Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ. 2015 г. – URL: https://goo.gl/S78WZX (дата обращения: 14.02.2023).

2. Другов Ю.С., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды и почвы. Практическое руководство. – СПб.: Теза, 1999. – 622 с.

3. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Гигиеническая оценка и направления снижения опасности загрязнений окружающей среды для здоровья населения на примере Пермской области // Материалы Пленума Межведомственного научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды Российской Федерации «Угрозы здоровью человека: современные гигиенические проблемы и пути их решения». – М., 2002. – С. 89–91.

4. Рахманин Ю.А., Иванов С.И., Новиков С.М. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействия на здоровье населения // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 5–7.

5. Уланова Т.С. Научно-методические основы химико-аналитического обеспечения гигиенических и медико-биологических исследований в экологии человека: автореф. дис. …докт. биол. наук. – М., 2006. – 50 с.

6. Analysis of residual furan in human blood using solid phase microextraction-gas chromatographymass spectrometry (SPME-GC/MS) / Y.K. Lee, S.W. Jung, S.J. Lee [et al.] // Food Sci. Biotechnol. – 2009. – Vol. 18, № 2. – P. 379–383.

7. Crews C. Processing Contaminants: Furan [Электронный ресурс] // Encyclopedia of Food Safety. – 2014. – P. 399–403. – URL: https://doi.org/10.1016/b978-0-12-378612-8.00208-0 (дата обращения: 15.02.2023).

8. Evaluation of serum and liver toxicokinetics for furan and liver DNA adduct formation in male Fischer 344 rats / M.I. Churchwell, R.C. Scheri, L.S. Von Tungeln [et al.] // Food and Chemical Toxicology. – 2015. – Vol. 86. – P. 1–8. DOI: 10.1016/j.fct.2015.08.029

9. IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carcinogenic to Humans [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr208_E.pdf (дата обращения: 15.02.2023).

10. Quantification of seven microbial volatile organic compounds in human serum by solid-phase microextraction gas chromatography-tandem mass spectrometry / I.J. Wazeerud-Din, L.K. Silva, M.M. Smith [et al.] // Chemosphere – 2021. – Vol. 266. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.128970

Фармацевтические средства и их дериваты в водных объектах как фактор эколого-гигиенического риска

Б.И. Марченко, А.А. Назарянц, О.А. Нестерова

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Фармацевтические средства являются одним из основных инструментов терапии в медицинской и ветеринарной практике, находят свое применение в производстве продуктов питания, оказывают существенное опосредованное влияние на уровень экономического благосостояния. Тем не менее существенной проблемой является то, что фармацевтические средства и их производные перманентно и в значительных количествах попадают в компоненты окружающей среды в условиях фармацевтического производства и применения лекарств, в том числе за счет процессов физиологического выделения, а также при неправильной утилизации неиспользованных или просроченных препаратов. Поскольку фармацевтические средства предназначены для взаимодействия с живыми системами в относительно низких дозах, даже незначительные их концентрации в окружающей среде могут стать значимым фактором эколого-гигиенического риска. Данная работа носит пилотный характер, выполнена в интересах определения приоритетных направлений и региональной специфики осуществления мониторинга загрязнения фармацевтическими средствами и их производными компонентов окружающей среды, прежде всего водных объектов; проанализированы особенности во время пандемии новой коронавирусной инфекции (2020–2021 гг.) в сравнении с предыдущим периодом (2016-2019 гг.).

Ключевые слова: загрязнение водных объектов, эколого-гигиенический мониторинг, фармацевтические средства в окружающей среде, ксенобиотический профиль, экологическая угроза, антибиотикорезистентность.

Лекарственные средства, применяемые в медицине и ветеринарной практике, их метаболиты и продукты трансформации повсеместно присутствуют в водоемах, которые могут загрязняться как предприятиями фармацевтического производства, так и в результате потребления. Фармацевтические поллютанты образуются при применении лекарственных средств в стационарных отделениях лечебно-профилактических учреждений и в амбулаторных условиях, в производстве продуктов питания (животноводство, птицеводство), а также вследствие нарушений при утилизации. Соответственно фармакокинетическим особенностям после прохождения через организм человека или животного активные фармацевтические субстанции выводятся либо в неизмененной активной форме, либо

в виде метаболитов. При этом метаболиты лекарственных средств являются биологически активными или неактивными соединениями, а также могут обладать потенциалом для последующего распада и трансформаций как в очистных сооружениях, так и в условиях окружающей природной среды. Фармацевтические отходы от источников медицинского профиля в основном подвергаются активной деградации в условиях механической, химической или биологической обработки сточных вод на очистных сооружениях. В случае практической ветеринарии приоритетными являются процессы пассивной биодеградации при попадании фармацевтических субстанций и их производных с отходами в почву, поверхностные водоемы и водоносный слой [1, 2].

Присутствие фармацевтических средств и их дериватов в поверхностных водоемах и наземных экосистемах способно обусловливать выраженный эффект их биоаккумуляции. Формирование при этом устойчивых трофических цепей является фактором риска для здоровья людей, обусловленного попаданием в организм фармацевтических остатков, содержащихся в загрязненных питьевой воде и пище, включая продукцию растениеводства, рыбу, молочные продукты и мясо [3]. Последствия воздействия и содержание фармацевтических поллютантов в компонентах окружающей среды определяются комбинацией различных факторов, включая особенности применения лекарственных средств, а также характеристики их токсичности, стойкости в отношении к биотической и абиотической деградации, растворимости и других параметров. Среди прочих условий существенными факторами являются источник и продолжительность загрязнения, применяемые технологии очистки сточных вод, особенности эксплуатации и эффективность очистных сооружений в отношении различных фармацевтических средств (табл. 1).

При проведении настоящего исследования учитывалась интенсивность и структура фармацевтического загрязнения окружающей среды, так как результаты многочисленных исследований свидетельствуют о формировании из-за нецелевого фармацевтического воздействия потенциального эколого-гигиенического риска в отношении как состояния здоровья населения, так и представителей биоты [7]. Например, по результатам многолетних исследований, проведенных в Канаде, доказано, что эффектом воздействия попавшего в водоем синтетического эстрогена является феминизация среди самцов жирноголового гольяна (*Pimephales promelas*) и отсроченное развитие яичников у самок, что привело к исчезновению данной рыбной популяции в озере Онтарио [5, 6]. Незапланированное потребление гормонов посредством загрязненной ими питьевой воды или пищевых продуктов потенциально способно стать фактором риска для населения. Так, существует предположение, что эстрогены обусловливают повышенный риск возникновения рака молочной и предстательной желез [8]. Также трудно переоценить роль контаминации антибиотиками окружающей среды, прежде всего загрязняемых хозяйственно-бытовыми сточными водами пресноводных поверхностных водоемов, в эволюции антибиотикорезистентности патогенной и потенциально патогенной микрофлоры [4, 9, 10].

Цель исследования – определение приоритетных направлений и региональной специфики осуществления мониторинга загрязнения фармацевтическими средствами и их производными компонентов окружающей среды, прежде всего водных объектов.

Таблица 1

Типологические особенности фармацевтического загрязнения окружающей среды

Параметр	Характеристика
Источники	**Фармацевтические предприятия** **Очистные сооружения** (стационарных и амбулаторных подразделений больниц и др.) **Сельскохозяйственные объекты** (особенно интенсивное животноводство) **Аквакультура** **Септики** **Площади для управления отходами** (мусорные свалки, полигоны)
Пути	**Точечные источники** (сточные воды очистных сооружений) **Диффузные источники** (сельскохозяйственные стоки, выщелачивание септических резервуаров в подземные воды, стоки животноводческих хозяйств)
Паттерны концентрирования	**Непрерывные** (очистные сооружения) **Сезонные** (связанные с методами сельского хозяйства и сезонным гриппом и аллергией, потоком воды и температурой) **Прерывистые** (связанный с дождевыми событиями, переполнением ливневых стоков, схемами ирригации и пандемиями)
Фармацевтические свойства	**Стойкость** (период полураспада, растворимость, метаболиты, продукты трансформации) **Биоаккумуляция** **Токсичность** (индивидуальные эффекты, популяционные эффекты, аддитивные эффекты, эффекты смешивания) **Изменчивость**
Объекты окружающей среды	**Грунтовые воды** **Подземные воды** **Реки** **Озера** **Моря** **Океаны**
Концентрация, контекст – зависимые факторы	**Медицинские, сельскохозяйственные и ветеринарные практики** **Показатели потребления, практика утилизации и управления отходами** **Фармацевтические свойства** **Технология очистных сооружений, эффективность очистки стоков** **Климат** **Характеристики дренажа** **Изменение интенсивности естественных стоков** **Солнечный свет, температура, длительность экспозиции** **Присутствие других загрязняющих веществ**

Материалы и методы. Проведен анализ сведений за период 2016–2021 гг. об использовании фармацевтических средств для терапии пациентов в стационарных отделениях трех крупных лечебно-профилактических учреждений г. Таганрога Ростовской области с населением около 248 тыс. человек. При формировании баз данных и обработке материалов исследования на основе комплекса традиционных методов вариационной статистики применено программное обеспечение собственной разработки, а также профессиональный пакет статистических программ IBM SPSS Statistics (Statistical Package for Social Science) version 19.0.

Результаты. В основу данной работы положены сведения об использовании различных групп фармацевтических препаратов при терапии больных в стационарных отделениях трех крупных лечебно-профилактических учреждений в г. Таганроге – ГБУ РО «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи», ГБУ РО «Городская больница № 7» и ГБУ РО «Первая городская больница», на стационарные отделения которых приходится 62,5 % суммарного городского коечного фонда. ГБУ РО «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи», где развернуто 1200 коек, относится к межтерриториальным лечебно-профилактическим учреждениям, медицинская помощь оказывается населению г. Таганрога и трех близлежащих сельских районов Ростовской области (Неклиновского, Матвеево-Курганского и Куйбышевского). Здесь сосредоточена вся хирургическая и травматологическая службы города, а также оказание помощи при инфекционных заболеваниях взрослым и детям, включая реанимационную. В ГБУ РО «Городская больница № 7» развернуто четыре стационарных отделения – офтальмологическое, терапевтическое, неврологическое и пульмонологическое. В структуру ГБУ РО «Первая городская больница» входят неврологическое отделение и два многопрофильных терапевтических отделения, где развернуты койки терапевтического, гематологического, гастроэнтерологического, кардиологического, ревматологического и нефрологического профилей. Сточные воды от стационарных отделений лечебно-профилактических учреждений поступают в общегородскую канализационную сеть, собираются с шести перекачивающих станций и через единый коллектор поступают в очистные сооружения, расположенные в селе Дмитриадовка, рассчитанные на переработку 195 тыс. кубометров сточных вод в сутки при фактической нагрузке 100–110 тыс. кубометров в сутки. Технология очистки сточных вод здесь предусматривает две ее стадии – механическую и биологическую. Очищенные сточные воды спускаются в Таганрогский залив Азовского моря.

Установлено, что среди лекарственных средств, примененных в стационарных отделениях данных лечебно-профилактических учреждений, первое ранговое место занимают антибиотики, причем их удельный вес в период пандемии новой коронавирусной инфекции возрос с 41,7 % в период 2016–2019 гг. до 71,6 % (2020–2021 гг.). Суммарный расход антибиотиков в 2021 г. достиг 33 9315 г. Среднегодовой темп прироста тенденции расхода антибиотиков составил +8,5 %, преимущественно за счет ГБУ РО «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» (23,4 %), где на базе инфекционных отделений был развернут госпиталь по лечению больных с COVID-19. В ГБУ РО «Городская больница № 7» в период пандемии функционировало обсервационное отделение для больных с подозрением на новую коронавирусную инфекцию. Среди использованных при терапии антибиотиков приоритетными являются цефтриаксон (60,4 %). Второе ранговое место в предпандемийный период занимал цефотаксим (11,6 %), в 2020–2021 гг. – амикацин (8,0 %). Третье ранговое место занимали соответственно ципрофлоксацин и комбинированный препарат имипенем с циластатином при удельном весе 8,2 и 5,7 % (табл. 2).

На втором ранговом месте находятся нестероидные противовоспалительные средства (НПВС), удельный вес которых в целом за изучаемый период составляет 18,5 %, однако доля данной группы лекарственных средств в период пандемии новой коронавирусной инфекции снизилась до 14,2 %, по сравнению с 20,3 % в предшест-

вующие четыре года, при среднегодовом темпе прироста тенденции – 4,3 %. Годовое потребление нестероидных противовоспалительных средств по стационарным отделениям трех крупных лечебно-профилактических учреждений за изучаемый период варьировалось в пределах от 75165,7 до 15119,4 г. Приоритетным препаратом среди применяемых нестероидных противовоспалительных средств на протяжении всего изучаемого периода оставался метамизол натрия (67,3 %), за ним следуют ибупрофен (10,6 %) и ацетилсалициловая кислота (10,2 %).

Таблица 2

Основные антибиотики, примененные в стационарах трех крупных лечебно-профилактических учреждений г. Таганрога, по данным за 2016–2021 гг.

Наименования лекарственных средств	Многолетние периоды									Среднегодовой темп прироста тенденций, %
	2016–2021			2016–2019			2020–2021			
	граммы	%	ранг	граммы	%	ранг	граммы	%	ранг	
Антибиотики	**1563418,50**	**50,65**	**1**	**899452,90**	**41,65**	**1**	**663965,60**	**71,62**	**1**	**8,50**
в том числе Амикацин / Amikacin	62507,50	4,00	4	9607,50	1,07	13	52900,00	7,97	2	57,81
Амоксициллин / Amoxicillin	19221,05	1,23	10	15506,05	1,72	8	3715,00	0,56	13	-8,29
Амоксициллин+ Клавулановая кислота / Amoxicillin+Clavulanic Acid	44546,75	2,85	8	29756,75	3,31	4	14790,00	2,23	7	10,32
Имипенем+Циластатин / Imipenem+Cilastatin	50485,00	3,23	6	12800,00	1,42	9	37685,00	5,68	3	31,33
Левофлоксацин / Levofloxacin	52084,80	3,33	5	21564,80	2,40	6	30520,00	4,60	5	28,25
Меропенем / Meropenem	45080,00	2,88	7	17830,00	1,98	7	27250,00	4,10	6	34,63
Цефоперазон+Сульбактам / Cefoperazone+Sulbactam	32185,00	2,06	9	21960,00	2,44	5	10225,00	1,54	9	8,22
Цефотаксим / Cefotaxime	115975,00	7,42	2	103975,00	11,56	2	12000,00	1,81	8	-24,87
Цефтриаксон / Ceftriaxone	944962,10	60,44	1	530777,10	59,01	1	414185,00	62,38	1	22,53
Ципрофлоксацин / Ciprofloxacin	108148,00	6,92	3	73660,00	8,19	3	34488,00	5,19	4	5,43

Третье ранговое место в структуре использованных фармацевтических средств занимают противовирусные и противобактериальные препараты, удельный вес которых в период пандемии COVID-19 также существенно снизился с 4,3 до 1,9 % при среднегодовом темпе прироста тенденции – 13,5 %. В структуре данной фармацевтической группы превалирует метронидазол, на который приходится 88,7 %, на втором и третьем ранговых местах находятся соответственно ацикловир (4,9 %) и флуконазол (3,5 %).

Доля гормональных средств оказалась относительно невелика и составляет 0,17 % при относительно стабильном уровне потребления (среднегодовой темп прироста +2,6 %). Основной удельный вес в данной фармацевтической группе приходится на преднизолон (63,6 %) и дексаметазон (20,6 %). Доля антигипертензивных и проитивоаллергических лекарственных средств составляет 0,39 и 0,17 % соответственно (табл. 3, рисунок).

Таблица 3

Основные нестероидные противовоспалительные, противовирусные, противомикробные, гормональные и прочие лекарственные средства, примененные в стационарах трех крупных лечебно-профилактических учреждений г. Таганрога, по данным за 2016–2021 гг.

Наименования лекарственных средств	Многолетние периоды									Среднегодовой темп прироста тенденций, %
	2016–2021			2016–2019			2020–2021			
	граммы	%	ранг	граммы	%	ранг	граммы	%	ранг	
Нестероидные противовоспалительные средства	**569729,85**	**18,46**	**2**	**437943,60**	**20,28**	**2**	**131786,25**	**14,22**	**2**	**-4,26**
в том числе Ацетилсалициловая кислота / Acetylsalicylic acid	58328,00	10,24	3	44239,00	10,10	2	14089,00	10,69	3	-3,44
Ибупрофен / Ibuprofen	60600,00	10,64	2	30600,00	6,99	3	30000,00	22,76	2	61,02
Метамизол натрия / Metamizole Sodium	383324,00	67,28	1	313324,00	71,54	1	70000,00	53,12	1	-20,63
Противовирусные, и противомикробные лекарственные средства	**110704,00**	**3,59**	**3**	**92997,50**	**4,31**	**3**	**17706,50**	**1,91**	**3**	**-13,59**
в том числе / incl.: Ацикловир / Aciclovir	5417,00	4,89	2	5027,00	5,41	2	390,00	2,20	4	-28,77
Флуконазол / Fluconazole	3857,00	3,48	3	3023,50	3,25	3	833,50	4,71	2	-7,93
Метронидазол / Metronidazole	98172,60	88,68	1	82297,60	88,49	1	15875,00	89,66	1	-12,99
Гормональные лекарственные средства	**5106,45**	**0,17**	**6**	**3509,55**	**0,16**	**6**	**1596,90**	**0,17**	**4**	**2,60**
в том числе / incl.: Преднизолон / Prednisolone	3249,55	63,64	1	2005,25	57,14	1	1244,30	77,92	1	9,39
Метилпреднизолон / Methylprednisolone	368,00	7,21	3	295,50	8,42	4	72,50	4,54	3	8,78
Дексаметазон / Dexamethasone	1049,90	20,56	2	770,00	21,94	2	279,90	17,53	2	5,26
Антигипертензивные лекарственные средства	**11944,94**	**0,39**	**4**	**10642,47**	**0,49**	**4**	**1302,48**	**0,14**	**5**	**-10,57**
Противоаллергические лекарственные средства	**5322,50**	**0,17**	**5**	**4558,50**	**0,21**	**5**	**764,00**	**0,08**	**6**	**-16,71**
Прочие лекарственные средства	**820464,75**	**26,58**	**н/о**	**710546,19**	**32,90**	**н/о**	**109918,56**	**11,86**	**н/о**	**-8,50**
Лекарственные средства – Всего	**3086690,99**	**100,00**		**2159650,70**	**100,00**		**927040,29**	**100,00**		**2,48**

На количество и структуру применяемых фармацевтических средств, а соответственно на параметры загрязнения ими и их производными окружающей среды, существенное влияние оказало перепрофилирование стационарных отделений лечебно-профилактических учреждений для работы в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции. Так, наряду с организацией на базе ГБУ РО «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» госпиталя по лечению больных с COVID-19 была прекращены госпитализация в терапевтические отделения больных с пневмониями и оказание всех видов плановой хирургической помощи. В ГБУ РО «Городская больница № 7» также не осуществлялось оказание плановой медицинской помощи, а на базе пульмонологического отделения было развернуто обсерваци-

онное отделение на 30 коек для пациентов с пневмониями при подозрении на COVID-19. В ГБУ РО «Первая городская больница» госпитализация проводилась только по неотложным показаниям и на максимально короткий период пребывания в стационаре. Результатом данных мероприятий и модификации алгоритмов оказания медицинской помощи явилось существенное уменьшение числа пациентов и сокращение сроков пребывания в стационарах. Как следствие, наряду с увеличением в условиях пандемии COVID-19 среднегодового количества применяемых антибиотиков, по сравнению с периодом 2016–2019 гг., в 1,48 раза, произошло существенное сокращение применения других групп фармацевтических средств – нестероидных противовоспалительных средств – в 1,66 раза, противовирусных и противомикробных средств – в 2,63 раза, антигипертензивных средств – в 4,09 раза, противоаллергических средств – в 2,98 раза и гормональных препаратов – в 1,10 раза. Изменение клинической картины заболеваний COVID-19 в сторону относительно легкого течения при последующих за дельта-штаммом волнах пандемии в большинстве случаев терапия проводилась под амбулаторным наблюдением дома. Госпитализация и стационарное лечение предполагали терапию осложненных форм новой коронавирусной инфекции с применением узкоспециализированных лекарственных средств, таких как «Тоцилизумаб» (рекомбинантные гуманизированные моноклональные антитела к человеческому рецептору интерлейкина-6) и «Ремдесивир» (противовирусный препарат). Необходимо отметить, что «Ремдесивир», являясь аденозиновым нуклеотидным пролекарством – предшественником активно взаимодействующего с РНК-цепью нуклеозидтрифосфата, рассматривается в качестве мутагенного ксенобиотика и поэтому он зарегистрирован по процедуре регистрации препаратов, предназначенных для применения в условиях потенциальной угрозы возникновения, возникновения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

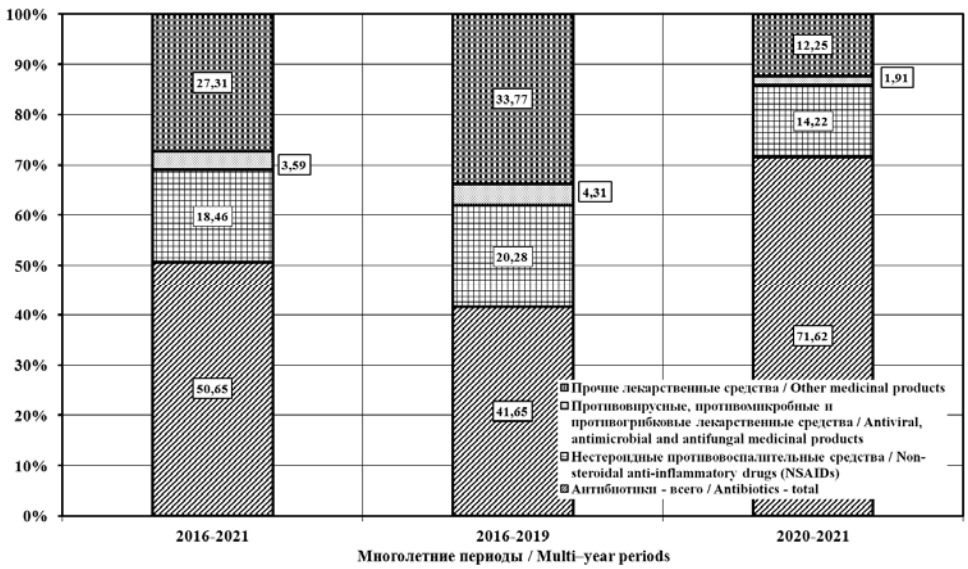


Рис. Структура лекарственных средств, примененных в стационарах трех крупных лечебно-профилактических учреждений г. Таганрога, по данным за 2016–2021 гг.

С учетом сведений о фармакокинетике приоритетных из числа применяемых фармацевтических средств необходимо указать, что в неизмененном виде выводится и попадает в канализационную систему 40–65 % цефтриаксона через почки и 35–60 % через желудочно-кишечный тракт. Около 40–60 % цефотаксима выводится с мочой в неизмененном виде и 20 % – в виде активного метаболита дезацетилцефотаксима, обладающего противомикробной активностью. Ципрофлоксацин практически полностью и до 76 % комбинированного препарата имипенем с циластатином выводятся через почки в исходном состоянии. В неизменном виде выводятся до 10 % дексаметазона, 20 % преднизолона

Таким образом, результаты выполненных исследований позволили определить уровни и структуру фармацевтических поллютантов, попадающих в общегородскую канализационную систему и обусловливающих потенциальный риск загрязнения вод Таганрогского залива Азовского моря. Определены те приоритетные лекарственные субстанции (прежде всего антибиотики, гормоны и нестероидные противовоспалительные средства), которые могут рассматриваться в качестве информативных маркеров при организации и ведении мониторинга фармацевтической нагрузки на окружающую среду как одного из направлений социально-гигиенического мониторинга. К перспективным направлениям дальнейших исследований относятся изучение антибиотикорезистентности индикаторных микроорганизмов и количественное определение содержания отдельных фармацевтических поллютантов в сточной и морской воде с выходом на оценку эффективности применяемых технологий на очистных сооружениях г. Таганрога.

Список литературы

1. Баренбойм Г.М., Чиганова М.А. Загрязнение поверхностных и сточных вод лекарственными препаратами // Вода: химия и экология. – 2012. – № 10 (52). – С. 40–46.

2. Баренбойм Г.М., Чиганова М.А. Загрязнение природных вод лекарствами. – М.: Наука, 2015. – 283 с.

3. Новикова Ю.А., Маркова О.Л., Фридман К.Б. Основные направления минимизации рисков здоровью населения, обусловленных загрязнением поверхностных источников питьевого водоснабжения лекарственными средствами // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 12. – С. 1166–1170. DOI: 10.18821/0016–9900–2018–97–12–1166–1170

4. Супотницкий М.В. Механизмы развития резистентности к антибиотикам у бактерий // Биопрепараты. – 2011. – № 2 (42). – С. 4–13.

5. Christen V., Hickmann S., Rechenberg B. Highly active human pharmaceuticals in aquatic systems: A concept for their identification based on their mode of action // Aquatic Toxicology. – 2010. – Vol. 96 (3). – P.167–181. DOI: 10.1016/j.aquatox.2009.11.021

6. Collapse of a fish population after exposure to a synthetic estrogen / A. Karen Kidd, J. Paul Blanchfield, H. Kenneth Mills [et al.] // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2007. – Vol. 104 (21). – P.: 8897–901. DOI: 10.1073/pnas.0609568104

7. Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment / L. Santos, A. Araujo, A. Fachini [et al.] // J. of Hazardous Materials. – 2010. – Vol.175. – P. 45–95. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.10.100

8. Endogenous Estrogens, Estrogen Metabolites, and Breast Cancer Risk in Postmenopausal Chinese Women / C.S. Moore, E.Ch. Matthews, Xiao Ou Shu [et al.] // J Natl Cancer Inst. – 2016. – Vol. 108 (10). – P. djw103. DOI: 10.1093/jnci/djw103

9. Larsson D.J., Andremont A., Bengtsson-Palme J. Critical knowledge gaps and research needs related to the environmental dimensions of antibiotic resistance // Environ Int. – 2018. – Vol. 117. – P. 132–138. DOI: 10.1016/j.envint.2018.04.041

10. Singer A.C., Shaw H., Rhodes V. Review of antimicrobial resistance in the environment and its relevance to environmental regulators // Front. Microbiol. – 2016. – № 7. – P. 1–22. DOI: 10.3389/fmicb.2016.01728

Условия мышьяковистой геохимической провинции как фактор риска формирования вреда здоровью

А.Д. Образцова[1], О.В. Долгих[1,2,]

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

Проведены исследования по выявлению факторов риска формирования вреда здоровью населения поселка Приисковый Забайкальского края. Выявлено, что интоксикация мышьяком вызывает, прежде всего, дерматологические нарушения в виде меланоза или дисхромии, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, алопецию, токсическую полинейропатию. По результатам исследований был выявлен чрезвычайно высокий риск возникновения отравлений мышьяком.

Ключевые слова: мышьяк, геохимическая провинция, метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, экономический ущерб.

В настоящее время главной проблемой человечества является нехватка чистой питьевой воды. Увеличение темпов производства, числа автотранспорта и теплоэнергетики приводят к загрязнению окружающей среды, усугубляющему эффекты природных геохимических аномалий. Самым серьезным загрязнением, влияющим на окружающую среду и организм человека, является загрязнение тяжелыми металлами. Учеными давно доказано, что тяжелые металлы могут нанести непоправимый вред организму человека, вызывая онкологические заболевания, проблемы с органами сердечно-сосудистой системы, рост генетических мутаций, отравлений, дерматозов и снижение иммунитета, что в отдельных и тяжелых случаях может приводить к летальным исходам.

Мышьяк является одним из основных загрязнителей окружающей среды, а также его воздействие происходит на производстве и в медицинских целях. Загрязненная питьевая вода представляет собой основной источник хронического

отравления мышьяком. Пострадавшими странами являются Индия (Западная Бенгалия), Бангладеш, Китай, Тайвань, Таиланд, Чили, Аргентина и Румыния. Концентрации мышьяка в пострадавших районах в несколько раз превышают максимальный уровень загрязнения (10 мкг/л). Воздействие мышьяка на человека приводит к дегенеративным, воспалительным и опухолевым изменениям кожи, дыхательной системы, крови, лимфатической, нервной и репродуктивной систем. Специализированных мер по устранению хронического отравления мышьяком, связанного с природными аномалиями, не существует.

Материалы и методы. Данное исследование проводилось в поселке городского типа Приисковый Забайкальского края. Поступление мышьяка в организм жителей поселка связано преимущественно с употреблением воды из источников централизованного водоснабжения. Загрязнение соединениями мышьяка скважинной водопроводной воды носит природный характер или объясняется близостью крупных месторождений золота, спутниками которого являются мышьяк и сурьма [1]. В скважинах создались геохимические условия, способствующие поступлению мышьяка в водоносные горизонты, что послужило формированию мышьяковистой геохимической провинции.

По данным Роспотребнадзора, превышения в воде доходили до 40 раз, при норме содержания (ПДК) в питьевой воде – 0,05 мг/л[1].

Для данного исследования была сформирована выборка из 157 человек взрослого населения, проживающего в поселке Приисковый. Обследовано 120 человек, проживающих на территории мышьяковистой геохимической провинции, которые употребляли скважинную воду с мышьяком. Контрольная группа сформирована из 37 человек, употреблявших колодезную воду (превышений мышьяка в воде по нормативам не выявлено).

Содержание мышьяка в биосредах определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Биохимические показатели крови определялись турбодиметрическим методом. Специфические антитела к мышьяку (IgG) идентифицированы аллергосорбентным методом. Использовались традиционные статистические методы.

Таблица 1

Результаты обследования взрослых на содержание мышьяка в крови

Показатель	Значение
Референсный уровень мышьяка в крови, мкг/мл	0,0023 ± 0,0001
Среднее значение содержания мышьяка в крови у взрослых употребляющих воду скважин, мкг/мл	0,0068 ± 0,0002
Среднее значение содержания мышьяка в крови у взрослых, употребляющих воду из колодцев, мкг/мл	0,0017 ± 0,0006

Результаты определения содержания мышьяка в крови позволили установить его соответствие референсным значениям в группе контроля (референсный уровень

[1] СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 26.09.2001 [Электронный ресурс] // Библиотека нормативной документации. – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294846/4294846957.htm (дата обращения: 16.03.2023).

мышьяка в крови составил 0,0023 мкг/мл), тогда как в группе наблюдения выявлено превышение нормы в 2,95 раза[2] (табл. 1). Диапазон идентифицированных концентраций мышьяка в крови составил от 0,0009 до 0,0636 мкг/мл.

Таблица 2

Результаты углубленного обследования взрослых, проживающих в зоне гидрогеохимической провинции, характеризующейся избыточным содержанием мышьяка в воде подземной системы водоснабжения (скважина) (15 человек)

№	Пол	Возраст	Болезнь	As кровь, мкг/мл	As моча, мкг/мл	IgG к мышьяку, усл. ед.
1	Ж	46	ГБ	0,0061	0,126	0,031
2	Ж	69	ГБ	0,0097	0,115	0,393
3	Ж	58	СКВ, ГБ	0,0099	0,402	0,138
4	Ж	38	Меланоз, алопеция	0,0171	1,542	0,119
5	Ж	66	ИБС	0,0086	0,128	0,021
6	Ж	68	Дисхромия, ИБС	0,006	0,177	0,176
7	Ж	38	Мелагоз	0,0144	0,12	0,011
8	М	35	Меланоз, ГБ	0,019	0,222	0,144
9	Ж	56	Меланоз	0,0054	0,128	0,091
10	Ж	37	Дисхромия, ИБС	0,0366	0,0839	0,265
11	Ж	55	Меланоз, ГБ	0,0126	0,308	0,231
12	Ж	47	Дисхромия	0,0554	1,204	0,322
13	Ж	38	Полинейропатия	0,0199	0,172	0,174
14	Ж	78	Меланоз, ГБ	0,0178	0,277	0,246
15	Ж	39	Меланоз, ревм. артрит	0,0512	1,603	0,083
Норма			–	0,0023		0,1

По итогам углубленного выборочного клинического и лабораторного обследований пациентов, потребляющих питьевую воду с избыточным содержанием мышьяка, выявлено, что средний уровень контаминации крови составил 0,22 мкг/мл, мочи – 0,440 мкг/мл при норме 0,0023 мкг/мл.

У 50 % взрослых людей отмечалось увеличение уровня IgG к мышьяку (норма 0,1 усл. ед.). Высокий уровень контаминации биосред (крови и мочи) As прослеживался у всех пациентов, обладающих клиническими проявлениями, которые патогенетически связаны с наличием в организме мышьяка. У всех наблюдаемых обнаружены соответствующие клинические проявления, патогенетически ассоциированные с контаминацией мышьяком: дисхромия, ишемическая болезнь сердца, меланоз, алопеция, полинейропатия, ревматический артрит, системная красная волчанка, гипертоническая болезнь. Заболевания, которые представлены в табл. 2, могут напрямую либо опосредованно быть связаны с воздействием мышьяка на организм человека [2–4].

Проведен анализ экономического ущерба от нанесенного вреда здоровью населения в результате избыточного поступления мышьяка с питьевой водой на территории мышьяковистой геохимической аномалии, который позволил рассчитать частоту случаев заболеваний, связанную с чрезмерным употреблением токсичной воды, содержащей мышьяк.

[2] Тиц Н. Энциклопедия клинических лабораторных тестов. – М.: Изд-во «Лабинформ», 1997. – 960 с.

На территории Забайкальского края, находящейся в зоне геохимической аномалии, проживает 1386 человек. Воду с избыточным содержанием мышьяка употребляют 264 человека, а из обследованных у 120 человек было выявлено превышение референтного уровня по контаминации мышьяка в крови.

$$\frac{\text{Число случаев неэпидемической заболеваемости}}{\text{Средняя численность населения}} \cdot 100\ \%;$$

$$\frac{264}{1386} \cdot 100\ \% = 19{,}04\ \%\ .$$

В результате расчетов установлено, что 19,04 % населения аномальной территории подвергается риску возникновения неэпидемической заболеваемости в связи с повышенным содержанием мышьяка в питьевой воде.

Относительный риск (*RR*) нарушений состояния здоровья жителей провинции для категории лиц, употребляющих токсичную питьевую воду, по сравнению с категорией населения, которые употребляют воду с допустимым уровнем мышьяка, составил – 3,87 (95 % *CI* = 2,83–5,275; *RR* = 3,87; $p < 0{,}05$), что считается показателем чрезвычайно высокого риска возникновения отравлений мышьяком[3].

Для расчета экономического ущерба от различных видов заболеваний взрослого населения поселка Приисковый по имеющимся статистическим и экстраполированным данным была использована методика Ревича – Сидоренко[4].

Доля получивших стационарную медицинскую помощь составляет:

$$\gamma = \frac{N_{\text{ст}}}{N}\ ;$$

$$\gamma = \frac{30}{120} = 0{,}25;$$

где $N_{ст}$ – число случаев лечения в стационаре за год, количество человек (30 человек лечились в стационаре), N – число случаев заболеваний (всего случаев отравления мышьяком – 120 человек, 80 человек лечились амбулаторно).

Стоимость медицинского обслуживания в стационарах за год t i-го вида заболевания (C^{i}_{CTt} , млн руб.) рассчитана по формуле:

$$C^{i}_{CTt} = \frac{C_{CT} \cdot 13 \cdot \gamma \cdot N^{i}}{1\,000\,000}\ ;$$

$$C^{i}_{CTt} = \frac{2519{,}8 \cdot 13 \cdot 0{,}25 \cdot 30}{1\,000\,000} = 0{,}25 \text{ млн руб.},$$

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

[4] Ревич Б.А., Сидоренко В.Н. Методика оценки экономического ущерба здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха. Пособие по региональной экологической политике / под ред. В.М. Захарова, С.Н. Бобылева. – М.: Акрополь, ЦЭПР, 2006. – 42 с.

где C_{CT} – средняя стоимость медобслуживания в стационаре (на один койко-день в медицинских организациях, оказывающих паллиативную медицинскую помощь в стационарных условиях, включая койки паллиативной медицинской помощи и койки сестринского ухода) – 2519,8 руб./день;

13 – среднее число дней лечения в стационаре;

N^i – число случаев i-го вида заболевания.

Стоимость медицинского обслуживания амбулаторно за год t i-го вида заболевания ($C^i_{\text{амб}t}$, млн руб.) составляет:

$$C^i_{\text{амб}t} = \frac{C_{\text{амб}} \cdot N^i \cdot T^i_{\text{ВУТ}}}{1\,000\,000};$$

$$C^i_{амбt} = \frac{1487 \cdot 80 \cdot 13}{1\,000\,000} = 1{,}55 \text{ млн руб.},$$

где $C_{\text{амб}}$ – средняя стоимость медобслуживания амбулаторно (на одно обращение по поводу заболевания при оказании медицинской помощи в амбулаторных условиях медицинскими организациями (их структурными подразделениями) за счет бюджетных ассигнований соответствующих бюджетов) – 1487 руб./день;

$T^i_{\text{ВУТ}}$ – средняя продолжительность выплат по ВУТ i-го вида заболевания – 13 дней.

Пособие по ВУТ за год i-го вида заболевания ($C^i_{\text{ВУТ}t}$, млн руб.):

$$C^i_{\text{ВУТ}t} = \frac{C_{\text{ВУТ}} \cdot N^i_{\text{ВУТ}}}{100\,000};$$

$$C^i_{\text{ВУТ}t} = \frac{2\,434{,}25 \cdot 80}{100\,000} = 1{,}95 \text{ млн руб.},$$

где $C_{\text{ВУТ}}$ – пособие по ВУТ, руб. (выплата о временной нетрудоспособности составляет 2434,25 руб. в день);

$N^i_{\text{ВУТ}}$ – число случаев i-го вида заболевания с ВУТ.

Величина недополученных налогов за год i-го вида заболевания ($C^i_{\text{Н}}$, млн руб.):

$$C^i_{\text{Н}} = \left(\frac{\text{ВВП}_1}{365} \cdot \frac{\text{НДС}}{100} + \frac{\text{ЗП}}{30} \cdot \frac{\text{НДФЛ}}{100}\right) \cdot \frac{N^i_{\text{ВУТ}} \cdot T^i_{\text{ВУТ}}}{1\,000\,000};$$

$$C^i_{\text{Н}} = \left(\frac{91596{,}7}{365} \cdot \frac{20}{100} + \frac{66572}{30} \cdot \frac{13}{100}\right) \cdot \frac{80 \cdot 13}{1\,000\,000} = 0{,}35 \text{ млн руб.},$$

где ВВП_1 – валовой внутренний продукт на одного работающего, руб.;

365 – число дней в году;

НДС – налог на добавленную стоимость, %;

ЗП – средняя заработная плата, руб.;

30 – число дней в месяце;

НДФЛ – налог на доходы физических лиц, %.

Экономический ущерб *i*-го вида заболевания за год ($У_з^i$, млн руб.):

$$У_з^i = C_{CTt}^i + C_{амбt}^i + C_{ВУТt}^i + C_Н^i$$

$$У_з^i = 0,25 + 1,55 + 1,95 + 0,35 = 4,1 \text{ млн руб.}$$

Выводы. Таким образом, мышьяк формирует условия геохимической провинции, модифицирует состав биосред, вызывает, прежде всего, дерматологические нарушения в виде меланоза или дисхромии. Также установлена связь интоксикации мышьяком с сердечно-сосудистыми заболеваниями, диабетом, алопецией, токсической полинейропатией.

Относительный риск интоксикации мышьяком составляет 3,87 (95 % *CI* = 2,83–5,275; *RR* = 3,87; $p < 0,05$), что определяет условия возникновения дополнительной неэпидемической заболеваемости, связанной с отравлением мышьяком у 19 % населения территории мышьяковистой геохимической аномалии.

Экономический ущерб, нанесенный в результате мышьяковистой геохимической аномалии, составляет 4,1 млн рублей.

Список литературы

1. Закутин В.П. Региональные гидрогеохимические провинции пресных подземных вод, некондиционных по содержаниям микроэлементов // Разведка и охрана недр. – 2005. – № 11. – С. 10–13.

2. Красулина Е.А., Долгих О.В., Образцова А.Д. Особенности иммунного статуса детского населения техногенной провинции юга Сибири // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2021. – С. 354–358.

3. Образцова А.Д., Долгих О.В. Особенности индикаторных показателей нарушений здоровья взрослого населения мышьяковистой гидрогеохимической провинции // Анализ риска здоровью – 2022. Фундаментальные и прикладные аспекты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2022. – Т. 2. – С. 299–303.

4. Образцова А.Д., Долгих О.В., Мазунина А.А. [и др.]. Индикаторные показатели негативных эффектов у взрослого населения как результат избыточной контаминации биосред мышьяком (на примере территории юга Сибири) // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2021. – С. 282–286.

Здоровьесбережение как часть семейной культуры: исследовательские перспективы нового контекста

С.А. Судьин[1,2]

[1]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород, Россия
[2]ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

Обсуждаются основные категории, использующиеся для описания поведения в сфере здоровья в социальной науке. Представлена новая трактовка категории «здоровьесбережение»: понятие «здоровьесбережение», основанное на семейной истории сохранения здоровья, разводится с понятием «здорового образа жизни», основанном на доказанных медицинских практиках. Устанавливается связь нового контекста здоровьесбережения с категорией health belief, характерной для незападных медицинских систем и представляющих в большинстве случаев альтернативный взгляд на природу здоровья и болезни. Показана важность дальнейшего исследования практик здоровьесбережения для демографического развития депрессивных регионов, отягощенных проблемой высокой смертности на фоне низкой рождаемости и высокого миграционного оттока.

Ключевые слова: здоровьесбережение, семейная культура, health beliefs, демографическое развитие, региональный контекст.

Поведение человека в сфере здоровья выступает предметом исследовательского интереса на протяжении всей истории социальной науки. В современном научном дискурсе используется довольно много категорий, так или иначе описывающих поведенческие практики, связанные с сохранением и укреплением здоровья, профилактикой заболеваний – «самосохранительное поведение» (self-protection, self-protective behavior) [1], «здоровый образ жизни» (healthy lifestyle), «здоровьесберегающее поведение» (health protective behavior) [4] и др. Нередко данные категории употребляются как синонимичные, тогда как, на наш взгляд, их содержательное наполнение неодинаково.

Остановимся подробнее на соотношении понятий «здоровьесбережение» и «здоровый образ жизни» (ЗОЖ). Категория «здоровьесбережение» определяется нами как совокупность поведенческих практик, направленных на поддержание здоровья, основанных как на традиционных health beliefs, характерных для российской культуры в целом, так и на семейных традициях здоровьесбережения. Это является основным отличием от категории «здорового образа жизни», которая базируется на доказанных медицинских фактах и рекомендациях. Конечно же, индивидуальные интерпретации могут придавать ЗОЖ весьма причудливые формы, но его научная основа будет ведущим фактором соблюдения выбранного режима. В них можно выделить объективные и субъективные характеристики, часто противоречащие друг другу. Например, здоровое с медицинской точки зрения питание может быть

элементом этнической культуры и сохраняться без осознания его протективной функции. Напротив, употребление, например, алкоголя, явно противоречащее здоровьесбережению, может восприниматься как защитная мера при простудных и даже сердечно-сосудистых заболеваниях.

Вариативность практик ЗОЖ и его относительно слабая роль в деле формирования здоровьесберегающих стратегий – важный исследовательский вопрос, требующий более пристального внимания. Очевидно, здесь скрыты такие важные переменные, как отношение к возможным ограничениям и готовность к ним, доверие к традиционной медицине или ее доступность, продолжительность и качество жизни в семейном анамнезе, наличие финансовых возможностей обеспечения здорового питания, физической активности, регулярных медицинских обследований, привычные способы снятия стресса и психических нагрузок. Все они являются элементами семейной культуры, транслируемыми из поколения в поколение через конкретные практики.

Приведем самые необычные, но весьма показательные примеры практик здоровьесбережения. Курение – это не столько вредная привычка, сколько едва ли не единственный способ профилактики деменции; употребление самопального алкоголя взамен подакцизного магазинного – залог здоровья и активного долголетия, что подтверждается всей семейной историей на доступном воспоминаниям участке, а опыт некоторых заболеваний, передающихся половым путем (ЗППП), гарантирует пожизненный иммунитет от рака предстательной железы. Существуют и более распространенные явления от употребления каких-то простых с точки зрения доступности веществ (мочи, керосина, перекиси водорода) для решения целого спектра весьма серьезных проблем до сложных телесно ориентированных практик вроде дыхательной гимнастики и всевозможных экстремальных самоограничений. Так или иначе, но основными факторами формирования и преемственности практик здоровьесбережения будут выступать семейные традиции, а также собственный опыт и установки. Все они являются отражением индивидуальной и семейной культуры, преломлением жизненного опыта или удачным способом преодоления когнитивного диссонанса.

Эта система взглядов, явно противоречащая официальной медицине, значительно сближает социологию здоровья с антропологическими исследованиями медицинских систем и открывает широкий простор не только для сравнительного анализа, но и для концептуальных заимствований из смежных дисциплин. Наиболее близким теоретическим концептом, подходящим для анализа здоровьесбережения в предлагаемом нами контексте, являются так называемые health beliefs, т.е. разделяемые большими совокупностями индивидов представления о природе болезней и, следовательно, о том, какие действия необходимо предпринимать для их лечения. Дж. Ричман в своей книге Medicine and Health дает классификацию моделей health beliefs, основанную на различии тех причин, которые в разных культурах или в разное время обусловливают болезнь [6]. В конечном счете именно представления о природе болезни будут определять способы ее лечения и возможные практики сбережения здоровья.

Во-первых, выделяются *сверхъестественная и натуралистическая* модели health beliefs. Вера в сверхъестественные причины болезней восходит к одной из примитивных религиозных форм – анимизму. Натуралистическая модель health beliefs является непосредственной прародительницей современной научной меди-

цины. Этот процесс был детально проанализирован М. Фуко в работе «Рождение клиники», где автор показывает изменение медицинского взгляда и языка, отражающее настоящую естественнонаучную революцию, случившуюся на рубеже XVIII–XIX вв. В этот период происходит своеобразная «локализация» болезней, устанавливается связь симптоматики с патологиями конкретного органа в противовес существовавшим представлениям о «высушивании нервной системы» и прочим умозрительным диагнозам [2]. Этот процесс стал одним из экспонентов позитивистского переворота, ознаменовавшего научное господство эмпирической ориентации с соответствующим ей набором методов и интерпретаций.

Однако многое здесь зависит от определения понятия «натуралистическое», содержание которого варьируется от уровня знаний и конкретной эпохи в глобальном масштабе и от той же семейной культуры и индивидуальных установок – на микроуровне. Хождение по «бабкам», «знахаркам», «ведуньям» воспринимается как вполне возможная терапия достаточно широкого круга проблем от мифического сглаза до таких «долгоиграющих» диагнозов, как псориаз, аллергия или даже онкологии. Случай Стива Джобса, запустившего лечение рака поджелудочной железы из-за увлечения нетрадиционными методами терапии, стал самой яркой иллюстрацией невежества, не ограниченного никакими социальными, интеллектуальными и прочими рамками.

В настоящее время существуют направления деятельности, довольно успешно эксплуатирующие образ доказательной медицины, однако не требующие профильного медицинского образования. Среди таковых – специалисты-нутрициологи, занимающиеся подборкой правильного пищевого рациона и паразитирующие в междисциплинарном пространстве эндокринологов, диетологов и гастроэнтерологов. Другая версия – популяризация рекомендаций неизвестных, но внешне авторитетных врачей, имеющих опыт работы в зарубежных клиниках, например, дышать через проспиртованную маску для лечения COVID-19. Несмотря на очевидную вредоносность подобных сюжетов, отметим и положительный момент, заключающийся в признании авторитета доказательной медицины, под которую и маскируется большинство околонаучных деятелей.

Во-вторых, предлагаются *персоналистская и природная* модели, подходящие для кросс-культурного анализа традиционных медицинских систем [3]. Персоналистская модель объясняет болезнь как результат преднамеренной деятельности различных субъектов, которые могут быть как вполне реальными – колдуны, ведьмы, так и не имеющими человеческой природы – духи предков или божества. Человек оказывается поистине жертвой чьей-то злой воли, агрессии или наказания, направленных персонально на него. Болезнь и даже смерть индивида исключают какую бы то ни было случайность; однако обнаружить заинтересованного в этом реального или иллюзорного субъекта не представляется возможным.

Природная модель объясняет болезнь как результат какого-либо дисбаланса в организме человека или условиях его функционирования: гуморального или температурного. Аристотелевский подход к человеку как к совокупности четырех стихий (огонь, воздух, земля, вода) можно рассматривать как предтечу системного подхода в медицине и необходимости исследования гомеостатических процессов. Данный подход являлся фактически преобладающим на европейской территории в течение почти всего Средневековья. Основным отличием данной модели от натуралистической является выраженный холизм, т.е. признание целостности организ-

ма и системного характера любого заболевания. Знаменитая фраза о необходимости лечить не болезнь, а человека – яркая иллюстрация данного тезиса.

Желание индивидов понять причины происходящих с ними неудач обусловило появление *ретрибутивной* модели health beliefs, основанной на представлении о возмездии за разрушение того морального мира, который был некогда дан человеку [5]. Авторские исследования родительской перцепции психиатрического диагноза ребенка показали, что почти 10 % опрошенных занимают консервативно-клерикальную позицию, увязывающую рождение психически больного ребенка с греховным образом жизни родителей. Формат исследования позволил проследить интересную зависимость: такие респонденты значительно более радикальны в своих оценках, отличаются озлобленностью и меньшей толерантностью. Эти данные не соотносятся с традиционными представлениями о христианской этике, не только запрещающей занимать оценочную позицию, но и по возможности призывающую оказывать помощь семьям, попавшим в трудную жизненную ситуацию. На этом фоне кажется отрадным факт, что две трети респондентов видят в психической болезни ребенка драматическое стечение обстоятельств, которое должно являться фактором, освобождающим семью от ответственности за происходящее и чувства вины перед окружающими.

Наконец, выделяются интерналистская и экстерналистская модели, развитые в работах A. Young [7].

Анализ статистических данных показал особую актуальность данной тематики в региональном контексте. По официальным данным Росстата, по итогам 2022 г. смертность в Нижегородской области почти на 30 % превысила рождаемость. В 2022 г. в регионе скончались 50 079 человек. Естественная убыль населения, таким образом, составила 10 714 человек. Уровень остается запредельно высоким: Нижегородская область по данному показателю находится на предпоследнем месте среди других субъектов ПФО. Свой вклад в увеличение смертности внесла и пандемия COVID-19, оставившая значительный след именно в Нижегородской области.

Однако данную ситуацию невозможно объяснить лишь особенностями структуры населения, например, относительным преобладанием лиц старших возрастных групп, вступлением в репродуктивный период малочисленных когорт, рожденных в конце 90-х гг. прошлого века, прошедшей пандемией и низкой рождаемостью, поскольку эти тенденции характерны и для других регионов. Необходимо признать, что в основе сложившейся ситуации лежат поведенческие факторы, среди которых ведущая роль принадлежит образу жизни.

Высокая смертность, обусловливающая отрицательный прирост населения (пока еще нехарактерный для большинства городов с численностью населения, превышающей 1 млн жителей), заставляет обращать внимание на поведенческие практики жителей в отношении своего здоровья и характеристики здоровьесбережения в частности. Среди основных факторов нами определены: общая оценка и озабоченность своим здоровьем, внимание и осведомленность о болезнях в семейном анамнезе, систематичность контроля основных показателей здоровья (артериального давления, уровня сахара и холестерина в крови), наличие вредных привычек и уровень физической активности. В этом контексте особый интерес вызывает изучение вовлеченности в профилактические мероприятия, использование достижений научно-технического прогресса для здоровьесбережения. Такие показатели, как регулярность профилактических осмотров, сдача анализов для превентивной

диагностики серьезных заболеваний, являются важным индикатором индивидуальной культуры.

Среди экзогенных факторов необходимо отнести к здоровьесбережению и практики по снижению техногенных и бытовых рисков, например, транспортного или производственного травматизма. Другой аспект, требующий пристального внимания, это исследование отношения к вредным привычкам, точнее, к их рационализации, аргументации и компенсации, их динамика от поколения к поколению, появление новых форм и средств саморазрушительного поведения.

Наконец, еще одной проблемой является появление новых коммуникационных каналов распространения информации о здоровье, примитивных форм телемедицины, позволяющей оценивать состояние здоровья в режиме онлайн и получать рекомендации по его коррекции. Сомнительное качество информации в совокупности с традиционной народной верой в печатное слово рискуют превратить многообещающие современные технологии в источник новых опасностей.

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (№ 23-18-00480 «Самосохранительные стратегии россиян в условиях новой нормальности»).

Список литературы

1. Вангородская С.А. Самосохранительное поведение: проблема содержания понятия в отечественной социологии // Среднерусский вестник общественных наук. – 2017. – № 4. – С. 20–29.
2. Фуко М. Рождение клиники. – М.: Смысл, 1998. – 310 с.
3. Foster G.M. Disease etiologies in non-western medical systems // American Anthropologist. – 1976. – № 78. – P. 773–782.
4. Health protective behavior scale: Development and psychometric evaluation / W. Ping, W. Cao, H. Tan [et al.] // PLoS One. – 2018. – № 13 (1). DOI: 10.1371/journal.pone.0190390
5. Ito K.l. Illness as retribution: a cultural form of self analysis among urban Hawaiian women // Culture, Medicine and Psychiatry. – 1982. – № 6. – P. 385–403. DOI: 10.1007/BF00118885.
6. Richman J. Medicine and health // J.Richman. – Longman group UK, 1987.
7. Young A. Internalizing and externalizing medical belief systems: an Ethiopian example // Social Science and Medicine. – 1976. – № 10. – P. 147–156. DOI: 10.1016/0037-7856(76)90041-x

Раздел II

Технологии, методы и результаты социально-гигиенического мониторинга: общие и региональные аспекты

Оценка рисков влияния химических характеристик питьевой воды на здоровье населения Волгоградской области

Н.В. Аброськина, О.В. Зубарева, Д.К. Князев

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

Представлено актуальное состояние питьевого водоснабжения Волгоградской области, определены приоритетные загрязнители питьевой воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Проведена оценка неканцерогенных рисков здоровью населения и корреляционных зависимостей, а также возможного влияния качества питьевой воды на здоровье населения.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, влияние качества питьевой воды на здоровье населения.

Указами Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 и от 21.07.2020 № 474 определены национальные цели развития Российской Федерации на период до 2030 г., в том числе сохранение населения, здоровье и благополучие людей и комфортная и безопасная среда для жизни. Повышение качества питьевой воды для населения, в том числе для жителей населенных пунктов, не оборудованных современными системами централизованного водоснабжения, является одним из целевых показателей, характеризующих достижение национальных целей [3].

Перечень поручений Президента РФ от 20.02.2019 № Пр-245 по результатам проверки исполнения законодательства и решений Президента Российской Федерации, направленных на повышение качества питьевой воды для населения, включает создание механизма оценки рисков влияния химико-биологических характеристик воды на здоровье человека с учетом рекомендаций Всемирной организации здравоохранения, предусматривающего в том числе обязательный систематический контроль качества и безопасности питьевой воды у конечного потребителя.

Данные положения определяют актуальность и важность системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ) в решении поставленных задач.

В Волгоградской области в качестве водоисточников используются как поверхностные, так и подземные воды. Города: Волгоград, Волжский, Камышин, Серафимович – используют поверхностные воды. Однако, несмотря на достаточный уровень водообеспеченности, проблемным вопросом остаётся химическое загрязнение бассейна реки Волги, где, по данным ГУ «Волгоградский ЦГМС», стабильно отмечаются превышения гигиенических нормативов по таким показателям, как окисляемость бихроматная, медь, фенолы, нефтепродукты. На территории северных, центральных и северо-западных районов области в качестве водоисточников используются подземные воды. Следует отметить, что для природных подземных вод Приволжско-Хоперского, Донецко-Донского, Прикаспийского и Сыртовского бассейнов, расположенных на территории Волгоградской области, характеры повышенные показатели общей минерализации за счет солей жёсткости, соединений

железа, марганца, хлоридов, сульфатов, что является фактором природного характера, влияющим на качество питьевого водоснабжения.

В 2022 г. из 1358 источников централизованного водоснабжения 21,4 % не соответствовало санитарно-эпидемиологическим требованиям (2021 г. – 23,3 %, 2020 г. – 23,6 %), в том числе 17,1 % поверхностных источников (2021 г. – 16,3 %, 2020 г. – 16,3 %), 21,5 % – подземных источников (в 2021 г. – 23,5 %, в 2020 г. – 23,8 %). В большинстве случаев не соответствуют требованиям водоисточники, расположенные в сельской местности. Наиболее частой причиной неудовлетворительного состояния источников централизованного водоснабжения является отсутствие организованных зон санитарной охраны. В 2022 г. таких источников было 178, или 13,1 %, что несколько ниже, чем в предыдущие годы (в 2021 г. – 197, или 13,4 %, в 2020 г. – 204, или 13,8 %).

Доля проб воды источников централизованного питьевого водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим показателям, в 2022 г. составила 27,8 % (в 2021 г. – 29,9 %, в 2020 г. – 27,8 %).

Еще одной причиной несоответствия качества подаваемой населению воды является отсутствие необходимого комплекса очистных сооружений и обеззараживающих установок. Так, доля водопроводов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, составила 33,0 % (в 2021 г. – 34,1 %, в 2020 г. – 33,7 %), в том числе из-за отсутствия необходимого комплекса очистных сооружений – 9,1 % (в 2021 г. – 9,5 %, в 2020 г. – 22,6 %); из-за отсутствия обеззараживающих установок – 23,4 % (в 2021 г. – 23,4 %, в 2020 г. – 10,9 %).

В 2022 г. удельный вес проб воды из распределительной сети централизованного водоснабжения, не соответствующий санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, составил 14,9 % (в 2021 г. – 15,0 %, в 2020 г. – 9,7 %). В качестве приоритетных загрязнителей в питьевой воде следует отметить железо, хлороформ, в некоторых районах области – хлориды, нитраты, сульфаты, магний, марганец.

В рамках проведения социально-гигиенического мониторинга проанализировано влияние химических веществ, содержащихся в питьевой воде населенных пунктов Волгоградской области, на здоровье населения. По программе СГМ в 2022 г. на территории Волгоградской области проведено 8360 лабораторных исследований питьевой воды централизованных систем водоснабжения по санитарно-химическим показателям в 99 мониторинговых точках, утвержденных приказом руководителя Управления Роспотребнадзора по Волгоградской области [1].

В целях выявления причинно-следственных связей между загрязнителями питьевой воды и показателями заболеваемости был проведен корреляционный анализ данных за период 2018–2022 гг.[1] В результате были выявлены статистически достоверные связи слабой силы между концентрацией железа в питьевой воде и болезнями кожи и подкожной клетчатки среди детского ($r = 0,25$; $p = 0,05$), подросткового ($r = 0,22$; $p = 0,05$) населения.

Также была проведена работа с использование методики оценки риска от действия таких загрязняющих веществ, как железо, нитраты, нитриты, хлороформ и

[1] Информационное письмо от 07.08.97 № и/109-111 о списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения / Министерство Здравоохранения РФ. Департамент Госсанэпиднадзора.

фтор [2]. Анализируемые вещества относятся к неканцерогенным, поэтому риск здоровью населения рассчитывался по коэффициентам (*HQ*) и индексам (*HI*) опасности.

Результаты проведенных расчетов показали, что риск развития неблагоприятных эффектов выявлен для взрослого и детского населения Кумылженского района от действия нитритов (*HQ* = 2,663 и *HQ* = 6,213 соответственно).

Кроме того, при одновременном воздействии группы веществ риск выявлен для взрослого населения Кумылженского района (*HI* = 2,875), и детского населения в Иловлинском (*HI* = 1,13), Ольховском (*HI* = 1,269), Кумылженском (*HI* = 6,709), Фроловском (*HI* = 1,155) районах, г. Волгограде (*HI* = 1,102).

При этом наибольшую долю риска составляют:

– нитриты в Кумылженском районе (92,6 %);

– нитраты в Иловлинском (56,6 %), Ольховском (55,2 %), Фроловском (58,4 %) районах;

– хлороформ в г. Волгограде (51,6 %).

В соответствии с полученными результатами можно предположить, что наиболее подверженными вредному влиянию органами и системами организма взрослого населения является система крови; для детского населения – система крови, сердечно-сосудистая система, почки, печень.

Приоритетными направлениями для предупреждения негативного влияния водного фактора и снижению рисков здоровью населения Волгоградской области от загрязнителей питьевой воды могут быть, прежде всего, реализация региональной программы «Чистая вода» на территории Волгоградской области, реализация мероприятий по реконструкции водозаборов, не имеющих необходимого комплекса очистных сооружений и обеззараживающих установок, мероприятий по разработке и утверждению проектов зон санитарной охраны источников водоснабжения, обеспечение на территории эксплуатируемых водоисточников надлежащего режима содержания зон санитарной охраны, а также совершенствование технологических процессов водоподготовки в системах централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, в том числе методов кондиционирования (обезжелезивание, умягчение и др.), применение более современных и безопасных способов обеззараживания питьевой воды, проведение своевременной замены изношенных труб разводящих водопроводных сетей.

Список литературы

1. МР 2.1.4.0176-20. Организация мониторинга обеспечения населения качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения [Электронный ресурс] // Кодекс: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: https://docs.cntd.ru/document/565982142 (дата обращения: 10.03.2023).

2. 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 правовых и нормативно-технических документов. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200037399 (дата обращения: 10.03.2023).

3. Рахманин Ю.А., Онищенко Г.Г. Гигиеническая оценка питьевого водообеспечения населения Российской Федерации: проблемы и пути рационального их решения // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 10. – С. 1158–1166.

Оценка зависимости смертности населения Иркутской области от уровня системы здравоохранения

Е.В. Бобкова

ОГКУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр Иркутской области»,
г. Иркутск, Россия

Проведен анализ связи коэффициента общей смертности населения и медицинских факторов Иркутской области за 2011–2021 гг. На основании проведенной кластеризации выделено пять типов, различных по уровню общей смертности населения, где медицинские факторы (структура показателей здоровья, доступность медицинской помощи) по-разному влияют на формирование факторов, определяющих характер системы здравоохранения, что в конечном счете обусловливает демографические потери населения.

Ключевые слова: коэффициент общей смертности, территории, система здравоохранения, факторы, кластерный анализ.

Смертность является одним из ведущих показателей сохранения здоровья населения, которое зависит во многом от организации здравоохранения. Конечно, технологическое обеспечение медицинских учреждений и фактор доступности и качества медицинской помощи для жителей городских и сельских сообществ являются базовыми социально-экономическими векторами развития системы здравоохранения. «Демографические процессы и здоровьесберегающие факторы развития городских и сельских территорий, их жизнеобеспечивающих систем зависят от организации деятельности и оптимального оснащения медицинских учреждений» [2]. Наряду с этим необходимо отметить, что проблема обеспечения доступности и высокого качества оказания медицинской помощи населению тесно связана с такими демографическими проблемами, как старение населения. Всего в Иркутской области (ИО) в 2021 г. умерло 41,8 тыс. человек. С 2011 по 2021 г. (за 11 лет) общий коэффициент смертности (ОКС) увеличился на 26,4 %. Несмотря на то, что с 2011 по 2019 г. (8 лет) ОКС в ИО снизился на 5,7 %, этот показатель оставался выше, чем в Российской Федерации (РФ) на 7,3 %, в Сибирском федеральном округе (СФО) – на 2,3 % (соответственно 13,2; 12,3 и 12,9 на 1000 населения). По сравнению с уровнем смертности 10,8 ‰ в «новых-8» странах ЕС (включают: Чехию, Эстонию, Венгрию, Латвию, Литву, Польшу, Словакию, Словению), показатели РФ, СФО и ИО гораздо выше [6]. В работе Я.А. Лещенко и А.А. Лисовцова показано, что многолетняя динамика общей смертности населения ИО (1989–2017 гг.) имела волновой характер с выраженными подъемами уровня смертности и последующим его снижением. Величина коэффициента смертности в течение всего периода была выше данного показателя по СФО (на 6,5–10 %) и РФ (12,9–21,5 %) [3]. В условиях неблагополучной эпидемиологической ситуации в связи со вспышкой новой коронавирусной инфекции начиная с 2020 г. уровень ОКС в ИО достиг в 2021 г. 17,7 ‰ и стал оцениваться как высокий, а также превысил общероссийский показатель на 5,4 % и средний по СФО на 2,9‰ (в 2021 г. РФ – 16,8‰, СФО 17,2 ‰).

Анализ мировой практики по оценке влияния различных факторов на показатели здоровья населения на популяционном уровне демонстрирует, что ключевую детерминирующую роль в формировании его оптимистического или пессимистического характера развития играют не только социально-экономические факторы, но и степень доступности и качественный уровень медицинской помощи. Его оценка может быть успешной, если будет применен сравнительный анализ мероприятий по организации здравоохранения в разных социокультурных системах. Это было доказано на примере реализации Приоритетного национального проекта «Здоровье» в 2005–2012 гг. и других целевых программ, инициированных руководством страны в этот период [6]. На основании вышеизложенного выполнено исследование с целью дать оценку связи коэффициента смертности населения Иркутской области с показателями, характеризующими уровень системы здравоохранения.

Материалы и методы. Исследование проведено в Иркутской области. ИО входит в состав Сибирского федерального округа и занимает четвертое место по численности постоянного населения в округе. Общая площадь территории – 774,8 тыс. км², или 4,6 % от площади Российской Федерации. Были изучены 37 административных территорий (АТ) Иркутской области, включая районы и города, в динамике с 2011 по 2021 г. Проведен анализ ежегодных показателей смертности населения по данным, содержащимся в статистических таблицах «С51» «Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти». Коэффициент общей смертности рассчитан на 1000 всего населения. Для характеристики системы здравоохранения были рассмотрены данные формы федерального статистического наблюдения № 30 «Сведения о медицинской организации», формы отраслевой статистической отчетности № 131 «Сведения о проведении профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения», ежегодных статистических бюллетеней «Численность населения по полу и возрасту» Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области [1]. По данным опроса респондентов в возрасте «старше 21 года» рассчитаны показатели «удельный вес лиц, прошедших диспансеризацию» и «отягощенной наследственности хронической неинфекционной заболеваемости (ХНИЗ)». Удельный вес лиц, прошедших диспансеризацию, из числа лиц, подлежащих обследованию, и укомплектованность врачами рассчитаны в %; обеспеченность койками круглосуточного пребывания (ККП) – на 10 тыс. всего населения.

Статистическую обработку проводили с использованием программ Microsoft Excel и Statistica, версии 10.0. Для выявления территорий риска были использованы два метода кластерного анализа: метод Варда (определение оптимального числа кластеров) и метод *k*-средних. Сила связи между изучаемыми признаками оценивались с помощью рангового корреляционного анализа Спирмена (r_{sp}), за критерий статистической значимости с учетом числа степеней свободы принят уровень $p < 0{,}005$. Характеристика кластеров дана по средним показателям и 95-процентным доверительным интервалам (*M* (*CI*)).

Результаты. Средний ОКС населения Иркутской области в изучаемый период 2011–2021 гг. в целом по области составил 15,1 ‰. Наименьший показатель смертности (9,3 ‰) зарегистрирован в Иркутском районе, а максимальный (19,4 ‰) – в Мамско-Чуйском районе.

По ОКС с помощью иерархического кластерного анализа совокупность территорий Иркутской области в изучаемые периоды разделилась на пять кластеров.

Кластеризация методом *k*-средних позволила определить состав и наполнение характеристиками каждого кластера, представленного в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика кластеров, выделенных по уровню средних коэффициентов общей смертности населения административных территорий Иркутской области

		Административные территории	Общий коэффициент смертности, среднее (*CI*), ‰	Евклидово расстояние
Кластеры	I	г. Тулун, Балаганский, Жигаловский, Нижнеилимский, Аларский и Усть-Кутский районы	15,3 (15,10–15,49)	I = 0 II = 1,846 III = 1,290 IV = 3,347 V = 3,695
	II	г. Ангарск, г. Братск, г. Шелехов, г. Саянск, г. Усть-Илимск, Баяндаевский, Казачинско-Ленский районы	13,5 (12,91–14,09)	III = 2,929 IV = 5,039 V = 2,123
	III	г. Зима, г. Усолье-Сибирское, Бодайбинский, Братский, Заларинский, Катангский, Качугский, Киренский, Слюдянский, Тайшетский, Усть-Удинский, Чунский районы	16,3 (16,10–16,50)	IV = 2,238 V = 4,758
	IV	г. Свирск, г. Черемхово, Куйтунский, Мамско-Чуйский, Нижнеудинский районы	18,5 (17,91–19,09)	V = 6,913
	V	г. Иркутск, Ольхонский, Боханский, Нукутский, Иркутский, Осинский, Эхирит-Булагатский районы	11,7 (10,72–12,68)	–

Все пять кластеров различаются по уровню ОКС. Среднее значение областного показателя смертности – 15,1 ‰ за изучаемый период 2011–2021 гг. Среди всех кластеров среднеобластному уровню соответствует ОКС в I кластере (15,3 ‰). Указанный кластер объединяет 6 АТ, в котором проживает 192,0 тыс. человек. Ниже на 22 % среднеобластного ОКС показатель в самом многочисленном V кластере. В данный кластер входит административный центр области – г. Иркутск (630 тыс. жителей) и сельские районы Усть-Ордынского бурятского автономного округа. Также ниже среднеобластного показателя ОКС на 10,3 % во II кластере. Указанный кластер объединяет 7 АТ, где проживает 680,0 тыс. человек, из которых 95 % составляет городское население молодых промышленных центров с развитой цветной металлургией, нефте- и лесохимическими производствами. Два других кластера превосходят по уровню ОКС средний показатель по Иркутской области: III – на 7,9 % и IV – на 22,7 %.

Следующей задачей нашего исследования становится поиск медицинских факторов, которые определяют характер системы здравоохранения и влияют на показатель общей смертности в близких по уровню смертности кластерах I–V.

Из табл. 2 видим, что в V кластере, в сравнении с другими кластерами, регистрируются самые благоприятные медицинские факторы: высокий показатель прошедших диспансеризацию (50,7 %) и самая высокая укомплектованность врачами (62,8 %). Однако определились и самые негативные медицинские факторы из всех

кластеров: высокий фактор отягощенной наследственности ХНИЗ (13,0 ‰) и низкая обеспеченность населения ККП (50,7 ‰0).

В IV кластере выявлены значения медицинских факторов: низкий фактор отягощенной наследственностью ХНИЗ (10,0 ‰), высокий показатель обеспеченности населения ККП (68,9 ‰0), но в то же время отмечается самая низкая укомплектованность врачами (44,2 %).

АТ, вошедшие в I кластер, объединили районы с самыми низкими показателями прошедших диспансеризацию (29,1 %) и укомплектованности врачебными кадрами (46,6 %).

В III кластере в сравнении со среднеобластными показателями регистрируются значения ниже средних: по укомплектованности врачами – на 1,6 % (52,7 % по области), прошедшим диспансеризацию – на 10,6 % (38,7 % по области) и выше средних – по показателю отягощенности наследственными ХНИЗ – на 5,1 % (11,7 % по области).

Уровень сходства по всем параметрам выявлен в III и IV кластерах (p = 0,769–0,977).

Таблица 2

Распространенность факторов, определяющих характер системы здравоохранения

Кластер	Среднее (95-ный доверительный интервал среднего)			
	Прошли диспансеризацию, %	Показатель отягощенной наследственности ХНИЗ, ‰	Обеспеченность ККП, ‰	Укомплектованность врачами, %
I	29,1 (6,8–66,9)	11,6 (0,1–30,9)	59,3 (46,9–63,4)	46,6 (36,1–59,3)
II	39,2 (24,8–66,6)	11,2 (0,6–33,8)	56,6 (40,4–76,3)	55,5 (47,1–70,7)
III	34,6 (7,8–66,5)	12,3 (2,8–20,1)	66,3 (37,2–111,0)	51,8 (44,4–58,5)
IV	33,5 (13,5–44,6)	10,0 (0,0–39,0)	68,9 (35,4–88,4)	44,2 (37,1–53,0)
V	50,7 (13,3–67,0)	13,0 (1,3–40,6)	50,7 (14,3–67,1)	62,8 (50,0–73,0)
p =	I–II = 0,380 I–III = 0,625 I–IV = 0,689 I–V = 0,127 II–III = 0,609 II–IV = 0,507 II–V = 0,320 III–IV = 0,896 III–V = 0,796 IV–V = 0,168	I–II = 0,964 I–III = 0,903 I–IV = 0,866 I–V = 0,860 II–III = 0,848 II–IV = 0,891 II–V = 0,822 III–IV = 0,769 III–V = 0,907 IV–V = 0,756	I–II = 0,719 I–III = 0,547 I–IV = 0,374 I–V = 0,370 II–III = 0,421 II–IV = 0,276 II–V = 0,548 III–IV = 0,853 III–V = 0,248 IV–V = 0,164	I–II = 0,099 I–III = 0,227 I–IV = 0,587 I–V = **0,007** II–III = 0,373 II–IV = **0,024** II–V = 0,141 III–IV = **0,036** III–V = **0,011** IV–V = **0,001**

Примечание: уровень статистической значимости различий – $p < 0,005$ (критерий Стьюдента).

При изучении факторов «процент прошедших диспансеризацию», «показатель отягощенной наследственности ХНИЗ», «обеспеченность населения ККП» во всех пяти кластерах не выявлено статистических различий. Исключение составила

категория «укомплектованность врачами» при сравнении I–V, II–IV, III–IV, III–V и IV–V кластеров.

После анализа корреляционных связей рассматриваемых факторов и ОКС выявлены зависимости на уровне $p < 0{,}05000$ (табл. 3).

Таблица 3

Корреляции медицинских факторов и коэффициента смертности

Пер. *x* и *y*	Среднее	Станд. откл.	r_{sp}	r^2	*t*	*p*
Удельный вес прошедших диспансеризацию	38,68	17,918	–0,200	0,0399	–1,21	0,236
ОКС	15,06	2,326				
Показатель отягощенной наследственности ХНИЗ	11,69	1066,2	0,015	0,0002	0,09	0,931
ОКС	15,06	2,326				
Обеспеченность ККП	60,06	17,054	0,401	0,161	2,59	0,014
ОКС	15,06	2,326				
Укомплектованность врачами	52,73	8,540	–0,620	0,385	–4,68	0,000
ОКС	15,06	2,326				

Выявлена ассоциированность ОКС населения Иркутской области с медицинскими факторами: обеспеченность ККП ($r = 0{,}401$, $p = 0{,}014$) и укомплектованность врачебными кадрами ($r = –0{,}62$, $p = 0{,}000$). Эта зависимость подтверждается на примере IV и V кластеров. В IV кластере при высокой обеспеченности населения ККП и одновременно низкой укомплектованности врачебными кадрами регистрируется самая высокая смертность. Антилидером среди всех АТ, находящихся в данном кластере, с самым высоким ОКС – 19,4 ‰ является Мамско-Чуйский район, где зафиксирована низкая укомплектованность врачами – 44,4 % и высокая обеспеченность ККП – 66,2 ‰. Аналогичная ситуация наблюдается в г. Черемхово и Куйтунском и Нижнеудинских районах.

В V кластере противоположная ситуация: при самой низкой обеспеченности ККП и высоком показателе укомплектованности врачами наблюдается самый низкий ОКС из всех кластеров. Данное наблюдение зафиксировано в Иркутском, Ольхонском и Осинском районах, а также в г. Иркутске.

Потребность региона в ККП зависит от многих условий, среди которых важны доступность альтернативных медицинских организаций, структура заболеваемости и другое. Но обязательным условием, сколько бы ни было развернуто коек на территории, должна быть высокая укомплектованность медицинским персоналом. Также высокая укомплектованность врачами позволяет оказывать медицинскую помощь населению на догоспитальном этапе. В V кластер вошли: областной центр, где доступны альтернативные медицинские организации с возможностью получения медицинской помощи и сосредоточены врачи разных специальностей, а также шесть территорий сельского поселения без промышленного производства (удаленные от Иркутска на расстояние до 200 км). В противоположность, IV кластер объединил территории с удаленностью от областного центра до 1,5 тыс. км, что создает трудности в укомплектовании медицинскими работниками. Наши результаты подтверждают мнение Л.В. Руголь с соавт. о том, что кадры являются основным ресурсом, обеспечивающим эффективную работу службы здравоохране-

ния, причем ключевое значение имеет обеспеченность врачами как наиболее значимой частью профессиональных ресурсов, отвечающих за достижение клинических результатов [4].

Учитывая доказанную связь изученных факторов (укомплектованность врачами и обеспеченность населения ККП) с ОКС и малую изученность данной проблемы в Иркутской области, можно утверждать, что возникает необходимость дальнейшего исследования. Приоритетное значение имеет не только определение ведущих медицинских факторов, связанных с ОКС, но и выявление территорий высокого риска [5].

Выводы:

1. Средний общий коэффициент смертности населения на территории Иркутской области на период 2011–2021 гг. составляет 15,1 (9,3:19,4) случая на 1000 человек и определяется существенным разбросом, что позволяет выделить пять кластеров, различающихся по данному показателю.

2. Уровень факторов, определяющих характер системы здравоохранения, ассоциирован с коэффициентом смертности: обеспеченностью койками круглосуточного пребывания и укомплектованностью врачебными кадрами (коэффициенты ранговой корреляции). На территориях с низкой укомплектованностью врачами даже при высокой обеспеченности койками круглосуточного пребывания регистрируется высокая смертность населения. Число коек не обеспечивает возможность эффективной деятельности системы здравоохранения, поскольку койка только тогда отображает эту возможность, когда подкреплена врачебными кадрами.

Список литературы

1. Динамические таблицы Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области за 2011–2021 гг. [Электронный ресурс] // Иркутскстат: официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области. – URL: http://irkutskstat.gks.ru/ (дата обращения: 25.03.2023).

2. Куркин М.А., Чумакова Е.Ю. Анализ показателей качества медицинской помощи в регионе [Электронный ресурс] // Молодой ученый. – 2015. – № 10 (90). – С. 708–712. – URL: https://moluch.ru/archive/90/18103/ (дата обращения: 31.03.2023).

3. Лещенко Я.А., Лисовцов А.А. Тренды смертности населения иркутской области в процессе социально-экологических трансформаций (1989–2017 гг.) // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 10. – С. 1141–1147. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-10-1141-1147

4. Руголь Л.В., Сон И.М., Меньшикова Л.И. Влияние кадрового обеспечения первичной медико-санитарной помощи на эффективность ее деятельности // Социальные аспекты здоровья населения. – 2020. – Т. 66, № 3. – С. 10. DOI: 10.21045/2071-5021-2020-66-3-9

5. Савченков М.Ф., Ефимова Н.В. Анализ и стратегии обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Сибири // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2018. – Т. 3, № 6. – С. 156–163. DOI: 10.29413/ABS.2018-3.6.23

6. Улумбекова Г.Э. Здравоохранение России. Что надо делать. Состояние и предложения: 2019–2024 гг. – 3-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 416 с. DOI: 10.33029/9704-5417-6-3-HR-2019-1-416

Расчет долгопериодной экспозиции при оценке риска по данным мониторинга атмосферного воздуха

А.В. Воронова

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

При проведение мониторинговых исследований для получения наиболее достоверных результатов оценки риска возникает потребность в уточнение среднегодовых концентраций, являющихся основой оценки долгопериодных экспозиций.

Осуществлено уточнение расчётов среднегодовых концентраций при оценке риска здоровью населения по данным мониторинга атмосферного воздуха. Отражены методические подходы к расчету среднегодовых концентраций по данным мониторинга атмосферного воздуха при оценке риска здоровью населения, которые в значительной степени снижают неопределенности оценки экспозиций и рисков при длительном ингаляционном воздействии химических веществ. Методики определения атмосферных загрязнений с недостаточной чувствительностью используются довольно широко, так как переход к более чувствительным методам требует дополнительного технического оснащения. Приоритетом при выборе метода, используемого в мониторинговых исследованиях атмосферных загрязнений, является избирательность методики при определение органических веществ. Учитывая недостаточную чувствительность экспрессных методов определения веществ в атмосферном воздухе, рекомендуется при наличии альтернативы переходить на более чувствительные методы количественного химического анализа, позволяющие определять концентрации на уровнях, адекватных критериям риска здоровью – *RFC*. Апробация алгоритма расчета рисков на переходный период позволила рекомендовать способ расчета долгопериодной экспозиции, при котором вещества с малочувствительными методиками ($LOQ \geq RFC$) могут быть использованы для оценки рисков здоровью населения.

Ключевые слова: атмосферный воздух, оценка риска, хроническое воздействие, методика, нижний предел количественного определения, предел обнаружения, нулевые значения.

В оценке риска здоровью населения при хроническом воздействии загрязняющих веществ по данным мониторинговых исследований качества атмосферного воздуха для расчета хронического неканцерогенного и канцерогенного риска используется среднегодовая концентрация и ее максимальное значение, соответствующее границе доверительного интервала при уровне вероятности 95 % минимум при годовом, но, как правило, при 3-летнем наблюдении [6].

В качестве исходных данных при расчете среднегодовой концентрации используется разовая концентрация вне зависимости от программы наблюдения на посту мониторинга. Определение разовой концентрации указано в РД 52.04.667-2005 [7]. Принцип подготовки исходных данных для оценки количественной экспозиции длительного периода осреднения на основе мониторинга качества атмосферного воздуха отражен в п. 4.2.16 действующего Руководства по оценке риска Р 2.1.10.1920-04 [6].

Следуя данному принципу, на первом этапе исследования определяется число значимых (отличных от нуля) разовых измерений из годовой выборки на постах

Роспотребнадзора, составляющей не менее 300 результатов определения разовых концентраций [3].

Для дальнейшей оценки риска отбираются только те среднегодовые концентрации, для расчета которых исходные выборки содержали 5 % и более процентов значимых разовых измерений. К ним относятся, например, среднегодовые концентрации бенз(а)пирену и взвешенных веществ за 2020–2022 гг., а также аммиака за 2020 г. на постах Роспотребнадзора на территории одного из городов-участников федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология», курируемого ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора.

На втором этапе устанавливается способ учета величин, лежащих ниже границы определения метода, который характеризуется в зарубежной практике, например, по рекомендации Комиссии Европейского сообщества (ЕС), пределом обнаружения (*LOD*) [1]. Как правило, данная характеристика редко приводится в отечественных аттестованных методиках [2, 5, 8].

Как показал проведенный анализ, в 2020–2021 гг. из аттестованных методик, используемых аккредитованными лабораториями ФБУЗ в курируемых городах, *LOD* указан только в 7 % применяемых методиках для веществ, мониторируемых в атмосферном воздухе [5]. Поэтому в способе учета величин, лежащих ниже границы определения метода, учитывается нижний предел количественного определения (*LOQ*), доступный во всех аттестованных методиках, применяемых в мониторинговых исследованиях в городах эксперимента.

На примере одного из курируемых городов рассчитаны соотношения *LOQ* и референтной концентрации при хроническом ингаляционном воздействии (*RFC*) аккредитованных методик. Для чувствительных методик рекомендовано отношение *LOQ* к *RFC* менее единицы. Для малочувствительных методик *LOQ* находится на уровне *RFC* или превышает ее. Как показал анализ мониторинговых исследований атмосферного воздуха на постах Роспотребнадзора по курируемым городам за 2020–2021 гг., в 45 % аттестованных методик нижний предел количественного определения меньше *RFC*.

Для учета величин, лежащих ниже предела количественного определения используемых методик, так называемых «нулевых значений», на веществах, отобранных раннее для дальнейшей оценки риска, были апробированы пять способов, рекомендованных ЕС с целью получения наиболее достоверных данных о среднегодовых концентрациях мониторирумых веществ. Следует обратить внимание на то, что с учетом вышеуказанных ограничений, расчет по способу 3 ЕС используется в руководстве по оценке риска Р 2.1.10.1920-04. В данном исследовании расчеты среднегодовых концентраций для оценки риска проводились по способу 1 ЕС (по исходным данным) и способу 3 ЕС (по Р 2.1.10.1920-04).

С применением классического подхода к расчету долгопериодных экспозиций и рисков, нами получены максимальные значения неканцерогенного риска по величине коэффициента опасности при хроническом ингаляционном воздействии атмосферных загрязнений для ряда веществ, контролируемых на постах Роспотребнадзора на одной из курируемых территорий в 2020–2022 гг. Превышения приемлемого уровня неканцерогенного риска ($HQ = 1$), были выявлены по бенз(а)пирену, взвешенным веществам и формальдегиду. У бензола, углерод (сажа), взвешенных веществ и формальдегида выявлена тенденция к уменьшению риска с 2020 г. к 2022 г.

Рассчитаны также максимальные значения индивидуального канцерогенного риска при хроническом ингаляционном воздействии атмосферных загрязнений на этой же территории. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск превышал приемлемый уровень (*CR* = 1,00E-04), но уменьшился в 2 раза (с 4,12E-04 в 2020 г. до 1,98E-04 в 2022 г.), чему способствовал переход на более чувствительные методики у анализируемых канцерогенов.

К сожалению, в настоящее время методики определения атмосферных загрязнений с недостаточной чувствительностью используются довольно широко, так как переход к более чувствительным методам требует дополнительного технического оснащения.

Поэтому, в дополнение к общепринятой схеме расчета долгопериодной экспозиции при оценке риска по данным мониторинга атмосферного воздуха для веществ, измерение которых ведется с использованием методов с недостаточной чувствительностью, при расчёте величин среднегодовых концентраций при наличии значений «ниже *LOQ*» в базу данных для оценки экспозиции вносится величина «0» (способ 1 ЕС – Расчет по исходным данных).

Такой подход применим для расчета рисков по данным мониторинга в переходный период, в течение которого будет вестись разработка методик измерений, обеспечивающих корректную оценку содержания веществ в атмосферном воздухе на уровне референтных концентраций, что позволяет избежать значительной переоценки (завышения) уровней экспозиций и рисков, используя при этом все значимые результаты измерений.

Расчеты, проведенные по предложенному алгоритму за 2022 г. на одной из территорий, показали уменьшение величин индекса опасности по влиянию на органы дыхания и на развитие максимально на 11 и на 3 % соответственно. Основную роль при этом играют дигидросульфид, углерод (сажа) и бензол, при расчете среднегодовых концентраций которых применены условия п. 2 алгоритма, а именно оставлены исходные нулевые значения разовых концентраций (способ 1 по рекомендациям ЕС), поскольку нижние пределы количественного определения их методик (*LOQ*) находятся на уровне или выше соответствующих референтных концентраций при длительном (хроническом) воздействии (*RfC*).

Расчеты, выполненные по предложенному алгоритму за 2022 г. на второй территорий, показывают уменьшение максимальных величин индексов опасности по влиянию на органы дыхания, кровь, центральную и всю нервную систему на 19; 35; 40 и 79 % соответственно. Основное влияние на данные органы и системы оказывают никель, марганец и их соединения, концентрации которых были преобразованы согласно п. 2 алгоритма из-за использования малочувствительных методик.

На рис. 1 представлено изменение процента значимых (т.е. отличных от нуля) измерений фенола и их вклада в общее число измерений за год по методикам примерно одинаковой чувствительности на одной из курируемых территорий, где в течение последних трех лет осуществлялся переход от избирательных, но трудоемких методов количественного химического анализа к менее трудоемкому экспрессному методу с использованием газоанализатора. Это привело к тому, что в каждый последующий год возрастало использование газоанализатора с одновременным убыванием числа значимых измерений, составивших в 2022 г. всего 0,3 %. На данном примере отчётливо видно, что отказ от методов количественного химического

анализа, особенно методики РД 52.04.186-89, обеспечивающей получение значимых результатов, в пользу КПГУ.4133322.002 РЭ[1] привел к невозможности оценить риск здоровью населения по данным мониторинга фенола в атмосферном воздухе.

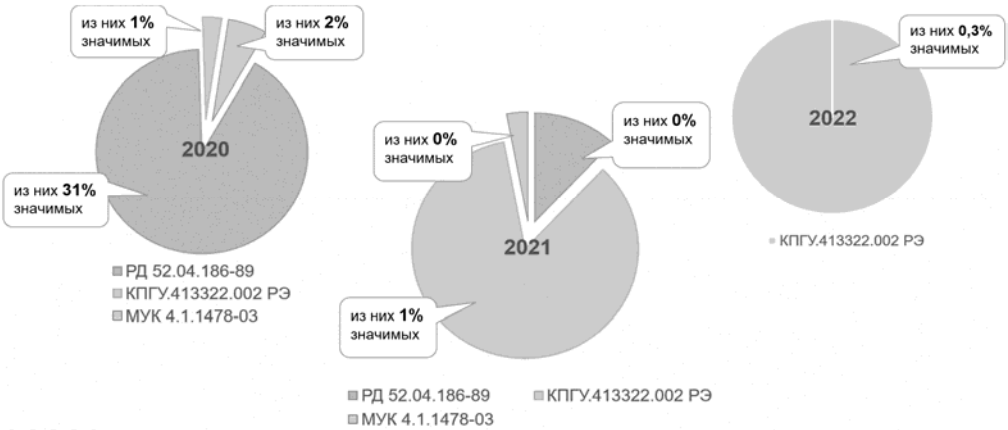


Рис. 1. Соотношение общих и значимых измерений фенола по использованным методикам за 2020–2022 гг., %

На рис. 2 представлены результаты аналогичных соотношений общих и значимых измерений бензола на той же территории. Это пример перехода на более избирательные и трудоёмкие методики и постепенный отказ от использования менее трудоемких газоанализаторов. Очевидно, что методики КПГУ. 4133322.002 РЭ[1] и ЕКМР 413322.001 РЭ[2] не подходят для мониторирования бензола в атмосферном воздухе. Следует отдавать предпочтение методикам МУК 4.1.1478-03 [4] и ФР.1.31.2014.17787[3], что способствует повышению процента значимых измерений.

Исходя из приведенных примеров с фенолом и бензолом, в большинстве случаев методы количественного химического анализа обладают лучшей избирательностью по отношению к органическими веществам.

На второй территории в проведенном исследовании было подтверждено удачное использование прибора – анализатора пыли DUSTTRAK 8533[4] взамен частично отмененного РД 52.04.186-89 п. 5.2.6 по определению взвешенных веществ. Анализатор пыли, примененный в 2021–2022 гг., вполне может быть использован и в дальнейшем. На рис. 3 показано, как изменялось количество значимых измерений в зависимости от использованной методики.

[1] КПГУ 413322002. Руководство по эксплуатации. Газоанализатор универсальный Г А Н К – 4. 2017.

[2] ЕКМР 413322.001. Руководство по эксплуатации. Газоанализатор портативный ЭКОЛАБ.

[3] ФР.1.31.2014.17787. Методика измерений массовой концентрации аллилового спирта, амилового спирта, ацетона, бензола, бутилацетата, бутилового спирта, изобутилацетата, изоамилового спирта, изобутилового спирта, изопропилового спирта, n-ксилола, m-ксилола, о-ксилола, метилэтилкетона, окиси этилена, пропилового спирта, толуола, циклогексанона, эпихлоргидрина, этилацетата.

[4] Анализатор пыли DUSTTRAK 8533 Руководство по эксплуатации.

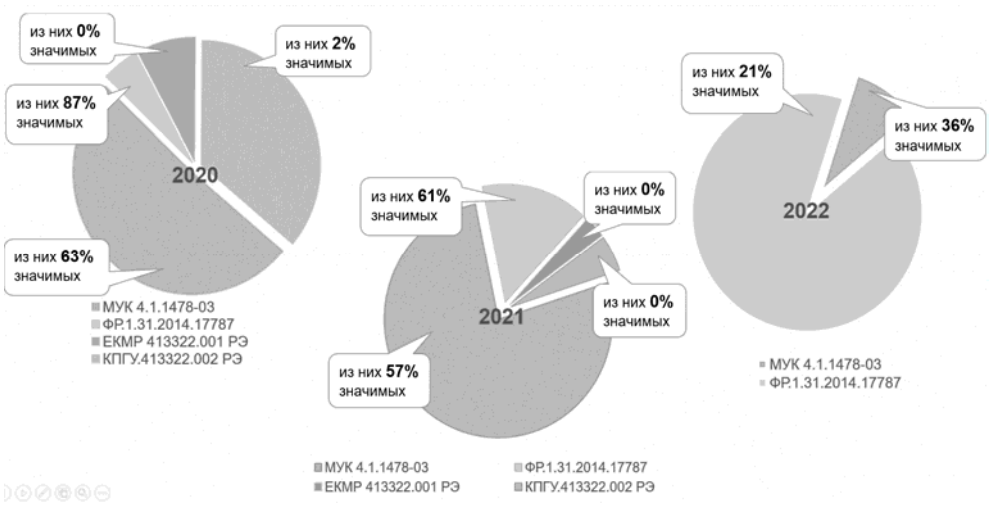


Рис. 2. Соотношение общих и значимых измерений бензола по использованным методикам за 2020–2022 гг., %

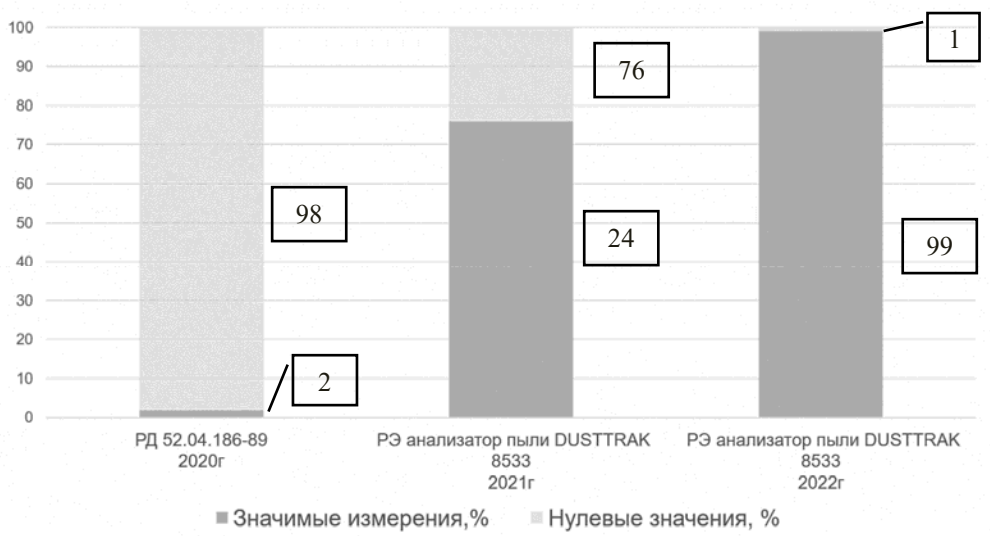


Рис. 3. Соотношение значимых и нулевых измерений взвешенных веществ по применяемым методикам в 2020–2022 гг., %

Таким образом, основные итоги поведенных исследований, представленных в статье, заключаются в следующем:

Методические подходы к расчету среднегодовых концентраций по данным мониторинга атмосферных загрязнений при оценке риска в значительной степени снижают неопределенности оценки экспозиций и рисков при длительном ингаляционном воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух.

2. Приоритетом при выборе метода, используемого в мониторинговых исследованиях атмосферных загрязнений, является избирательность методики при определение органических веществ.

3. Учитывая недостаточную чувствительность экспрессных методов определения веществ в атмосферном воздухе, рекомендуется при наличии альтернативы переходить на более чувствительные методы количественного химического анализа, позволяющие определять концентрации на уровнях, адекватных критериям риска здоровью, – *RFC*.

4. Положительным примером применения экспрессных методов является использование в мониторинговых исследованиях анализатора пыли DUSTTRAK 8533 для определения концентраций взвешенных частиц и их мелкодисперсных фракций.

5. Апробация алгоритма расчета рисков на переходный период показала положительные результаты и позволила рекомендовать способ расчета долгопериодной экспозиции, при котором вещества с малочувствительными методиками ($LOQ \geq RFC$) могут быть использованы для оценки рисков здоровью населения.

Список литературы

1. ГОСТ 33043-2014. Межгосударственный стандарт. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Вымывание из почвенных колонок. – М.: Стандартинформ. – 2015. – 12 с.

2. Комплексное предотвращение и контроль загрязнения окружающей среды. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям. Справочный документ по общим принципам мониторинга // Европейская комиссия генеральная дирекция. Институт по исследованию перспективных технологий. Отдел конкурентоспособности и устойчивого развития Европейского бюро по комплексному предотвращению и контролю загрязнений окружающей среды. Гармонизация Экологических Стандартов II (Harmonisation of Environmental Standards II): пер. с англ. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/fd7/monitoring_1303.pdf (дата обращения: 26.08.2022).

3. 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]. – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293719/4293719768.htm (дата обращения: 26.08.2022).

4. МУК 4.1.1478–03. Определение фенола в атмосферном воздухе и воздушной среде жилых и общественных зданий методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: методические указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 12 с.

5. Пригодность аналитических методов для конкретного применения. Руководство для лабораторий по валидации методов и смежным вопросам. Руководство Eurachem / под ред. Б. Магнуссона, У. Эрнемарка. – Пер. второго издания 2014 г. – Киев: Юрка Любченка, 2016. – 96 с.

6. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный Центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 206 с.

7. РД 52.04.667-2005. Руководящий документ. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общест-

венности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. – М.: Метеоагенство Росгидромета. – 2006. – 53 с.

8. JRC Reference Report on Monitoring of Emissions to Air and Water from IED Installations / T. Brinkmann, R. Both, B.M. Scalet, S. Roudier [et al.]. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018.

Анализ отравлений спиртсодержащей продукцией взрослого населения Кемеровской области – Кузбасса

Л.А. Глебова, А.Н. Лукьянова

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии
в Кемеровской области – Кузбассе» Роспотребнадзора,
г. Кемерово, Россия

В структуре острых отравлений химической этиологии наибольший удельный вес приходится на взрослое население и составляет 84,6 %. В течение последних пяти лет в структуре отравлений взрослых в лидерах остаются отравления спиртсодержащей продукцией в 2018 г. – 33,1 % и в 2022 г. – 35,0 %. В связи с этим проведен анализ отравлений спиртсодержащей продукции среди взрослого населения с выделением территории риска.

Ключевые слова: острые отравления химической этиологии, отравления спиртсодержащей продукцией, токсикологический мониторинг, территория риска.

Острым отравлениям химической этиологии отводится ведущую роль в оценке формирования стили и образа жизни населения, в связи с чем требуется коренная модернизация системы информированности, включая санитарное просвещение всех слоев общества России о возможных токсических эффектах химических веществ различного назначения и правилах безопасного обращения с ними. Особого внимания в рамках токсикологического мониторинга требуют вопросы, связанные с определением групп риска и профилактикой приоритетных форм острых отравлений, этиологической причиной которых являются спиртсодержащая продукция, лекарственные препараты и ряд других мониторируемых видов химических веществ [1, 2].

На территории Российской Федерации в структуре НП «Демография» реализуется федеральный проект «Укрепление общественного здоровья», который призван решить одну из задач по формированию среды, способствующей ведению гражданами здорового образа жизни, включая здоровое питание (в том числе ликвидацию микронутриентной недостаточности, сокращение потребления соли и сахара), защиту от табачного дыма, снижение потребления алкоголя. Кроме того, установлены целевые ориентиры и показатели реализации Федерального проекта до

2024 г. К одному из основных целевых показателей Федерального проекта относится сокращение реализации алкогольной продукции на одного человека (устанавливается в литрах чистого спирта проданных на душу населения) [3].

Цель исследования – провести анализ отравлений спиртсодержащей продукции в динамике за 2018–2022 гг. среди взрослого населения Кузбасса.

Материалы и методы. Исследования проведены за период с 2018 по 2022 г. с использованием модуля программного комплекса автоматизированной системы социально-гигиенического мониторинга. Проанализированы данные учетных форм № 58-1у «Экстренное извещение о случае острого отравления химической этиологии» по Кузбассу. Эпидемиологический анализ интенсивности (уровня), структуры, многолетней динамики проведены с использованием пакета программ MS Excel-2016. Для определения территорий риска по показателям острых отравлений химической этиологии (ООХЭ) применен метод расчета персентилей. Картографическое отображение территорий риска проведено с использованием программного средства Arc Gis версия 10.1.

Результаты. В Кемеровской области – Кузбассе за период с 2018 по 2022 г. зарегистрировано 18 488 случаев ООХЭ, среднемноголетний уровень составил 139,4 ± 6,5 на 100 тыс. населения. Частота ООХЭ по годам варьируется от 159,2 до 123,87 на 100 тыс. населения, за последние пять лет отмечается статистически значимое ($p \leq 0{,}05$) снижение уровня острых отравлений химической этиологии на 18,69 %.

За исследуемый период зарегистрировано 4515 случаев ООХЭ со смертельным исходом, что составляет 24,4 % от всех отравлений и соответствует среднемноголетнему уровню смертности 34,0 ± 1,6 на 100 тыс. населения.

В структуре ООХЭ ведущее ранговое место занимают отравления спиртсодержащей продукцией (31,0 %); на втором месте – отравления другими мониторируемыми видами (28,7 %); на третьем месте – отравления наркотическими веществами (20,3 %). Отравления лекарственными препаратами составляют в структуре ООХЭ 19,7 %; отравления пищевыми продуктами – 0,2 %.

Отравления спиртосодержащей продукцией варьируются от 39,3 до 47,8 на 100 тыс. населения, средний многолетний показатель 43,3 ± 1,5. С летальным исходом заканчиваются 13,2 ± 0,9 случаев отравлений алкоголем или 30,6 % от всех отравлений алкоголем. В динамике наблюдается статистически значимое ($p \leq 0{,}05$) снижение уровня отравлений спиртсодержащей продукцией на 14,0 %, в том числе на 30,3 % со смертельным исходом.

В структуре острых отравлений химической этиологии наибольший удельный вес приходится на взрослое население и составляет 84,6 %. В течение последних пяти лет в структуре отравлений взрослых в лидерах остаются отравления спиртсодержащей продукцией (в 2018 г. – 33,1 % и в 2022 г. – 35,0 %).

В связи с тем, что наиболее чаще отравления регистрируются у взрослого населения, проведена оценка отравлений спиртсодержащей продукцией среди данной возрастной группы. Изучение уровня, структуры и динамики отравлений проведено в сравнении по двум временным периодам: 2018 г. – до начала действия федерального проекта «Укрепление общественного здоровья», и 2022 г. – промежуточный итог реализации проекта на территории Кузбасса.

За последние пять лет среди взрослого населения отмечается статистически значимое ($p < 0{,}05$) снижение отравлений спиртсодержащей продукцией на

15,1 % (2018 г. – 56,9 на 100 тыс., 2022 г. – 48,3 на 100 тыс.). Основная причина отравлений – прием алкоголя с целью опьянения (99,9 %). По социальному положению безработные (неработающие трудоспособного возраста) составляют 63,5–65,5 %, возрастные группы с 30 до 54 лет, пенсионеры возрастная группа от 60 лет и старше.

Отравления взрослого населения спиртсодержащей продукцией в основном связано с употреблением этилового спирта: в 2018 г. – 91,8 % (из них закончилось летальным исходом 35,6 %); в 2022 г. – 88,1 % (из них закончилось летальным исходом 31,1 %). Отравления метанолом в 2018 г. составили 1,7 %, однако с летальным исходом завершилось 85,7 % отравлений; в 2022 г. – 1,2 %, из них с летальным исходом завершилось 100,0 %. Отравления спиртами не уточненными в 2018 г. составили 5,8 %, из них летальным исходом закончились 11,4 %; в 2022 г. – 10,5 %, из них с летальным исходом – 1,9 %.

На территории Кузбасса реализуется региональный проект «Укрепление общественного здоровья», одним из показателей является снижение розничной продажи алкогольной продукции на душу населения. Проводимые мероприятия по гигиеническому воспитанию населения и отказу от вредных привычек способствовали снижению розничной продажи алкоголя в Кузбассе с 6,6 л в 2018 г. до 6,21 л в 2022 г., уровень отравлений алкоголем при этом снизился на 14 %. По данным мониторинга установлена прямая корреляционная зависимость между объемами розничной продажи алкоголя и отравлениями спиртосодержащей продукции, коэффициент корреляции – 0,9 (рис. 1).

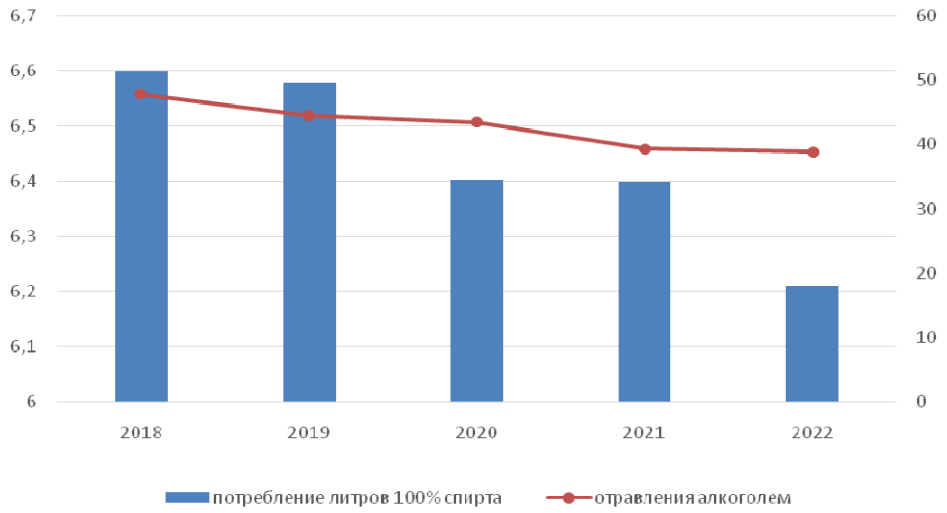


Рис. 1. Динамика отравлений алкоголем в зависимости от объема потребления

Для представления распространения отравлений на территории проведен картографический анализ ООХЭ по административным территориям Кемеровской области – Кузбасса с выделением территорий риска в двух временных периодов – 2018 и 2022 гг.

Для определения территорий риска по показателям ООХЭ по методу персентилей рассчитаны границы четырех интервалов (квартилей), на которые разделена территория Кузбасса в процессе построения карт: интервал низких значений – Р0–Р25 (низкий риск), значений средних – Р25–Р50 (средний риск), значений выше средних – Р50–Р75 (риск выше среднего), высокие значения – Р75–Р100 (риск высокий).

По результатам анализа картографического материала установлено, что к территориям «высокого риска» по отравлениям спиртсодержащей продукции в Кемеровской области – Кузбассе как в 2018 г., так и в 2022 г. относятся городские округа: Анжеро-Судженский, Кемеровский, Киселевский, Юргинский; муниципальные округа Новокузнецкий, Промышленновский, Юргинский, Яшкинский.

Следует отметить территории, на которых наблюдается динамичное снижение отравлений алкогольной продукцией и переход территорий на уровень «среднего риска» или «низкого риска»: городские округа: Калтанский, Осинниковский, Прокопьевский; муниципальные округа Мариинский, Тисульский, Чебулинский, Яйский (рис. 2).

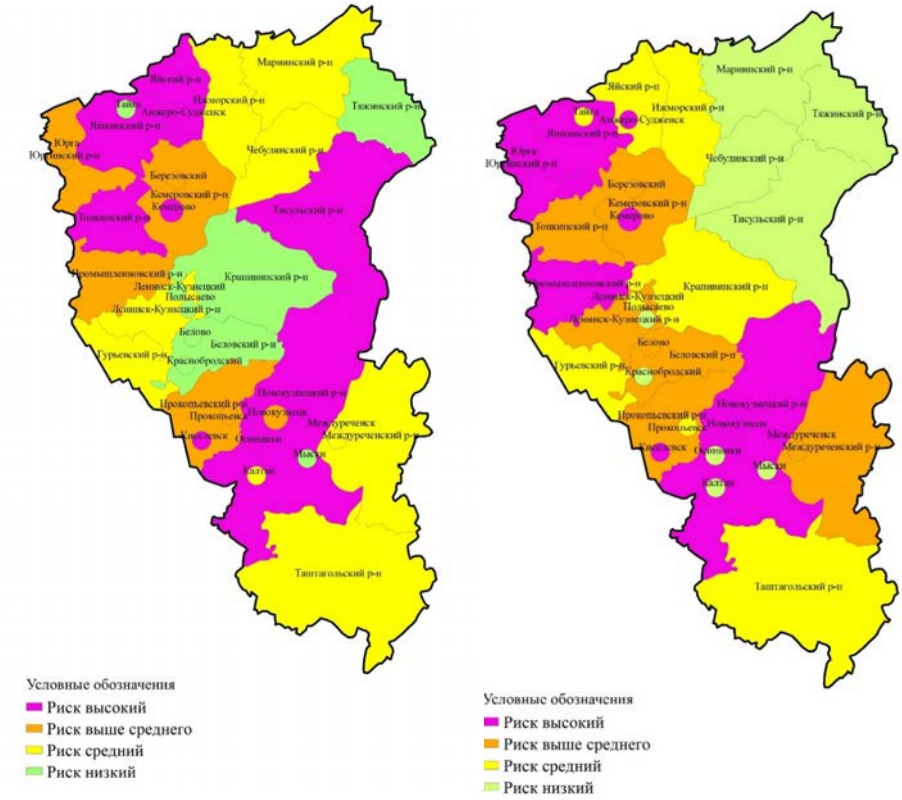


Рис. 2. Распределение муниципальных образований Кемеровской области – Кузбасса по уровню острых отравлений спиртсодержащей продукцией среди взрослого населения в 2018 и 2022 г.

Таким образом, результаты ведения токсикологического мониторинга, в том числе мониторинга отравлений спиртсодержащей продукцией с выявлением ведущих причин и факторов риска, является одним из индикаторных показателей эф-

фективность проводимых мероприятий в рамках реализации федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» и планирования дальнейших действий, направленных на формирование мотивации у населения к здоровому образу жизни и отказа от вредных привычек.

Список литературы

1. Айдинов Г.Т., Марченко Б.И., Синельникова Ю.А. Острые отравления химической этиологии как показатель системы социально-гигиенического мониторинга в Ростовской области // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97 (3). – С. 279–285.

2. Архипова С.В. Сучков В.В., Назарова А.А. Анализ структуры острых химических отравлений среди населения Самарской области в 2016–2021 гг. // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием, 26–29 апреля 2022 г. – Саратов: Амирит, 2022. – С. 32–33.

3. Здоровый образ жизни как определяющий фактор продолжительности жизни / Т.А. Цапяк, И.Л. Кляритская, В.В. Кривой [и др.] // Крымский терапевтический журнал. – 2020. – № 2. – С. 69–75.

Анализ медико-демографической ситуации регионов РФ с разными уровнями урбанизации в связи с социально-экономическим статусом населения

М.В. Глухих

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

Выполнен анализ закономерностей между медико-демографической ситуацией субъектов РФ и социально-экономическим статусом населения, проживающего в условиях с разной степенью урбанизации. Проведено моделирование причинно-следственной связи в системе «Ожидаемая продолжительность жизни (ОПЖ)» – показатели социально-экономического статуса (СЭС) в группах регионов с разной степенью урбанизации при помощи линейно множественной регрессии (R^2 = 0,3–0,49). Получено, что в среднем за период 2010–2021 гг. больше половины (45 единиц) регионов РФ имеют высокую долю городского населения (> 70,0 %). Установлено, что наибольшие уровни стандартизованной смертности наблюдаются на среднеурбанизированных территориях, сочетающих в себе негативное влияние факторов городской среды и меньшее экономическое благосостояние относительно высокоурбанизированных территорий. Показано, что достоверным ($p < 0,05$) фактором, связанным с ростом показателя ОПЖ, является показатель доли населения с высшим уровнем образования (r = 0,34–0,67), а также немаловажное значение

на состояние здоровья могут оказывать микро- (среднедушевые доходы – $r = 0,25$; $p < 0,05$) и макроэкономические (валовый региональный продукт – $r = 0,3$; $p < 0,05$, инвестиции в основной капитал – $r = 0,16$; $p < 0,05$) показатели на территориях с разным уровнем урбанизации. Специалистам в области гигиены и эпидемиологии рекомендуется уделять внимание территориальному контексту (урбанизация) и социально-экономическому статусу населения при проведении медико-профилактических мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения, и при построении прогнозов изменения общественного здоровья.

Ключевые слова: медико-демографическая ситуация, смертность, ожидаемая продолжительность жизни, социально-экономический статус, урбанизация, регионы РФ.

Состоявшийся ещё в середине XX в. эпидемиологический переход, связанный с внедрением научно обоснованных методик и практик гигиены и санитарии во все сферы жизнедеятельности людей, оказывает влияние на медико-демографическую ситуацию современной России [12, 15, 16]. Данный переход является базисом текущего уровня здоровья населения, однако на первый план в настоящее время выходят показатели, характеризующие социально-экономический статус (далее СЭС) населения, причём в самом широком понимании данного термина [10].

На данный момент нет единого общепринятого понятия СЭС, но в самом общем виде может подойти определение, данное J.M. Oakes и P.H. Rossi [11]: «СЭС – это конструкт, отражающий доступ человека к коллективно желаемым ресурсам, будь то материальные блага, деньги, власть, дружеские связи, здравоохранение, свободное время или возможности для получения образования». При этом с развитием общества данный показатель становится всё более неопределённым, так как происходит усложнение организации самого общества, появление новых атрибутов здоровья. Например, СЭС доиндустриальной эпохи мог характеризоваться «физической силой, интеллектом и выбором родителей», классическое представление СЭС индустриальной эпохи связано с такими понятиями, как «богатство, доход, образовательный уровень и профессиональный статус», однако в настоящее время ввиду отсутствия общественного консенсуса по поводу желаемых видов ресурсов, а также достаточности / оптимальности их количества СЭС может быть представлен множеством факторов [10]. Таким образом, СЭС является многомерной скрытой переменной здоровья населения.

В России проблемами изучения влияния социальной среды на состояние здоровья населения начали заниматься достаточно давно, в частности появление и развитие таких дисциплин, как социальная гигиена, общественное здоровье и здравоохранение – соотносятся с решениями данных проблем. Естественный интерес к данной проблематике имеют специалисты в области социологии и экономики. Решая проблему улучшения здоровья, они предлагают полагаться на способы изменения отдельных или всех показателей СЭС, таких как доход, уровень образования (микропоказатели), валовый региональный продукт (макропоказатели), и другие. Специалисты же в области общественного здоровья, в том числе гигиенисты и эпидемиологи, заняты решением обозначенной проблемы без явного изменения данных характеристик населения, полагаясь на мероприятия и управленческие решения, позволяющие улучшить состояние здоровья населения без изменения их социального статуса (вакцинация, диспансеризация, санитарно-эпидемиологический надзор и др.). Однако, как уже отмечалось, в настоящее время невозможно игнорировать влияние на здоровье населения такого всеобъемлющего фактора, как СЭС, ввиду чего в среде исследований общественного здоровья и его детерминант появляется всё больше работ на данную тему [1, 2, 13].

Социально-экономический статус населения во многом изменяется и под влиянием процессов урбанизации (роста городов), что сопряжено и с изменением состояния здоровья. На данный момент не существует универсальных методов оценки уровня урбанизации (урбанизированности территории), например, геоурбанисты выделяют такие критерии, как «отношение площади городской территории к общей площади субъекта, медианная людность городов, соотношение людности перового и второго по численности городов региона, густота городской сети, средний уровень людности городов» [3, 8]. Урбанизация сопряжена с рядом факторов, отрицательно влияющих на здоровье, таких как загрязнение окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, почва селитебных территорий), социальный стресс (социально-экономическое неравенство, преступность и др.) [7, 17]. При этом исторически процесс урбанизации территорий происходит с разной скоростью, соответственно население данных территорий испытывает влияние факторов урбанизации разной степени воздействия.

Цель исследования – установить причинно-следственные связи между показателями медико-демографической ситуации и показателями социально-экономического статуса населения на территориях с разными уровнями урбанизации.

Материалы и методы. В качестве исходных данных использовалась информация из официального статистического сборника Росстата «Регионы России. Социально-экономические показатели»[1], статистическая форма Минздрава РФ № 5 (таблица С51) «Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти». Уровень урбанизации субъекта РФ характеризовался долей городского населения (%) в общей численности населения региона.

Для установления закономерностей между медико-демографическим состоянием территории и социально-экономическим статусом в зависимости от уровня урбанизации все субъекты РФ были поделены расчётом среднего арифметического значения (M) и его стандартной ошибки на (m) три группы: с низким уровнем урбанизации (НУУ); со средним уровнем урбанизации (СУУ); с высоким уровнем урбанизации (ВУУ). По каждой группе регионов строилась модель множественной линейной регрессии связи между показателем ОПЖ (ответ, отклик) как индикаторным показателем медико-демографической ситуации территории и рядом показателей (предикторы, регрессоры), характеризующих социально-экономический статус населения, таких как доля населения с высшим образованием (%), среднедушевые денежные доходы (руб. в месяц), валовый региональный продукт (руб. на душу населения), инвестиции в основной капитал (руб. на душу населения), индекс Джини (%). Степень связи между переменными оценивалась с помощью коэффициентов корреляции Пирсона. Оценка медико-демографической ситуации среди регионов с разными уровнями урбанизации проводилась с помощью показателя ОПЖ, стандартизированных (стандарт – структура населения РФ за 2021 г.) коэффициентов общей смертности, смертности по причине болезней системы кровообращения и смертности по причине COVID-19. Достоверный уровень связи считался как p-значение $\leq 0{,}05$.

Все математические и статистические расчёты, построение карт, создание исходной матрицы данных осуществлялись в программном пакете MS Office 2010.

[1] Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Р32 Стат. сб. / Росстат. – М., 2022. – 1122 с.

Результаты. В ходе анализа уровней урбанизации субъектов РФ за период 2010–2021 гг. установлено, что больше половины регионов (45) имеют долю городского населения свыше 70,0 %, в том числе города федерального значения (г. Москва – 98,9 %, г. Санкт-Петербург – 100,0 %, г. Севастополь – 93,2 %), и субъекты арктической и субарктической климатических зон (Магаданская область – 95,8 %, Мурманская область – 92,4 %, Ханты-Мансийский автономный округ – 92,2 %) (рис. 1). Семь субъектов РФ имеют долю городского населения менее 50,0 %, например, Карачаево-Черкесская Республика – 42,9 %, Чеченская Республика – 35,7 %, Республика Алтай – 29,0 % (рис. 1).

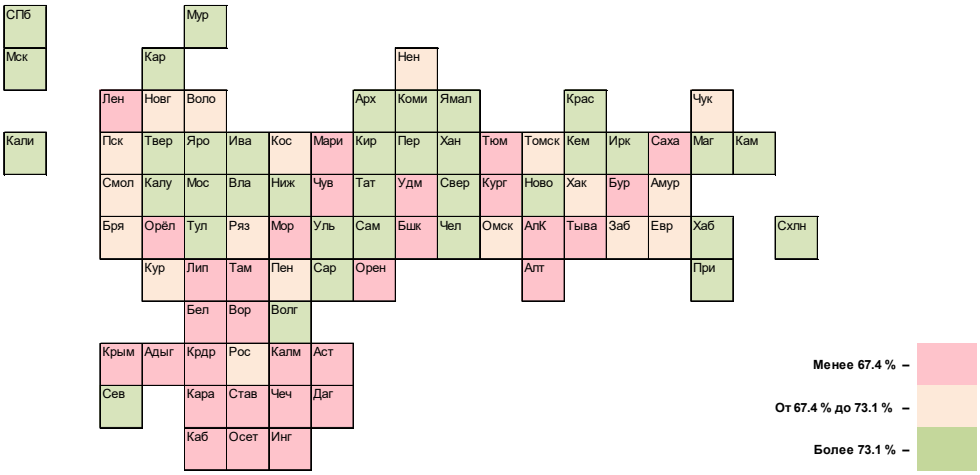


Рис. 1. Средние уровни урбанизации субъектов РФ за период 2010–2021 гг.

Получены три модели множественной линейной регрессии внутри групп субъектов РФ с разными уровнями урбанизации, характеризующие причинно-следственные связи между показателем ОПЖ и показателями социально-экономического статуса населения ($R^2 = 0{,}3$ – модель среди субъектов с низким уровнем урбанизации; $R^2 = 0{,}48$ – модель среди субъектов со средним уровнем урбанизации; $R^2 = 0{,}49$ – модель среди субъектов с высоким уровнем урбанизации).

В табл. 1 представлены средние, минимальные и максимальные значения анализируемых показателей социально-экономического статуса населения за 2021 г., а также показатели медико-демографической ситуации внутри рассматриваемых групп регионов РФ.

По данным табл. 1 прослеживается, что высокий уровень урбанизации может быть ассоциирован с более высоким уровнем экономического благосостояния регионов (среднедушевые доходы, ВРП, инвестиции в основной капитал) и неравномерностью распределения доходов среди населения (индекс Джини). Не просматривается связи между долей населения с высоким уровнем образования и долей городского населения.

Также, согласно данным табл. 1, получено, что среди регионов со средним уровнем урбанизации наблюдаются наибольшие уровни общей смертности и смертности по причине БСК, и, соответственно, наименьшие уровни показателя ОПЖ (рис. 2–4). Смертность по причине COVID-19 одинаково высока как среди среднеурбанизированных, так и среди высокоурбанизированных территорий (рис. 5).

Таблица 1

Значения показателей социально-экономического статуса населения и медико-демографической ситуации регионов РФ за 2021 г. с разными уровнями урбанизации (среднее арифметическое, минимальное, максимальное)

Группа показателей	Показатель	Субъекты РФ (НУУ)	Субъекты РФ (СУУ)	Субъекты РФ (ВУУ)
Средние значения показателя	Доля городского населения, %	54,5 [29,1; 64,6]	70,6 [66,3; 76,4]	82,9 [74,6; 100]
	Доля населения с высшим образованием, %	33,3 [23,6; 49,2]	30,1 [22,5; 36,2]	33,0 [25,2; 51,4]
	Среднедушевые денежные доходы, руб. в месяц	26 937,1 [18 139; 43 217]	35 317,9 [23 185; 99 905]	43 562,6 [26 649; 96 814]
	Валовый региональный продукт, руб. на душу населения*	312 713,6 [142 199,7; 546 151,3]	693 192,4 [290 803,3; 5 206 287,1]	886 884,7 [273 821,5; 5 072 483,6]
	Инвестиции в основной капитал, руб. на душу населения	73 252 [39 313; 160 045]	202 620,5 [52 787; 1 636 626]	239 258,9 [45 807; 2 073 103]
	Индекс Джини, %	36,2 [32,8; 41,2]	36,6 [32,9; 42,3]	37,1 [33,4; 44]
Медико-демографические показатели	Стандартизованный общий коэффициент смертности, сл. на 1 тыс.	16,1 [7,5; 19,6]	18,3 [15,9; 21,7]	17,6 [11,6; 20,4]
	Стандартизованный коэффициент смертности по причине болезней системы кровообращения, сл. на 1 тыс.	5,8 [2,7; 7,7]	7,4 [4,6; 11]	6,9 [3,9; 9,2]
	Стандартизованный коэффициент смертности по причине COVID-19, сл. на 1 тыс.	2,79 [1,6; 4,9]	3,23 [1,2; 4,7]	3,24 [0,6; 4,5]
	ОПЖ, лет	71 [66,87; 80,52]	68,7 [64,87; 70,67]	69,4 [66,8; 74,55]

Примечание: * – значения показателя представлены за 2020 г.

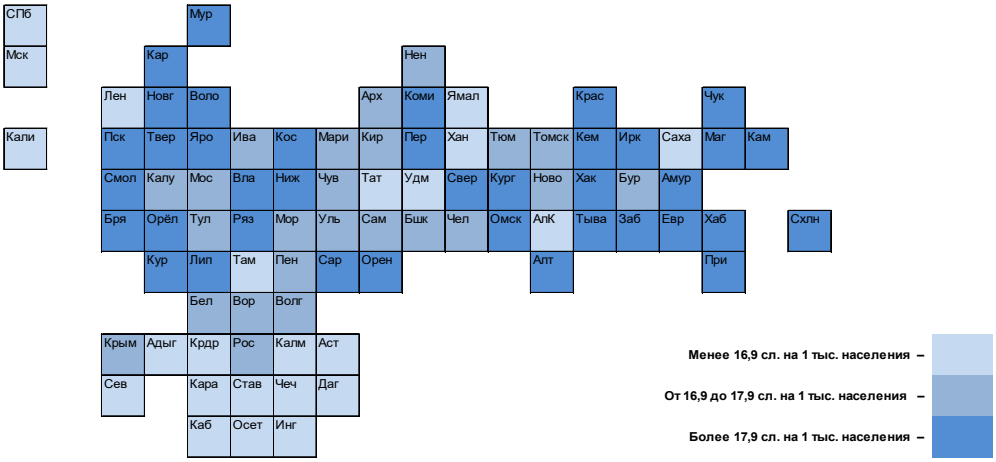


Рис. 2. Пространственное распределение коэффициентов общей смертности среди субъектов РФ в 2021 г.

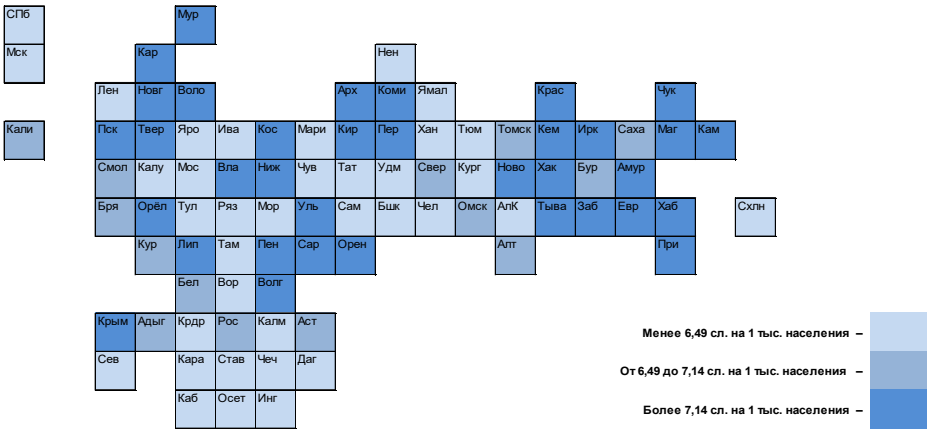


Рис. 3. Пространственное распределение коэффициентов смертности по причине болезней системы кровообращения среди субъектов РФ в 2021 г.

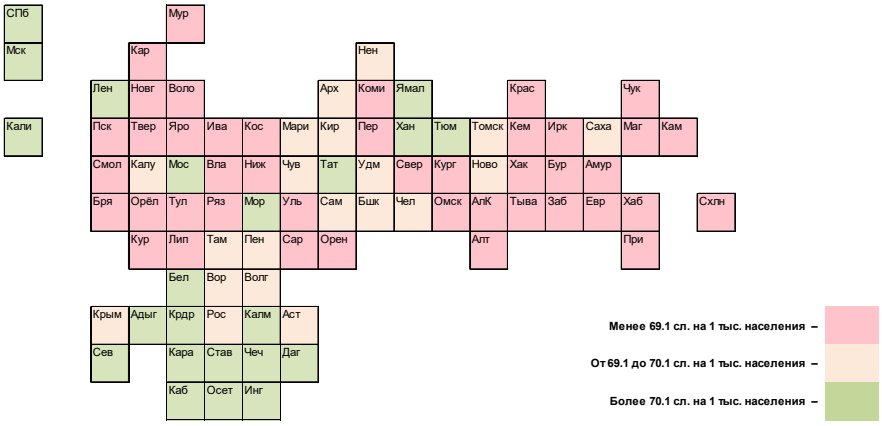


Рис. 4. Пространственное распределение показателя ОПЖ среди субъектов РФ в 2021 г.

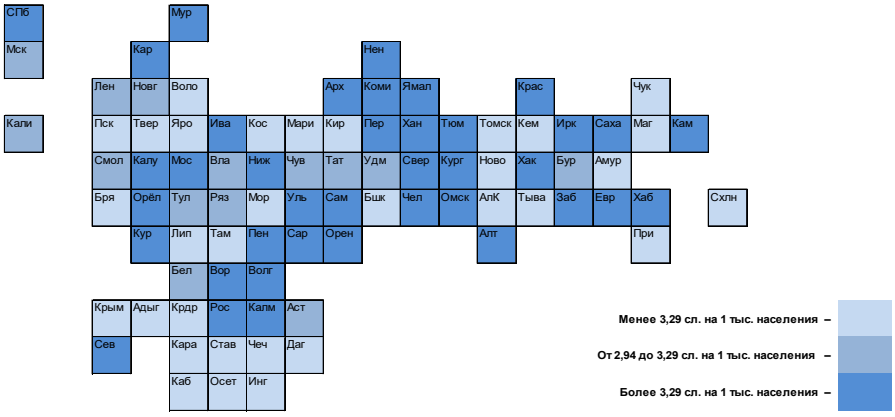


Рис. 5. Пространственное распределение коэффициентов смертности по причине COVID-19 среди субъектов РФ в 2021 г.

В табл. 2, представлены значения коэффициентов корреляции показателей социально-экономического статуса населения с показателем ОПЖ в трёх моделях системы показателей «СЭС – ОПЖ» в группах регионов РФ с разными уровнями урбанизации.

Согласно табл. 2 общим достоверным предиктором роста показателя ОПЖ для всех моделей являлся показатель «Доля населения с высшим образованием», при этом данный фактор коррелирует сильнее в модели «СЭС – ОПЖ» среди субъектов с высоким уровнем урбанизации. Рост среднедушевых доходов среди населения достоверно и напрямую коррелирует только в субъектах с низким уровнем урбанизации. Увеличение валового регионального продукта и инвестиций в основной капитал достоверно и напрямую ассоциированы с ростом показателя ОПЖ на территориях с высоким уровнем урбанизации. Установлена достоверная обратная связь между индексом Джини и показателем ОПЖ в субъектах с низким и средним уровнем доли городского населения, при этом на территориях с высокой долей городского населения установлена достоверная прямая связь.

Таблица 2

Значения коэффициентов корреляции показателей социально-экономического статуса населения с показателем ОПЖ в группах регионов с разным уровнем урбанизации

Показатель	Модель СЭС – ОПЖ среди субъектов РФ (НУУ)	Модель СЭС – ОПЖ среди субъектов РФ (СУУ)	Модель СЭС – ОПЖ среди субъектов РФ (ВУУ)
Доля городского населения, %	–0,16	0,06*	0,38
Доля населения с высшим образованием, %	0,34*	0,58*	0,67*
Среднедушевые денежные доходы, руб. в месяц	0,25*	–0,04*	0,47
Валовый региональный продукт, руб. на душу населения*	–0,04*	0,03*	0,3*
Инвестиции в основной капитал, руб. на душу населения	0,03	0,02	0,16*
Индекс Джини, %	–0,19*	–0,2*	0,1*

Примечание: * – p – значение $\leq 0,05$

Три субъекта РФ – г. Москва, г. Санкт-Петербург, г. Севастополь – являются высокоурбанизированными по причине их административного выделения в отдельный субъект РФ (являются городами федерального значения), что изначально предполагает высокую долю городского населения. Высокие уровни урбанизации других субъектов могут объясняться климатическими особенностями территорий и экономическими причинами (индустриализация), холодный тип климата предполагает более компактное и плотное расположение населённых пунктов и проживающего в них населения в совокупности с промышленными предприятиями, требующими квалифицированных специалистов и соответствующую для них инфраструктуру [4–6].

На основе описательной статистики вполне закономерно прослеживается связь между высоким уровнем урбанизации и более высоким уровнем экономиче-

ского благосостояния региона, вместе с тем с ростом урбанизации растёт и индекс Джини, свидетельствующий о большем неравенстве среди населения по уровню доходов. В ходе анализа медико-демографической ситуации групп регионов с разным уровнем урбанизации было установлено, что наибольшие потери в здоровье (высокие уровни смертности, низкие значения ОПЖ) испытывает население на среднеурбанизированных территориях. Полученный факт можно объяснить тем, что население данных территорий испытывает на себе более сильное влияние социальной / экологической среды городов, в отличие от низкоурбанизированных территорий, и меньшие экономические возможности противодействия данным факторам, в отличие от более «экономически обеспеченных» высокоурбанизированных территорий. Оценка смертности по причине инфекционных заболеваний на примере COVID-19 на рассматриваемых территориях показала, что наибольшие её уровни наблюдаются на средне- и высокоурбанизированных территориях, что может объясняться более высокой плотностью населения (более частые повседневные контакты среди населения) и, соответственно, большей скоростью распространения инфекционного агента среди восприимчивых групп населения, даже несмотря на бóльшие экономические возможности противодействия данной угрозе [9].

Все три модели связи «СЭС – ОПЖ» показали достоверную умеренную прямую связь между долей населения с высоким уровнем образования и показателем ОПЖ, при этом не установлено связи уровня урбанизации с долей населения с высоким уровнем образования. Полученный результат может свидетельствовать о потенциальном защитном влиянии уровня образования и ассоциированных с ним факторов на общественное здоровье [14]. Также показано, что рост уровня доходов может быть связан с ростом ОПЖ на низкоурбанизированных территориях, вероятно, обеспечивая доступ к большему числу товаров и услуг, поддерживающих и укрепляющих состояние здоровья. Вместе с тем на среднеурбанизированных территориях дальнейший рост доходов населения в текущих условиях может привести к большему неравенству в их распределении, что отрицательно скажется на состоянии здоровья, несмотря на то, что обнаруженная связь достаточно слабая ($r = 0{,}03$), но достоверная. Достоверное и более значимое влияние макроэкономических показателей (ВРП, инвестиции в основной капитал) на медико-демографическую ситуацию установлено на высокоурбанизированных территориях. Данные факторы являются прокси-переменными, ассоциируясь со множеством других факторов, в связи с этим их улучшение на высокоурбанизированных территориях с постиндустриальным типом экономики может оказывать положительное влияние на медико-демографическую ситуацию. При этом остаются сложности в определении социально-экономического статуса населения на данных территориях [11].

Полученные низкие значения коэффициентов детерминации моделей ($R^2 = 0{,}3–0{,}49$) могут объясняться малым набором объясняющих переменных, изначальным предположением о линейности связи между ОПЖ и выбранными регрессорами, а также бóльшим совокупным влиянием иных групп факторов (показатели образа жизни населения, качества окружающей среды и др.). Данные обстоятельства определяются как ограничения настоящего исследования. К ним также можно отнести: выбор критерия урбанизации территории (доля городского населения), выбор показателя ОПЖ в качестве зависимой переменной, недоучёт возрастно-половой структуры населения.

Выводы. Таким образом, на основании проведённого исследования по установлению закономерностей влияния факторов социально-экономического статуса населения на медико-демографическую ситуацию территорий с разным уровнем урбанизации установлено:

1. В среднем за период 2010–2021 гг. более половины субъектов РФ (45) имели долю городского населения со значением выше 70,0 %. Высокие уровни урбанизации субъектов РФ связаны с историко-экономическими и климатическими особенностями.

2. Наибольшие уровни общей смертности – 18,3 ‰ [15,9; 21,7], смертности по причинам болезней системы кровообращения – 7,4 ‰ [4,6; 11,0], COVID-19 – 3,23 ‰ [1,2; 4,7] и наименьшие значения показателя ОПЖ – 68,7 ‰ [64,87; 70,67] зафиксированы на среднеурбанизированных территориях (67,4–73,1 %).

3. Доля населения с высшим уровнем образования достоверно и напрямую ассоциирована с показателем ожидаемой продолжительности жизни населения на территориях РФ вне зависимости от уровня урбанизации. Высокий уровень образованности может выступать защитным фактором по отношению к здоровью населения. Специалистам в области здравоохранения следует предоставлять населению подробную информацию о механизмах действия факторов риска приоритетных заболеваний инфекционной и неинфекционной природы, а также уделять внимание социально-экономическому статусу пациента в ходе сбора анамнеза и постановки диагноза, так как с ним может быть ассоциирован ряд модифицируемых факторов риска.

4. Среднедушевой уровень доходов может способствовать увеличению показателя ОПЖ на территориях с низким уровнем урбанизации и низкими значениями макроэкономических показателей, в то время как на среднеурбанизированных территориях рост подушевых доходов может быть ассоциирован с большим индексом неравенства. Лицам, принимающим управленческие решения в области социальной и экономической политики, необходимо учитывать специфические условия проживания населения на территориях с разным уровнем урбанизации.

Список литературы

1. Актуальные социально-гигиенические детерминанты ожидаемой продолжительности жизни населения России. Сценарное прогнозирование на основе искусственной нейронной сети / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Современные аспекты гигиены, токсикологии и профпатологии: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 130-летию основания Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Мытищи, 11–12 ноября 2021 года / под ред. А.Ю. Поповой, С.В. Кузьмина. – Мытищи: Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, 2021. – С. 79–84.

2. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.]; под общей редакцией Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2014. – 738 с.

3. Балабейкина О.А., Файбусович Э.Л. Уровень урбанизированности территории Российской Федерации: региональный разрез // Географический вестник. – 2018. – № 1 (44). – P. 72–82.

4. Коровин Н.Р. Особенности индустриального развития России в 1930-е годы и их социальные последствия // Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2008. – № 4. – С. 33–42.

5. Кузнецова А.И. Индустриализация инфраструктурной сферы городов России // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2015. – № 3 (14) – С. 37–43.

6. Набиуллина К.Р. Фактор постиндустриальной экономики в обеспечении устойчивого развития города // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – 2022. – № 1 (33). – С. 69–75.

7. Bradshaw Y.W. Urbanization and underdevelopment: a global study of modernization, urban bias, and economic dependency // Am Sociol Rev. – 1987. – Vol. 52, № 2. – P. 224–239. DOI: 10.2307/2095451

8. Cyril S., Oldroyd J.C., Renzaho A. Urbanisation, urbanicity, and health: a systematic review of the reliability and validity of urbanicity scales // BMC Public Health. – 2013. – № 13. – P. 513. DOI: 10.1186/1471-2458-13-513

9. Influence of Population Density for COVID-19 Spread in Malaysia: An Ecological Study / K. Ganasegeran, M.F.A. Jamil, A.S.H. Ch'ng [et al.] // International journal of environmental research and public health. – 2021. – Vol. 18, № 18. – p. 9866. DOI: 10.3390/ijerph18189866.

10. Oakes J.M., Kaufman J.S. Methods in social epidemiology. – 2nd edition. – Jossey-Bass, 2017. – ISBN: 978-1-118-60373-4

11. Oakes JM, Rossi PH. The measurement of SES in health research: current practice and steps toward a new approach // Soc Sci Med. – 2003. – Vol. 56, № 4. – P. 769–84. DOI: 10.1016/s0277-9536(02)00073-4

12. Omran A.R. The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change // Milbank Q. – 2005. – Vol. 83, № 4. – P. 731–57. DOI: 10.1111/j.1468-0009.2005.00398.x

13. Social and economic determinants and potential for growth in life expectancy of the population in the Russian Federation taking into account regional differentiation / N.V. Zaitseva, G.G. Onishchenko, A.Yu. Popova [et al.]. // Health Risk Analysis. – 2019. – № 4. – P. 14–29. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.02.eng. EDN: RNVJDS.

14. The education effect on population health: a reassessment / D.P. Baker, J. Leon, E.G. Smith Greenaway [et al.] // Population and development review. – 2011. – Vol. 37, № 2. – P. 307–332. DOI: 10.1111/j.1728-4457.2011.00412.x

15. Tulchinsky T.H., Varavikova E.A. Addressing the epidemiologic transition in the former Soviet Union: strategies for health system and public health reform in Russia // American journal of public health. – 1996. – Vol. 86, № 3. – P. 313–320. DOI: 10.2105/ajph.86.3.313

16. Vlassov V. Russia needs to look beyond longevity // The Lancet Public Health – 2019. – Vol. 4, № 4. – P. e169-e170. DOI: 10.1016/S2468-2667(19)30043-X

17. Wikström P-OH, Dolmén L. Urbanisation, neighbourhood social integration, informal social control, minor social disorder, victimisation and fear of crime // International Review of Victimology. – 2001. – Vol. 8, № 2. – P. 121–140. DOI: 10.1177/026975800100800202

Оценка риска для здоровья населения от загрязнения питьевой воды на территориях Красноярского края

Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, Ю.С. Ревяко

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

Вопросы обеспечения населения водой надлежащего качества являются важнейшим стратегическим направлением социально-экономического развития, определяющим здоровье нации и качество жизни граждан. На территории Красноярского края состояние питьевого водоснабжения остается одной из актуальных проблем. Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с использованием методологии оценки риска здоровью населения позволяет установить медицинские приоритеты и те риски, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня.

Проведенная оценка канцерогенных и неканцерогенных рисков здоровью населения Красноярского края от загрязнения питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения показала наличие повышенного потенциального воздействия отдельных загрязняющих веществ канцерогенной и неканцерогенной природы в семи территориях (в трех средних и малых городах, четырех сельских районах), что требует углубленной оценки различных аспектов проблемы обеспечения надлежащего качества питьевой воды. Ориентируясь на систему критериев приемлемости риска, при планировании мероприятий по снижению рисков на конкретной территории следует основываться на установлении степени ее приоритетности по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам.

Ключевые слова: питьевая вода, качество, безопасность, риск, здоровье населения.

В перечне задач по формированию санитарно-эпидемиологического благополучия населения важнейшей является обеспечение его доброкачественной питьевой водой, безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по химическому составу.

Ситуация с питьевым водоснабжением по Российской Федерации остается сложной: доля проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по группам санитарно-химических, микробиологических показателей безопасности, несмотря на снижение, превышает таковые показатели в развитых экономических странах мира [1]. Качество питьевой воды, ее химическое и биологическое загрязнение вызывает обеспокоенность в отношении здоровья человека [2]. Вопросы обеспечения населения водой надлежащего качества являются важнейшим стратегическим направлением социально-экономического развития, определяющим здоровье нации и качество жизни граждан.

Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с использованием методологии оценки риска здоровью населения, и выраженная в количественных и качественных значениях канцерогенного и неканцерогенного риска, позволяет установить медицинские при-

оритеты и те риски, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня.

На территории Красноярского края состояние питьевого водоснабжения остается одной из актуальных проблем.

Цель исследования – оценка риска для здоровья населения, связанного с потреблением населением питьевой воды из систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в населенных пунктах Красноярского края.

Задачи: оценить канцерогенные и неканцерогенные риски здоровью населения территорий Красноярского края от загрязнения питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения; выявить приоритетные по влиянию на здоровье населения химические вещества.

Материалы и методы. Использованы результаты натурных исследований питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения многолетнего периода наблюдения (2017–2021 гг.) на территориях Красноярского края, составляющие федеральный / региональный информационный фонд социально-гигиенического мониторинга. В период 2017–2021 гг. контролем качества воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения силами испытательных лабораторных центров ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» и ведомственных лабораторий хозяйствующих субъектов, эксплуатирующих водозаборные и водопроводные сооружения, охвачено население 396 городских и сельских поселений в 55 городских округах и муниципальных районах Красноярского края.

Использован комплекс гигиенических, статистических методов исследований, анализ риска здоровью населения. Оценка риска канцерогенных и неканцерогенных эффектов проводилась с учетом возрастных различий (дети, подростки и взрослые) и учитывала как возрастные особенности потребления питьевой воды, так и длительность периода во времени (30 лет – для неканцерогенных и 70 лет – для канцерогенных эффектов). Путь поступления – пероральный (с питьевой водой); сценарий воздействия – для условий населенных мест; с использованием рекомендуемых стандартных значений факторов экспозиции [4].

Результаты. Территория Красноярского края имеет протяженную речную сеть с основной водной артерией края – рекой Енисей, а также обладает огромными ресурсами пресных и слабоминерализованных подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Источниками водоснабжения населения Красноярского края в основном являются напорные и безнапорные подземные водные объекты, за счет которых обеспечивается питьевой водой более 66,0 % жителей края, в том числе за счет инфильтрационных водозаборов – 31,5 % жителей края. За счет открытых водоисточников обеспечивается питьевой водой порядка 18,0 % жителей края [3].

Качество воды источников (подземных, поверхностных) централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в Красноярском крае в целом определяется показателями химического загрязнения воды, значения которых не превышают общероссийские показатели и на протяжении последних лет характеризуются тенденцией к снижению. Среди факторов, определяющих качество воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения: природное содержание веществ в источниках водоснабжения, интенсивность антропогенного воздействия, использование в процессе водоподготовки хлорирования с целью обеспечения ка-

чества воды поверхностных водоисточников. Следует отметить: неблагополучие подземных водоисточников по санитарно-химическим показателям обусловливается повышенным природным содержанием в воде железа, солей жесткости, фторидов, марганца; размещением подземных водоисточников в зоне влияния в процессе хозяйственной деятельности объектов, загрязняющих территорию зоны санитарной охраны источника питьевого водоснабжения; а также техногенным воздействием предприятий и учреждений на подземные водоисточники, используемые в качестве источников питьевого водоснабжения. Присутствие нитратов характерно для сельских районов Красноярского края, специализирующихся на сельскохозяйственной деятельности.

В Красноярском крае качество воды в распределительной сети централизованного водоснабжения по санитарно-химическим показателям безопасности за период 2017–2021 гг. соответствует уровню общероссийских показателей с тенденцией к улучшению [3].

Контроль качества питьевой воды, проводимый в 2017–2021 гг. по 53 санитарно-химическим показателям, свидетельствует о присутствии веществ 1-го и 2-го классов опасности в количестве 34, а также о наличии для 27 веществ различной степени доказанности канцерогенного (беспорогового действия) эффекта по классификации Международного агентства по изучению рака.

Питьевая вода централизованных систем водоснабжения за период 2017–2021 гг. характеризовалась несоответствием требованиям гигиенических нормативов ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с 01.03.2021) по содержанию: железа – на 50 территориях Красноярского края, марганца – на 38 территориях, нитратов – на 25, аммиака – на 14, фторидов – на 14, хлороформа – на 10, тетрахлорметана – на 8, свинца – на 5, цинка и магния – на 4, алюминия, кадмия и фенола – на 3, мышьяка и тетрахлорэтилена – на 2, бромдихлорметана, меди, никеля, нитритов, ртути, трихлорэтилена – на одной территории.

Потребление населением питьевой воды на территориях Красноярского края обеспечивает различные уровни канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью.

На 15 территориях Красноярского края (Абанский, Березовский, Большемуртинский, Дзержинский, Ермаковский, Ирбейский, Каратузский, Курагинский, Манский, Нижнеингашский, Сухобузимский, Тасеевский, Туруханский, Ужурский, Шарыповский районы) суммарный индивидуальный канцерогенный риск здоровью населения (*ICR*), обусловленный пероральным поступлением с питьевой водой химических веществ канцерогенной природы, не превышает уровень 1,0E-06 (уровень *De minimis*) и оценивается как пренебрежимо малый.

На 21 территории Красноярского края (города – Дивногорск, Минусинск, Назарово, Норильск, Сосновоборск, Шарыпово, Боготольский, Богучанский, Емельяновский, Идринский, Иланский, Казачинский, Канский, Краснотуранский, Мотыгинский, Назаровский, Новоселовский, Пировский, Северо-Енисейский, Таймырский Долгано-Ненецкий, Эвенкийский муниципальные районы) при условии сохранения сложившегося уровня загрязнения питьевой воды в предстоящие 70 лет

жизни суммарный индивидуальный канцерогенный риск здоровью населения попадает в диапазон от 1,0Е-06 до 1,0Е-05, что соответствует предельно допустимому риску.

На четырех территориях – г. Ачинск и Красноярск, Балахтинский и Енисейский районы – суммарный индивидуальный канцерогенный риск здоровью населения при условии сохранения сложившегося уровня загрязнения канцерогенами питьевой воды в предстоящие 70 лет жизни находится на уровне верхней границы приемлемого риска (*ICR* = 1,0Е-05) и колеблется от 1,1Е-05 в г. Красноярске до 1,6Е-05 в Балахтинском районе. Основной вклад в уровень риска в данных территориях обусловлен содержанием в питьевой воде хлороформа, бромдихлорметана и тетрахлорметана – 74,6…96,4 %, за исключением Балахтинского района, где вклад на 96,2 % определяет присутствующий в питьевой воде мышьяк.

На семи территориях (г. Бородино, Канск и Лесосибирск, Минусинский, Партизанский, Саянский, Шушенский районы) установленный уровень суммарного индивидуального канцерогенного риска в диапазоне 2,5Е-05…4,6Е-04 является неприемлемым для населения в целом. В г. Бородино, Канске и Лесосибирске основной вклад в уровень риска на 88,9…98,9 % обусловлен содержанием в питьевой воде хлороформа, бромдихлорметана, тетрахлорметана. В г. Канске и Лесосибирске более высока доля вклада хлороформа в величину суммарного канцерогенного риска здоровью населения – 64,3 и 53,5 % соответственно, тогда как в г. Бородино наибольший вклад в величину риска определяет бромдихлорметан – 57,7 %. В Минусинском, Партизанском, Саянском и Шушенском районах вклад в величину суммарного канцерогенного риска на 99,7–100,0 % формирует мышьяк как вещество 1-го класса опасности с доказанной для человека канцерогенностью, регистрируемый с превышением гигиенических нормативов в питьевой воде в Саянском и Шушенском районах Красноярского края.

Канцерогенный риск здоровью населения не оценивался на восьми территориях Красноярского края – Ачинском, Бирилюсском, Большеулуйском, Кежемском, Козульском, Рыбинском, Тюхтетском, Уярском районах, где на протяжении 2017–2021 гг. контролируемые в питьевой воде химические вещества канцерогенной природы обнаружены в концентрациях менее чувствительности аналитического метода их определения и условно были приняты нулевыми, что не позволило получить точное количественное поступление канцерогена в организм человека, оценить их экспозицию, рассчитать канцерогенный риск здоровью населения.

Оценка потенциального неканцерогенного риска здоровью населения 55 городских округов и муниципальных районов Красноярского края от химического загрязнения питьевой воды свидетельствует о том, что коэффициент неканцерогенной опасности для отдельно взятого химического вещества не превышает допустимого значения (*HQ* = 1,0) в большинстве территорий.

Исключение составляет Партизанский район, где коэффициент опасности, связанный с пероральным воздействием мышьяка, составляет *HQ* = 1,20; с воздействием нитратов – *HQ* = 1,04. Для жителей Партизанского района Красноярского края существует повышенная опасность развития заболеваний гормональной, иммунной, нервной, центральной нервной, сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта, кожи, крови.

Таким образом, проведенная оценка риска здоровью населения от химического загрязнения питьевой воды на основе данных многолетнего периода наблюде-

ния свидетельствует, что на большинстве территорий Красноярского края полученные уровни укладываются в пределы допустимого риска, не требуют дополнительных мероприятий по их снижению, подлежат постоянному контролю. На семи территориях края полученные уровни требуют рассмотрения в части разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий.

Выводы. В Красноярском крае имеется ряд гигиенических проблем в части водоснабжения населенных мест, связанных с состоянием водоисточников и водопроводов, качеством питьевой воды и неблагоприятным ее влиянием на здоровье населения, которые в конечном счете отрицательно сказываются на санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, особенно в сельских районах, средних и малых городах.

При выполнении работы по оценке риска для здоровья населения, связанного с химическим загрязнением питьевой воды централизованных систем водоснабжения на территориях Красноярского края за 2017–2021 гг., установлено следующее:

– уровни индивидуального канцерогенного риска на 15 территориях Красноярского края соответствуют минимальному уровню риска – менее 10^{-6} (уровень *De minimis*), на 21 территории суммарный индивидуальный канцерогенный риск здоровью населения попадает в диапазон от 1,0E-06 до 1,0E-05, что соответствует предельно допустимому риску, а на четырех территориях находится на уровне верхней границы приемлемого риска (*ICR* = 1,0E-05). Для семи территорий установленный уровень суммарного индивидуального канцерогенного риска в диапазоне 2,5E-05…4,6E-04 является неприемлемым для населения в целом;

– уровень неканцерогенного риска при хроническом воздействии от загрязняющих питьевую воду веществ на одной территории (из 55 городских округов и муниципальных районов) Красноярского края характеризуется как превышающий допустимый уровень (единицу) с повышенной вероятностью развития изменений со стороны отдельных органов и систем организма человека.

К формированию канцерогенных и неканцерогенных рисков, неприемлемых для населения в целом, приводит загрязнение питьевой воды мышьяком в Балахтинском, Минусинском, Партизанском, Саянском, Шушенском районах, где регистрируются превышения гигиенических нормативов в воде водоисточников; а также нарушения технологии водоподготовки, приводящие к загрязнению воды хлорорганическими соединениями (хлороформ, бромдихлорметан, тетрахлорметан) в г. Бородино, Канске, Лесосибирске, на пограничном уровне – в г. Ачинске и Красноярске.

Наибольшую опасность для здоровья населения территорий Красноярского края из перечня исследуемых в питьевой воде химических веществ, согласно данным федерального / регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга, представляют: в развитии канцерогенных эффектов – мышьяк, трихлорметан (хлороформ), бромдихлорметан, тетрахлорметан; в развитии неканцерогенных (общетоксических) эффектов – в большей степени нитраты и мышьяк.

Для планирования мероприятий по снижению рисков на конкретной территории требуется углубленная оценка различных аспектов существующей проблемы обеспечения надлежащего качества питьевой воды с установлением степени ее приоритетности по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам территории.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева [и др.] // Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под общ. ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2014. – Т. 1. – С. 42–48.

2. Клейн С.В., Вековшинина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 10–14. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-10-14

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2021 году: Государственный доклад. – Красноярск: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2022. – 326 с.

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

Анализ динамики заболеваемости различных групп населения Республики Башкортостан злокачественными новообразованиями, а также смертности от них по данным социально-гигиенического мониторинга за 2018–2022 гг.

Н.Х. Давлетнуров, А.А. Казак

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

Представлен анализ динамики, структуры, уровня заболеваемости и смертности различных групп населения Республики Башкортостан от злокачественных новообразований, а также смертности от них по материалам официальной онкологической отчетности (форма № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях»). Проведена гигиеническая оценка факторов окружающей среды территорий Республики Башкортостан по данным и показателям регионального и федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2018–2022 гг.

Ключевые слова: злокачественные новообразования, заболеваемость, болезненность, смертность, социально-гигиенический мониторинг, профилактика.

Заболеваемость злокачественными новообразованиями во всем мире растет, уровень смертности снижается медленно, что обусловливает существенные экономические потери общества и определяет актуальность изучения динамики показателей заболеваемости и смертности в целом по Республике Башкортостан (РБ) и в муниципальных образованиях.

Эколого-гигиеническое обоснование безопасности среды обитания с учетом факторов риска и состояния здоровья населения является важной социальной и медико-экологической проблемой. РБ относится к одним из ведущих промышленно-развитых регионов РФ. Концентрация промышленного производства в РБ существенно превышает общероссийские показатели, особенно в части размещения предприятий нефтепереработки и нефтехимии. Высокая концентрация промышленных предприятий обусловливает значительную нагрузку на объекты окружающей среды. Объем валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от основных объектов отрасли на территории РБ составляет около 300 тыс. т в год. В выбросах предприятий содержатся химические соединения более 200 наименований, в том числе и вещества, обладающие канцерогенным действием, в том числе бензол, сажа, формальдегид, бенз(а)пирен и др. [1].

Наиболее крупные объекты – центры нефтепереработки и нефтехимии в РБ – размещены в таких городах, как Уфа, Стерлитамак, Салават (с общей численностью населения около 1,5 млн человек). Установленные расчетные значения уровней канцерогенного риска, ассоциированные с загрязнением атмосферного воздуха и питьевой воды исследуемых территорий, свидетельствуют о существовании потенциальной опасности для здоровья населения. Приоритетными загрязнителями, формирующими канцерогенный риск, являются: в атмосферном воздухе – формальдегид, тетрахлорметан, шестивалентный хром, углерод, бензол; в питьевой воде – мышьяк, шестивалентный хром, пентахлорфенол, хлороформ, бромдихлорметан [2, 3].

В РБ функционируют ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер» Министерства здравоохранения (ГАУЗ РКОД МЗ РБ) (г. Уфа) и восемь обособленных структурных подразделений (филиалов) в городах Уфе, Стерлитамаке, Бирске, Белорецке, Кумертау, Сибае, Октябрьском, Нефтекамске, Салавате, Дуванском районе (с. Месягутово) и Белебеевском районе (р.п. Приютово), где сосредоточены квалифицированные медицинские кадры, современная диагностическая и лечебная аппаратура.

В 2022 г. в РБ зафиксировано 12 949 впервые выявленных случаев злокачественных новообразований (в том числе 6176 и 6773 у пациентов мужского и женского пола соответственно). «Грубый» показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями на 100,0 тыс. населения в РБ составил 323,6 (2018 г. – 322,3; 2021 г. – 293,1), по сравнению с 2021 г. данный показатель увеличился на 10,4 и 0,4 % соответственно – по сравнению с 2018 г., что в значительной мере определено неблагоприятным направлением демографических процессов в популяции РБ, обусловившим «постарение» населения (табл. 1, 2, рисунок) [4, 5].

На конец 2022 г. в РБ состояли на учете 99 522 пациента (2021 г. – 98 658), или 2,49 % (2021 г. – 2,14 %) от общей численности населения РБ. Совокупный показатель распространенности составил 2230,3 на 100,0 тыс. населения.

Таблица 1

Динамика заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в РБ в 2018–2022 гг., на 100,0 тыс. населения (по данным ГАУЗ РКОД МЗ РБ)

Показатель	Год					Средний за 2018–2022 гг.	Темп прироста в 2022 г. в сравнении, %	
	2018	2019	2020	2021	2022		с 2018 г.	с 2021 г.
Заболеваемость	322,3	345,8	273,4	293,1	323,6	311,6	+0,4	+10,4
Болезненность	2067,1	2143,8	2136,6	2135,5	2230,3	2142,7	+7,9	+4,4
Смертность	181,2	177,1	175,7	154,4	156,5	169,0	-13,6	+1,4

Таблица 2

Основные показатели онкологической службы Республики Башкортостан за 2022 г.

Муниципальное образование	Первичная заболе-ваемость, на 100 тыс. населения	Из взятых на учет, %			Смертность на 100 тыс. населения	Годичная леталь-ность, %	Болезнен-ность на 100 тыс. населения
		I –II стадии	III стадии	IV стадии			
Муниципальные районы							
Абзелиловский	173,4	45,7	14,3	32,9	108,7	19,1	1253,1
Альшеевский	413,8	47,4	20,0	25,9	175,7	19,3	2613,2
Архангельский	367,8	44,8	20,7	32,8	94,9	24,3	2076,0
Аскинский	363,1	42,6	29,5	26,2	146,4	17,0	2172,5
Аургазинский	404,6	54,8	20,0	24,3	174,4	16,5	2371,9
Баймакский	204,6	32,6	33,7	31,6	127,2	28,9	1159,2
Бакалинский	393,2	46,8	24,5	22,3	121,6	25,0	2342,7
Балтачевский	417,5	50,0	10,3	36,8	177,3	19,6	2482,3
Белебеевский	311,8	56,9	19,3	22,3	177,7	24,5	2020,8
Белокатайский	251,6	54,8	21,4	19,0	122,9	28,3	1866,5
Белорецкий	287,2	50,2	14,7	31,7	171,3	20,5	2380,7
Бижбулякский	424,9	50,6	18,1	28,9	190,5	24,3	2178,3
Бирский	281,4	53,8	27,2	16,0	117,0	21,0	1911,3
Благоварский	277,2	38,5	26,2	35,4	194,4	24,2	2060,1
Благовещенский	363,7	57,0	16,4	21,8	151,4	25,0	2201,0
Буздякский	427,6	49,1	18,9	28,3	172,6	17,7	2467,5
Бураевский	396,7	48,7	19,7	26,3	130,6	16,7	2370,1
Бурзянский	209,9	48,6	28,6	14,3	149,9	28,2	1241,2
Гафурийский	288,9	56,3	17,5	25,0	168,0	27,8	1770,4
Давлекановский	327,2	55,4	15,7	21,5	141,0	13,0	2375,4
Дуванский	280,5	63,3	16,5	11,4	92,4	21,4	1927,1
Дюртюлинский	370,0	53,4	21,1	22,5	146,3	17,3	2016,7
Ермекеевский	380,5	54,0	20,0	24,0	190,3	27,3	1922,2
Зианчуринский	230,9	51,0	12,2	34,7	155,4	30,4	1511,5
Зилаирский	321,1	48,8	20,9	30,2	116,8	11,1	1671,2
Иглинский	320,0	51,0	18,4	27,6	162,3	26,2	1559,6
Илишевский	366,6	50,5	19,4	26,2	196,4	20,0	2382,6
Ишимбайский	346,9	48,7	21,7	25,9	176,4	23,0	1881,1
Калтасинский	334,5	53,0	18,2	19,7	181,6	17,2	2007,2

Окончание табл. 2

Муниципальное образование	Первичная заболе-ваемость, на 100 тыс. населения	Из взятых на учет, %			Смертность на 100 тыс. населения	Годичная леталь-ность, %	Болезнен-ность на 100 тыс. населения
		I –II стадии	III стадии	IV стадии			
Караидельский	317,8	53,3	25,3	18,7	165,3	28,6	1940,8
Кармаскалинский	329,5	52,8	22,9	22,2	152,2	13,3	1866,6
Кигинский	345,0	50,9	28,3	18,9	125,4	26,8	1950,7
Краснокамский	384,0	45,2	23,7	28,0	113,6	17,3	1966,9
Кугарчинский	358,8	55,4	25,3	15,7	175,7	24,7	2010,9
Кушнаренковский	408,1	55,1	24,5	19,4	170,4	17,6	2365,5
Куюргазинский	373,6	56,6	21,1	19,7	163,4	24,3	2059,3
Мелеузовский	370,9	58,6	17,3	21,9	204,4	26,2	2373,1
Мечетлинский	288,5	50,9	14,0	31,6	132,8	32,7	1776,9
Мишкинский	349,0	61,2	19,4	22,4	127,3	30,0	1669,7
Миякинский	345,9	65,4	15,4	15,4	160,0	17,1	2650,2
Нуримановский	387,7	60,3	16,2	16,2	113,7	37,1	1747,0
Салаватский	287,6	47,5	18,0	32,8	159,3	31,0	1628,5
Стерлибашевский	367,3	50,9	21,1	24,6	183,6	21,5	2648,1
Стерлитамакский	249,0	50,0	22,3	24,5	181,1	13,6	1790,3
Татышлинский	375,7	60,0	18,7	16,0	137,9	22,7	2068,9
Туймазинский	322,4	53,6	19,4	24,2	167,0	17,6	2087,8
Учалинский	286,5	55,0	18,9	22,2	157,1	20,0	1954,6
Федоровский	318,5	68,9	6,7	22,2	162,5	25,7	2392,3
Хайбуллинский	267,1	48,6	15,3	31,9	116,4	23,0	1431,6
Чекмагушевский	408,2	57,0	16,0	23,0	181,8	19,2	2504,7
Чишминский	338,2	51,8	19,0	26,2	117,3	19,8	2313,0
Шаранский	372,7	45,5	15,2	37,9	175,4	28,8	2137,6
Янаульский	392,7	46,8	23,4	27,8	134,8	12,0	2195,4
Итого по районам	**327,8**	**52,4**	**19,8**	**24,5**	**156,1**	**20,6**	**2027,1**
Городские округа							
г. Агидель	301,1	62,5	17,5	20,0	102,8	15,4	2372,2
г. Кумертау	373,9	64,6	17,0	17,5	167,8	16,7	2837,9
г. Нефтекамск	232,8	59,1	21,7	17,0	84,3	11,6	1956,3
г. Октябрьский	333,0	60,1	16,1	21,0	157,7	19,2	2213,2
г. Салават	352,0	64,7	16,2	17,6	157,0	15,2	2743,4
г. Сибай	257,3	65,3	14,7	15,3	79,2	9,3	1743,4
г. Межгорье	256,7	69,2	7,7	20,5	125,1	23,3	2679,0
г. Стерлитамак	316,0	58,8	20,3	17,7	156,7	16,3	2463,8
г. Уфа	357,3	59,2	17,3	20,7	154,5	17,3	2677,0
Итого по городам	**337,0**	**60,0**	**17,6**	**19,7**	**147,7**	**17,3**	**2547,7**
Всего РБ	**323,6**	**56,4**	**18,7**	**22,0**	**156,5**	**18,9**	**2230,3**

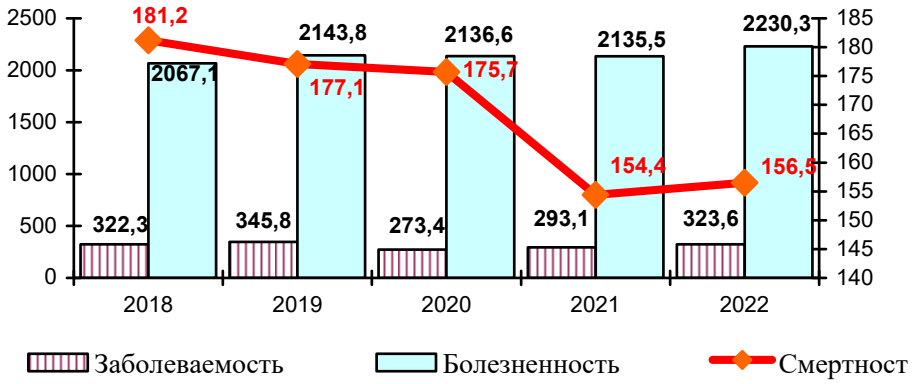


Рис. Динамика заболеваемости, смертности и болезненности злокачественными новообразованиями в РБ в 2018–2022 гг., на 100,0 тыс. населения

Диагноз злокачественного новообразования был подтвержден морфологически в 95,8 % случаев (2021 г. – 94,4 %), наиболее низкий удельный вес морфологической верификации диагноза наблюдается при опухолях печени (57,5 %), поджелудочной железы (66,1 %), трахеи, бронхов, легкого (89,5 %), почки (91,7 %), предстательной железы (93,8 %).

Установлено, что средние уровни показателей заболеваемости больных онкологическими заболеваниями, рассчитанные в различных муниципальных образованиях РБ, значительно отличались: более высокие показатели заболеваемости характерны для сельских районов, крупных промышленных центров и на территориях со значительным удельным весом лиц пожилого и старческого возрастов. В муниципальных образованиях РБ этот показатель варьируется от 173,4 в Абзелиловском районе до 427,6 в Буздякском районе.

Наиболее высокий уровень «грубого» показателя заболеваемости злокачественными новообразованиями традиционно отмечается в ряде муниципальных образований РБ, среди населения которых велик удельный вес старших возрастных групп: в 1,25–1,32 раза в Буздякском (427,6), Бижбулякском (424,9), Балтачевском (417,5), Альшеевском (413,8), Чекмагушевском (408,2), Кушнаренковском (408,1), Аургазинском (404,6) районах; в 1,1–1,23 раза – в Бураевском (396,7), Бакалинском (393,2), Янаульском (392,7), Нуримановском (387,7), Краснокамском (384,0), Ермекеевском (380,5), Татышлинском (375,7) районах, г. Кумертау (373,9), Куюргазинском (373,6), Шаранском (372,7), Мелеузовском (370,9), Дюртюлинском (370,0), Архангельском (367,8), Стерлибашевском (367,3), Илишевском (366,6), Благовещенском (363,7), Аскинском (363,1), Кугарчинском (358,8) районах, г. Уфе (357,3).

Болезненность злокачественными новообразованиями в 2022 г., по сравнению с 2021 г., увеличилась на 4,4 %, за 5 лет – выросла на 7,9 % и составила 2230,3 на 100 тыс. населения (2021 г. – 2135,5), в муниципальных образованиях РБ варьируется от 1159,2 (Баймакский район) до 2837,9 (г. Кумертау) на 100 тыс. населения.

Рост данного показателя обусловлен как ростом заболеваемости и выявляемости, так и увеличением выживаемости онкологических больных, имеющих устойчивый положительный эффект лечения [4].

Максимальные значения данного показателя отмечены в городах Кумертау (2837,9), Салавате (2743,4), Межгорье (2679,0), Уфе (2677,0), Миякинском (2650,2), Стерлибашевском (2648,1), Альшеевском (2613,2) районах; минимальные – в Баймакском (1159,2), Бурзянском 1241,2 Абзелиловском (1253,1), Хайбуллинском (1431,6 на 100 тыс. населения) районах.

Одним из основных показателей, определяющих прогноз онкологического заболевания, является степень распространенности опухолевого процесса на момент выявления. В 2022 г. злокачественные новообразования были диагностированы в I–II стадиях заболевания – 56,4 % (2021 г. – 54,4 %), в III стадии − 18,7 % (2021 г. – 22,0 %), в IV стадии − 22,0 % (2021 г. – 23,5 %). Кроме того, выявляемость больных злокачественными новообразованиями на ранних стадиях опухолевого процесса в РБ характеризуется менее благоприятной картиной, чем по РФ в целом. В 2022 г. было выявлено 175 случаев новообразований в стадии *in situ* (рак на месте), что соответствует 1,35 на 100 впервые выявленных инвазивных опухолей (2021 г. – 185 и 1,57 соответственно). Рак шейки матки в стадии *in situ* диагностирован в 81 случае, или 46,3 % (2021 г. – 104 случая, или 56,2 %); форма неинвазивного рака молочной железы – в 33 случаях или 17,8 % (2021 г. – 40 случаев, или 21,6 %).

В 2022 г. впервые выявлена 1191 первично-множественная опухоль (29,8 на 100,0 тыс. населения) (2021 г. – 952 и 23,7 соответственно), что составляет 9,2 % всех впервые выявленных злокачественных новообразований (2021 г. – 8,1 %). Синхронные опухоли составили 25,5 % (2021 г. − 27,0 %). Контингент пациентов с первично-множественными опухолями на конец 2022 г. составил 4890, что соответствует 4,9 % от общего числа пациентов, состоящих под диспансерным наблюдением (2021 г. – 4397 и 4,5 % соответственно)

Смертность от злокачественных новообразований за 5 лет снизилась на 13,6 % и составила в 2022 г. 156,5 на 100 тыс. населения, в муниципальных образованиях РБ варьирует от 79,2 (г. Сибай) до 204,4 (Мелеузовский район).

58,0 % или 89 250 пациентов (2021 г. – 55,9 % или 83 922 соответственно) с онкологическими и предопухолевыми заболеваниями, находившихся под наблюдением в онкологических учреждениях, состояли на учете 5 лет и более. Диагноз злокачественного новообразования был подтвержден морфологически в 95,8 % случаев (2021 г. – 94,4 %), наиболее низкий удельный вес морфологической верификации диагноза наблюдается при опухолях печени и внутрипеченочных желчных протоков (57,5 %), поджелудочной железы (66,1 %), почки (91,7 %), трахеи, бронхов, легкого (89,5 %), предстательной железы (93,8 %) и мочевого пузыря (95,0 %).

Ведущими локализациями в общей (оба пола) структуре онкологической заболеваемости являются: молочная железа (19,2 %), другие новообразования кожи (8,3 %), предстательная железа (6,9 %), тело матки (6,3 %), ободочная кишка (6,2 %), прямая кишка, ректосигмоидные соединения, анус (5,9 %), почка (5,6 %), трахея, бронхи, легкое (4,8 %), шейка матки (4,5 %), желудок (4,1 %), яичник (3,2 %), злокачественные лимфомы (3,1 %), щитовидная железа (3,0 %) и мочевой пузырь (2,7 %). Больные со злокачественными новообразованиями у детей (0–14 лет) составляют 0,8 %, подростков – 1,0 %, у лиц в возрасте 65 лет и старше – 54,8 %, у сельских жителей (18 лет и старше) – 32,5 %.

Среди больных, наблюдавшихся 5 лет и более, больший удельный вес составляют пациенты с опухолями молочной железы (22,2 %), тела матки (8,0 %), почки (6,6 %), шейки матки (5,8 %), предстательной железы (5,6 %), ободочной

кишки (5,4 %), прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса (5,3 %), другими новообразованиями кожи (4,7 %), желудка (3,7 %), яичника, злокачественными лимфомами (по 3,6 %), щитовидной железы (3,4 %), трахеи, бронхов, легкого (3,0 %), мочевого пузыря (2,9 %).

Первые места в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями мужского населения РБ распределены следующим образом: одну из наиболее распространенных форм рака составляют опухоли трахеи, бронхов, легкого – 17,6 %, предстательной железы – 15,1 %, желудка, прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса – по 8,0 %, злокачественные новообразования кожи – 7,9 %, с меланомой – 8,9 %, ободочной кишки – 7,3 %, почки – 5,0 %, лимфоидной, кроветворной ткани – 4,7 %, мочевого пузыря – 3,4 %, поджелудочной железы – 3,0 % и пищевода – 2,9 %.

По величине прироста заболеваемости рак предстательной железы занимает в РБ второе место среди всех онкологических заболеваний. Рак предстательной железы, как правило, обнаруживается у мужчин старше 50 лет, но начинает формироваться в возрасте около 40 лет. Развитие данного заболевания является результатом комплексного воздействия ряда факторов (возраст, генетические особенности, контакт с канцерогенами, воспалительные и инфекционные заболевания предстательной железы, питание, курение и образ жизни). Факторы, зачастую являющиеся решающими в стимулировании процессов развития и роста раковых клеток, – избыточный вес и ожирение, отсутствие физических нагрузок, злоупотребление алкогольными напитками, курение. Значимую по удельному весу группу у мужчин формируют злокачественные опухоли органов мочеполовой системы, составляя 24,3 % всех злокачественных новообразований.

Все чаще это заболевание обнаруживают у молодых женщин. Рак молочной железы чаще встречается у нерожавших, не кормящих грудью женщин, поздно родивших своих первенцев (после 30 лет), перенесших аборты, не живущих регулярной половой жизнью.

Заболеваемость раком молочной железы растет быстрыми темпами – в 25,0 % является ведущей онкологической патологией у женского населения РБ, чаще встречается у нерожавших, не кормящих грудью женщин, поздно родивших своих первенцев (после 30 лет), перенесших аборты, не живущих регулярной половой жизнью. Далее следуют злокачественные новообразования кожи (12,0 %, с меланомой – 13,5 %), тела матки (7,7 %), ободочной кишки (7,2 %), прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса, яичника (по 4,8 %), шейки матки (4,6 %), щитовидной железы (4,5 %), желудка (4,3 %), лимфоидной и кроветворной ткани (3,7 %), трахеи, бронхов, легкого (3,4 %), почки (2,9 %) и поджелудочной железы (2,7 %).

Рак шейки матки – это единственный тип рака, который может быть предотвращен при помощи специальной вакцинации (прививки) против вируса папилломы человека (ВПЧ). Так, в рамках реализации государственной программы «Развитие здравоохранения Республики Башкортостан» в РБ с 2011 по 2021 г. проведена вакцинопрофилактика рака шейки матки 8686 девочек 9–13 лет, которая в дальнейшем может создать надежную защиту против инфекции и связанного с ней риском развития опухоли.

Таким образом, наибольший удельный вес в структуре онкологической заболеваемости женщин имеют злокачественные новообразования органов репродуктивной системы (46,9 %), при этом опухоли половых органов составляют 18,1 % всех злокачественных новообразований у женщин. Удельный вес злокачественных

новообразований органов пищеварения у женщин (24,0 %) ниже аналогичного показателя (36,2 %) у мужчин.

У мужчин высокий удельный вес приходится на опухоли органов дыхания (20,1 %), у женщин доля этих опухолей в 5,6 раза ниже (3,6 %). Максимальное число заболеваний приходится на возрастные группы: 65–69 лет (18,6 %), 60–64 года (17,9 %) и 70–74 лет (16,2 %), у мужчин: 65–69 лет (21,4 %), 60–64 года (20,2 %) и 70–74 года (14,4 %), у женщин: 65–69 лет (16,0 %), 60–64 года (15,9 %) и 70–74 года (15,1 %). Различия в возрастной структуре заболеваемости мужского и женского населения проявляются отчетливо после 25 лет. Удельный вес злокачественных новообразований в возрасте 25–29 лет в группе заболевших женщин (0,71 %) выше, чем в группе заболевших мужчин (0,34 %), 30–34 лет – 0,83 и 1,8 % соответственно, 35–39 лет – 1,54 и 3,0 %, 40–44 лет – 2,3 и 4,4 %, 45–49 лет – 3,6 и 5,4 %, 50–54 лет – 6,0 и 7,1 %. В возрастной группе 60 лет и старше диагностируются 72,1 % случаев заболевания в мужской и 64,9 % в женской популяциях. Указанный характер соотношения повозрастных показателей заболеваемости мужчин и женщин определяется общей тенденцией более высокой заболеваемости мужчин, нарастающей пропорционально возрасту.

Доля злокачественных новообразований у детей (0–14 лет) среди заболевших мужского пола составляет 0,9 % (57 случаев), среди заболевших женского пола – 0,8 % (56 случаев). Доля злокачественных новообразований у детей (0–17 лет) среди заболевших мужского пола составляет 1,02 % (63 случая), среди заболевших женского пола – 0,99 % (67 случаев).

Особенно важными являются данные о заболеваемости злокачественными новообразованиями детей, в силу более высокой, чем у взрослых, чувствительности к действию канцерогенных факторов окружающей среды, что объясняется, в том числе, особенностями их возрастного поведения и более высокими энергетическими затратами и уровнями метаболизма. Так, в 2022 г. в РБ зарегистрировано 84 случая впервые выявленных злокачественных новообразований или 10,9 на 100 тыс. детского населения (2018 г. – 93 или 11,9 на 100 тыс. детского населения; 2021 г. – 84 случая или 10,8 на 100 тыс. детского населения). Заболеваемость злокачественными новообразованиями у детей в РБ за 5 лет снизилась на 9,2 %, а за год на 0,9 %. На конец 2022 г. состоят под диспансерным наблюдением 754 ребенка (2018 г. – 653; 2021 г. – 714), умерло от злокачественного новообразования до года с момента установления диагноза – 4 ребёнка (2018 г. – 6; 2021 г. – 18).

Анализ показателей динамики и структуры злокачественных новообразований населения РБ, в том числе детского населения, показал достоверный рост заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований. Загрязнение среды обитания, по данным социально-гигиенического мониторинга, характеризуется сравнительно невысокими уровнями и связано, в основном, с длительным предшествующим антропотехногенным воздействием, в том числе канцерогенным. При этом относительно высокими уровнями заболеваемости и темпами прироста новообразований у детей (0–14 лет включительно) характеризуются не только центральный экономический подрайон (г. Уфа) и южный экономический подрайон (города Салават, Стерлитамак, Ишимбай, Кумертау), относящиеся к территориям риска, но и сельские и отдаленные районы – традиционно наиболее экологически чистые территории РБ.

Удельный вес злокачественных новообразований в возрасте 15–17 лет включительно составляет 0,21 %, или 27 случаев (2018 г. – 0,19 %, или 25 случаев; 2021 г. – 0,26 %, или 31 случай). У заболевших в возрасте до 30 лет наиболее часто выявляются злокачественные новообразования лимфоидной и кроветворной ткани (32,7 %), злокачественные опухоли головного мозга и других отделов нервной системы (13,7 %), молочной железы (14,5 %), шейки матки (12,5 %), яичника (10,5 %), яичко (8,1 %), щитовидной железы (8,5 %), кости и суставные хрящи (3,2 %).

В возрастной группе 30–59 лет наибольший удельный вес имеют злокачественные новообразования молочной железы (18,4 %), трахеи, бронхов, легкого (8,3 %), новообразования кожи с меланомой (7,4 %), прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса (5,6 %), почки (5,2 %), тела матки (5,1 %), шейки матки (4,9 %), желудка, кроветворной и лимфатической ткани (по 4,8 %), ободочной кишки, щитовидной железы (по 4,7 %), яичника (3,5 %),

В структуре заболеваемости лиц пожилого возраста (60 лет и старше) превалируют опухоли кожи с меланомой (13,3 %), трахеи, бронхов, лёгкого (11,4 %), молочной железы (11,2 %), предстательной железы (9,3 %), ободочной кишки (8,5 %), прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса (6,9 %), желудка (6,7 %), тела матки (3,7 %), почки (3,4 %), поджелудочной железы (3,2 %).

Удельный вес гемобластозов в структуре заболеваемости лиц молодого возраста (0–29 лет) выше у женщин (20,7 %), чем у мужчин (18,5 %).

Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями мужчин в возрасте 30–59 лет принципиально отличается от структуры заболеваемости женщин того же возраста. У мужчин доминируют злокачественные новообразования: трахеи, бронхов, легкого (15,6 %), почки (8,6 %), кожи с меланомой (7,7 %), прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса (7,5 %), желудка (7,1 %), лимфатической и кроветворной ткани (6,6 %), ободочной кишки (5,6 %), пищевода (3,8 %), поджелудочной железы (3,1 %). У женщин – опухоли молочной железы (31,1 %), щитовидной железы, кожи с меланомой (по 7,2 %), прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса, ободочной кишки (по 4,0 %), желудка (3,0 %), почки (2,5 %).

В возрастной группе 60 лет и старше у мужчин доминируют опухоли трахеи, бронхов, легкого (18,8 %) предстательной железы (18,6 %), желудка (8,4 %), ободочной кишки (8,0 %), кожи с меланомой (9,6 %), почки, мочевого пузыря (по 3,7 %), у женщин – опухоли молочной железы (22,3 %), кожи с меланомой (17,1 %), ободочной кишки (8,9 %), прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса (5,4 %), желудка (5,0 %), трахеи, бронхов, легкого (4,0 %), тела матки (7,5 %), яичника (3,8 %), поджелудочной железы (3,3 %).

В 2022 г. в РБ взято на диспансерный учет больных с впервые в жизни установленным диагнозом злокачественного новообразования 12 949 человек (2021 г. – 10 507). Заболеваемость за 5 лет увеличилась на 10,4 % и составила 323,6 на 100,0 тыс. населения (2021 г. – 293,1).

Удельный вес в возрастной структуре больных с впервые в жизни установленным диагнозом злокачественного новообразования в 2022 г. взрослого населения (18 лет и старше) составил 99,0 %, подростков (15–17 лет включительно) – 0,13 %, детей (0–14 лет включительно) – 0,87 %.

В 2022 г. по данным Башкортостанстата основными причинами смертности населения являлись: болезни системы кровообращения – 34,8 % (2021 г. – 35,0 %), новообразования – 12,9 % (2021 г. – 10,0 %), из них злокачественные новообразова-

ния – 12,6 % (2021 г. – 9,7 %), смерть по неустановленным причинам – 10,0 % (2021 г. – 1,8 %), болезни нервной системы 3,4 % (2021 г. – 5,5 %), внешних причин – по 7,0 % (2021 г. – 6,2 %), болезни органов дыхания – 6,9 % (2021 г. – 13,5 %).

От новообразований умерло 6308 (2021 г. – 6578) человек или 154,4 на 100,0 тыс. населения, из них от злокачественных новообразований – 6174 человека, или 154,4 на 100,0 тыс. населения (2021 г. – 6390 человек, или 159,4 на 100 тыс. населения), за 5 лет показатель снизился на 15,9 %.

К развитию злокачественной опухоли могут привести много причин и способствующих факторов, длительно действующих на организм, к их числу также относится курение, особенности питания и образа жизни.

Между временем воздействия канцерогена и возникновения ракового заболевания проходит определенный скрытый период, продолжительность которого зависит от половых и возрастных индивидуальных особенностей организма: типа нервной системы, состояния иммунной и эндокринной систем, а также подверженности организма факторам окружающей среды. Большинство болеющих онкологическими заболеваниями – это люди старше 60 лет, так как пожилые люди, как правило, имеют множество хронических заболеваний внутренних органов (легких, почек, желудочно-кишечного тракта, печени и др.), которые являются предраковыми. Поэтому своевременное лечение данных заболеваний является эффективной профилактикой онкологических заболеваний и, соответственно, смертности от них.

Профилактика рака сегодня должна включать, кроме целенаправленных природоохранных мероприятий, направленных на снижение загрязнения среды обитания канцерогенно опасными веществами, мероприятия по повышению гигиенической культуры населения и повышения мотивации жителей РБ на здоровый образ жизни. Профилактика представляет собой наиболее целесообразную с экономической точки зрения долгосрочную стратегию борьбы против рака. Профилактические мероприятия эффективны вдвойне, поскольку они также способствуют профилактике других хронических болезней, развитие которых обусловлено теми же факторами риска.

В соответствии с этим профилактика злокачественных новообразований сегодня должна включать, кроме целенаправленных природоохранных мероприятий, направленных на снижение загрязнения среды обитания канцерогенно опасными веществами, мероприятия по повышению гигиенической культуры населения и мотивации жителей РБ на здоровый образ жизни.

Выводы. Таким образом, злокачественные новообразования являются экологически индикаторной патологией, высокоинформативным и социально значимым показателем состояния здоровья популяции в целом. Важными задачами в решении региональных медико-экологических проблем являются дальнейшее изучение особенностей формирования онкопатологии населения, выявление и комплексная оценка факторов риска для здоровья населения, установление приоритетных факторов формирования здоровья популяции, противораковая просветительская работа среди населения, создание нормативно-правовой и методической основы первичной профилактики рака, прогнозирование эколого-гигиенической ситуации, и, как результат, разработка комплекса профилактических мероприятий, основной целью которых является снижение онкологической заболеваемости и смертности населения РБ [3].

Средние уровни показателей заболеваемости больных злокачественными новообразованиями, рассчитанные для указанного периода, в различных муниципальных образованиях РБ значительно отличались: более высокие показатели заболеваемости характерны для крупных промышленных центров и на территориях со значительным удельным весом лиц пожилого и старческого возраста.

В связи с вышеизложенным предлагаем провести следующие эффективные мероприятия:

– изучение физико-химических и биологических свойств воды, воздуха, почвы, исследование продуктов питания на обследуемых территориях и исследование причин их загрязнения;

– улучшение экологического состояния окружающей среды в зонах с выявленными отклонениями;

– изучение социально-экономических показателей (условий) жизни населения РБ и организация мероприятий по их улучшению;

– выявление и учет предприятий, учреждений, производств, технологических процессов, отдельных цехов и производственных участков, на которых работники могут подвергаться, подвергаются или подвергались воздействию химических канцерогенных факторов, и принятие решений для устранения выявленных нарушений санитарного законодательства;

– проведение гигиенического воспитания и обучения с работниками, занятыми на канцерогенно-опасном производстве;

– улучшение ранней диагностики злокачественных новообразований, повышение онкологической настороженности первичного звена врачей и внедрение четкой маршрутизации в диагностике и лечении больных;

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

– совершенствование санитарно-просветительской противораковой пропаганды среди населения.

Список литературы

1. Анализ заболеваемости и смертности населения Республики Башкортостан злокачественными новообразованиями / Р.А. Сулейманов, А.Б. Бакиров, Т.К. Валеев, Н.Х. Давлетнуров, Е.Г. Степанов, И.О. Туктарова // Медицина труда и экология человека. – 2019. – № 2. – С. 14–23.

2. Гигиеническая оценка влияния выбросов предприятий нефтехимии и нефтепереработки на онкологическую заболеваемость населения крупного промышленного центра / З.Б. Бактыбаева, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев, Е.Г. Степанов, Н.Х. Давлетнуров, Н.Р. Рахматуллин // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2020. – № 1. – С. 84–92.

3. Заболеваемость злокачественными новообразованиями как индикатор медико-экологической безопасности территорий (на примере Республики Башкортостан) / Н.Х. Давлетнуров, Е.Г. Степанов, А.С. Жеребцов, Г.Я. Пермина // Медицина труда и экология человека. – 2017. – № 2. – С. 53–64.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: материалы к государственному докладу по Республике Башкортостан. – Уфа: Управление Роспоребнадзора по Республике

Башкортостан; ФБУН «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан»; ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», 2023. – 268 с.

5. Основные показатели онкологической службы Республики Башкортостан за 2022 год. – Уфа: ГБУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер» Минздрава Республики Башкортостан, 2023.

Оценка обилия и зараженности иксодовых клещей Черняевского леса (г. Пермь)

В.Е. Ефимик[1], Е.А. Славнова[2]

[1]ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» Роспотребнадзора,
г. Пермь, Россия

Проведена оценка относительного обилия и степени зараженности таежного клеща *Ixodes persulcatus* Schulze (*Acarina*, *Ixodidae*) на территории Черняевского лесопарка г. Перми. Представлены и проанализированы собственные результаты и данные прошлых лет по зараженности клещей, собранных в данном городском лесу, а также сведения по количеству клещей, сданных населением в специализированные лаборатории после его посещения с 2006 по 2022 г.

Ключевые слова: таежный клещ, инфекционные заболевания, передающиеся клещами, городские леса.

Город Пермь – крупный региональный центр, географически расположенный в зоне природно-очаговых инфекций. К последним относятся, прежде всего, клещевой энцефалит (КЭ), иксодовые клещевые боррелиозы (ИКБ), а также моноцитарный эрлихиоз (МЭЧ) и гранулоцитарный анаплазмоз человека (ГАЧ) [3, 4, 6, 7].

В весенне-летний период жители города Перми систематически подвергаются нападению таежного клеща в естественных и искусственных насаждениях, находящихся в городской черте. По данным ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», за сезон в специализированные лаборатории города обращается от 6 до 10 тыс. человек по поводу присасывания клещей на территориях городских парков и кладбищ.

Иксодовые клещи заселяют в природе различные биотопы: растительную подстилку, траву, кустарники. Важнейшей особенностью иксодовых клещей является мозаичность распространения их по площади того или иного ландшафта. Распределение клещей определяется совокупностью ряда причин, из которых наибольшее значение имеет фактор питания, т.е. наличие хозяев-прокормителей, кроме того, имеют значение характер растительности, влияние деятельности человека.

Растительность в городе распространена очагами в виде парков, скверов и насаждений в пределах жилых кварталов (улицы, дворы). Для членистоногих, обитающих в центральной части города, уменьшается разнообразие биотопов, сужается спектр кормовых ресурсов. Периферия города, пригородные участки обычно являются отправным пунктом миграции членистоногих в центральные участки, вместе со своими хозяевами – животными, птицами. Многие из этих участков соединены с лесопарками или пригородными лесами.

Более 40 % территории г. Перми занимают леса, но только один лесной массив наделен статусом лесопарка – Черняевский лесопарк, или с 1981 г. это охраняемый природный ландшафт «Черняевский лес» [2]. Данный лесопарк – естественное насаждение площадью 630 га, не имеющее связи с пригородными лесами, так как находится в центре города и опоясано магистралями с напряженным движением автотранспорта. Часть лесопарка превращена в городской парк, где расположены аттракционы. Черняевский лес служит зоной отдыха для двух примыкающих к нему районов – Индустриального и Дзержинского.

Парк интересен и неповторим естественными ландшафтами. Здесь большое количество разнообразных экосистем на одной территории. Наряду с участками сухого соснового бора имеются площади, занятые смешанными насаждениями, березняками и зарастающими вырубками, где таежный клещ находит относительно благоприятные условия для существования. Знание места обитания клещей – переносчиков возбудителей трансмиссивных болезней – имеет большое эпидемиологическое значение, так как это определяет профилактические и противоэпидемические мероприятия.

Учитывая высокую популярность у пермяков Черняевсого леса и понимая его потенциальное эпидемиологическое значение, в весенне-летний период 2022 г. мы провели в данном лесопарке акаралогические исследования.

Материал собирался по общепринятой методике с помощью флага [1, 9, 10]. Живые клещи помещались в большие пробирки дифференцированной влажности. Самцы и самки собирались раздельно для предотвращения их спаривания. С целью проведения ПЦР-анализа собранный материал отправлялся в лабораторию природно-очаговых, особо опасных и вирусных инфекций ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Оценка численности клещей, собранных с растительности, рассчитывалась на один флаг за единицу пройденного расстояния (1 флаго/км). Относительное обилие таежного клеща рассчитывалось как сумма ежедекадных показателей на 1 км маршрута за сезон активности в исследуемых биотопах.

Для учета клещей было выбрано шесть типичных биотопов лесопарка: березняк травяной-1 (где проводилась обработка против клещей), березняк травяной-2 (где такой обработки не было), сосняк-кисличник, сосняк-брусничник, ельник травяной, зарастающая вырубка (лиственными породами). Сборы проходили с 12 мая по 24 июня с периодичностью 7–10 дней.

Таксономический анализ собранного материала выявил, что все собранные иксодовые клещи относились к виду таежный клещ *Ixodes persulcatus* Schulze (*Acarina*, *Ixodidae*). В ходе работы было обнаружено 25 клещей, из них – 11 самцов (44 %) и 14 самок (56 %).

Анализ собранного материала показал, что уровень относительного обилия клещей во всех изученных биотопах очень низкий (рис. 1). Больше всего

клещей было отмечено в березняке травяном-2, где акарицидные обработки не проводились (8 экз. на флаго/км). В ельнике травяном, сосняке кисличном и в березняке травяном-1, который был включен в план акарицидных обработок, относительное обилие клещей сильно не отличалось и было на уровне 2–3 экз. на флаго/км. На зарастающей вырубке, которая находится на входе в Черняевский лес со стороны ул. Шоссе Космонавтов между остановками «Одоевского» и «Больничный городок», ни одного клеща за весь период наблюдений обнаружено не было. Сосняк брусничный – светлый, довольно сухой лес, где 13.05.2022 была найдена единственная самка *I. persulcatus,* по сути тоже оказался «пустым» с точки зрения клещевого населения.

Известно, что *I. persulcatus* приурочен к лесам, где постоянно поддерживается высокая относительная влажность в приземном слое воздуха. Поэтому не случайно в травяных лиственных и хвойных лесах он относительно обилен, и, наоборот, в сухих, хорошо проветриваемых и прогреваемых сосняках и на лугах клещи, если и встречаются, то со временем быстро пропадают и всегда малочисленны [8, 10].

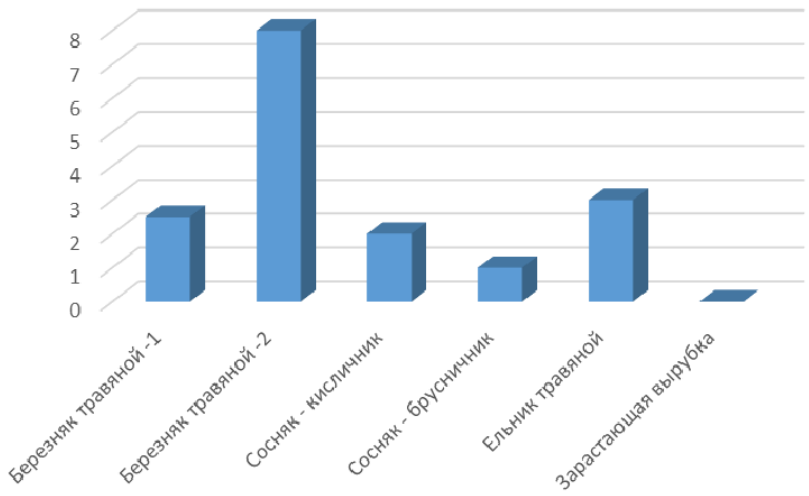


Рис. 1. Показатели относительного обилия таежного клеща на стационарных площадках Черняевского леса

Результаты ПЦР-анализов исследованных в лаборатории клещей представлены в таблице. Для сравнения мы взяли данные Центра гигиены и эпидемиологии в Пермском крае за 2007 и 2009 гг. В таблицу не вошли результаты анализов клещей на МЭЧ и ГАЧ за 2022 г., так как они все были отрицательными, а в 2007 и 2009 гг. проверка на эти инфекции еще не проводилась.

Итоговые данные оказались очень разными (таблица). Каждый год проверялось разное количество клещей и выявлен разный уровень зараженности клещей. Но сохраняется общая для Пермского края тенденция – высокий процент зараженности иксодовых клещей боррелиями и низкий уровень зараженности вирусом КЭ. Об этом, например, свидетельствуют данные Роспотребнадзора по Пермскому краю за 2021 г. и наши исследования [5].

Результаты лабораторного исследования клещей, собранных в Черняевском лесу (г. Пермь)

Годы	Клещевой энцефалит			Клещевой боррелиоз		
	всего	полож.	% зараж-х	всего	полож.	% зараж-х
2007	11	1	9,09	11	3	27,27
2009	191	7	3,66	73	35	47,95
2022	25	0	0,00	25	10	40,00

Также мы проанализировали количество людей, обратившихся в лаборатории для исследования клещей после посещения Черняевского леса с 2006 по 2022 г. (рис. 2). Обращают на себя внимание низкие показатели (35 человек) количества присасываний в 2020 г. Это связано, с одной стороны, с большими ограничениями в посещении городских парков в весенний период карантина по коронавирусу COVID-19. С другой стороны – с отсутствием данных в лабораториях Роспотребнадзора, которые в это время были перепрофилированы под задачи коронавирусной инфекции. Население в это время обращалось в частные лаборатории, из которых оказалось сложно получить точные данные по району присасывания. Высокие показатели 2021 г. (306 человек) мы связываем с изменением сбора информации, когда под общим названием «парк» могли попасть совсем другие территории Индустриального и Дзержинского районов города. Тем не менее за 14 лет в среднем 123 человека за сезон обратились в специализированные лаборатории с присосавшимися клещами. Если исключить данные за 2020 и 2021 гг., то в среднем получится 115 обращений. В любом случае для городского лесопарка цифра не маленькая, и динамика представленных на рис. 2 данных не демонстрирует снижения количества присасываний клещей.

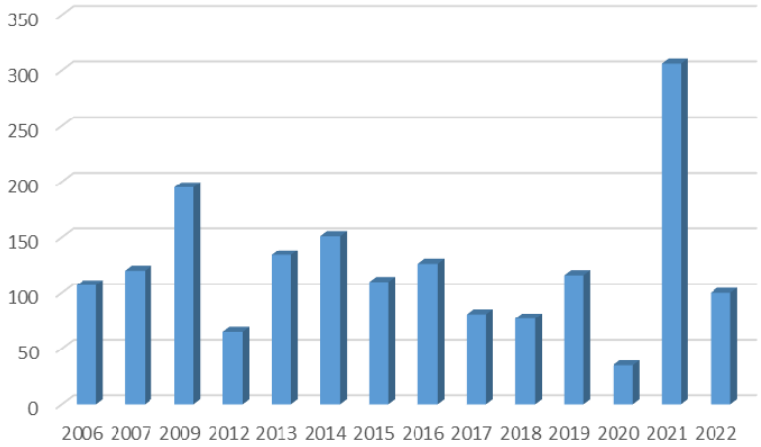


Рис. 2. Количество людей, обратившихся в лаборатории для исследования клещей после посещения Черняевского леса

Низкое обилие *I. persulcatus* в различных биотопах Черняевского леса подтверждает мнение пермских акарологов, которые еще в 70-е гг. прошлого века относили Балатовский парк (в то время он так назывался) к урбаническим очагам

первого типа [8]. Природные очаги, находящиеся в непосредственном контакте с населенными пунктами, относятся к урбаническим и по эпидемиологическому значению неоднородны. Их делят на две группы. Очаги первой группы находятся внутри густонаселенных территорий, вторые – по окраинам. Черняевский лес входит в первую группу. В таком очаге клещи находятся в экстремальных условиях, здесь не существует постоянных популяций иксодового клеща [8]. Клещи на преимагинальных стадиях заносятся птицами, грызунами. Напившиеся нимфы находят условия для завершения цикла развития во всех насаждениях города. Среди занесенных клещей встречаются, безусловно, и вирусофорные.

Мало того, обочины дорожек Черняевского лесопарка регулярно обрабатываются акарицидными препаратами. И, несмотря на изолированность очага и химические обработки, данный городской лес остается территорией эпидемиологически опасной и требующей пристального внимания соответствующих служб Роспотребнадзора по Пермскому краю.

Список литературы

1. Беспятова Л.А., Бугмырин С.В. Иксодовые клещи Карелии (распространение, экология, клещевые инфекции): учебно-методическое пособие. – Петрозаводск: Карельский научный институт РАН, 2012. – 100 с.

2. Бузмаков С.А. Особо охраняемые природные территории г. Перми: монография / под ред. С.А. Бузмакова, Г.А. Воронова. – Пермь: Пермский государственный университет, 2012. – 204 с.

3. Воробьева Н.Н., Григорян Е.В., Коренберг Э.И. Эрлихиоз в России // Инфекционные болезни. Диагностика, лечение, профилактика: тезисы докладов Российско-итальянской научной конференции. – СПб., 2000. – С. 55.

4. Гранулоцитарный анаплазмоз человека: особенности клинических проявлений в России / М.В. Афанасьева, Н.Н. Воробьева, Э.И. Коренберг [и др.] // Инфекционные болезни. – 2006. – Т. 4, № 2. – С. 24–28.

5. Ефимик В.Е., Соловьева Е.Е., Славнова Е.А. Оценка степени зараженности иксодовых клещей в УНБ «Предуралье» // Симбиоз-Россия 2022: сборник статей XIII Международной конференции ученых-биологов. – Пермь, 2023. – С. 682–687.

6. Клинико-лабораторная диагностика инфекций, передающихся иксодовыми клещами, в Пермском крае / В.Ю. Тетерин, Э.И. Коренберг, В.В. Нефедова [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2013. – № 4. С. 11–15.

7. Коренберг Э.И. Эрлихиозы – новая для России проблема инфекционной патологии // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1999. – № 4. – С. 10–16.

8. Лыков В.А., Гибадулина Л.И., Сереброва Г.М. Заболеваемость клещевым энцефалитом и урбанические очаги г. Перми // Ученые записки Пермского университета. – 1971. – № 249. – С. 39–48.

9. Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней: методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 55 с.

10. Филиппова Н.А. Таежный клещ Ixodes persulcatus Schulze (Acarina, Ixodidae): Морфология, систематика, экология, медицинское значение. – Л.: Наука, 1985. – 416 с.

Сравнительная оценка ртутной опасности для жителей экспонированных территорий России и Казахстана (на примере фокус-группы рыбаков)

Н.В. Ефимова[1], Л.Е. Шинетова[2], С.А. Бекеева[3]

[1]ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», г. Ангарск, Россия,
[2] Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Алматы
[3]НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан

Сброс ртути в объекты среды обитания приводит к включению ее в гидробиоценоз и накоплению в пищевой цепи. Несмотря на большое количество работ о воздействии ртути на человека, существует большая вариабельность экспозиции и чувствительности к ее воздействию в различных регионах и между социальными группами населения. Осуществлена оценка коэффициентов опасности воздействия ртути для сельских жителей, занимающихся рыбной ловлей, на экспонированных в результате бывшей хозяйственной деятельности территориях России (Иркутская область) и Казахстана (Карагандинская область).

Методом анкетирования о пищевых предпочтениях опрошено 160 мужчин в Иркутской области (Россия), 87 – в Карагандинской области (Казахстан), которых можно рассматривать как экспонированную фокус-группу (рыбаки). Для оценки экспозиции использованы результаты определения ртути в мышцах промысловых рыб (окуня, леща, плотвы). Рассчитан коэффициент опасности.

Средние концентрации ртути в рыбе, выловленной в изучаемых водоемах, составили 0,56–0,57 мг/кг ($p > 0,05$). Распределение опрошенных по частоте потребления местной рыбы в России и Казахстане статистически значимо различается ($p < 0,001$). Расчет суточного поступления ртути в отдельных группах, выделенных по частоте потребления, составил 135 мкг, в группах с высокой частотой потребления – 580 мкг, коэффициенты опасности – 2,7 и 11,4 соответственно.

Частое включение в рацион питания рыбы из водоемов, загрязненных ртутьсодержащими сбросами химических предприятий, может привести к чрезмерной ртутной нагрузке на население даже после прекращения деятельности предприятий в течение как минимум 20 лет.

Ключевые слова: ртуть, рыба, коэффициент опасности, фокус-группы.

Несмотря на изменения в последние годы источников загрязнения объектов окружающей среды ртутью, она по-прежнему относится к глобальным экотоксикантам [9]. В процессе производственной деятельности рядом предприятий использовались ртутьсодержащие вещества, которые с промышленными отходами поступали в окружающую среду, в том числе в водоемы. Соединения ртути в водных источниках, непрерывно трансформируясь, аккумулируются из-за невозможности самоочищения [10]. Включение ртути в гидробиоценоз приводит к ее накоплению в пищевой цепи, наибольшее содержание отмечено в рыбе, выловленной в акватори-

ях, находящихся под влиянием предприятий, использующих и получающих ртутьсодержащую продукцию на различных технологических этапах производства [6, 8].

Согласно результатам исследований, проведенных под эгидой Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в рамках Глобальной оценки ртути 2018 г. (ЮНЕП, 2019 г.), в качестве верхних фоновых границ содержания ртути у населения, проживающего на территориях без значительных источников ртутьсодержащих выбросов, предложено: в крови – менее 5 мкг/л, волосах – < 2 мкг/г и моче – < 3 мкг/л. В исследованиях также выделяли две ключевые группы населения с повышенным воздействием: работающие в контакте с ртутью и сельские жители, занимающиеся рыбной ловлей в водоемах, загрязненных сбросами химических производств [4]. Несмотря на значительное количество работ о воздействии ртути на человека, во всем мире существует большая вариабельность экспозиции и чувствительности к воздействию в различных регионах, между группами населения и внутри них [6]. Однако национальные программы биомониторинга, учитывающие воздействие ртути, на сегодняшний день осуществляются только в девяти странах, а международное представительство в основном ограничено регионами с более высоким уровнем дохода. Кроме того, дизайн и качество исследований, проводимых по собственным программам, сильно различаются. Выборочные совокупности обычно не являются репрезентативными для целевой совокупности. Тем не менее эти исследования важны, поскольку они, как правило, сосредоточены на уязвимых группах, определенных Минаматской конвенцией (например, женщинах детородного возраста).

В РФ в течение нескольких десятилетий прошлого века ртуть использовалась на химических производствах. Иркутская область является одним из ведущих промышленных центров России, использовавших ртуть в технологическом процессе. Утилизация промышленных отходов электролизных предприятий ОАО «Химпром» городов Усолье-Сибирского и Саянска сводилась к сбросу остатков ртутного электролиза вблизи действующих предприятий, что привело к накоплению металла в р. Ангаре с последующим распространением в бассейне Братского водохранилища [6]. Прекращение использования металлической ртути в технологическом процессе на ОАО «Усольехимпром» произошло в 1998 г. Была проведена идентификация опасности ртути для экосистемы Иркутской области, установлено, что основные источники первичного загрязнения – химические производства, крупнейшими из последних являются ОАО городов Усолья-Сибирского и Саянска (с 1998 г. в г. Усолье-Сибирское, с 2006 г. в Саянске в производственном процессе металлическая ртуть не используется). К территориям риска отнесены районы, расположенные вниз от спуска сточных вод в Братское водохранилище (до Балаганского района).

В Казахстане одним из основных источников загрязнения ртутью окружающей среды был завод «Карбид», расположенный в г. Темиртау. С 1950 по 1997 г. происходил сброс сточных вод ацетальдегидного производства ПО «Карбид» в реку Нуру. Появление ртути в пойме реки обусловлено, главным образом, летучей золой электростанции. Максимальная концентрация ртути была обнаружена в 15 км ниже источника загрязнения. Протяженность ртутной экспозиции вниз по течению составляла около 75 км, где по оценкам сосредотачивалось около 9,4 т ртути [1]. В 2005 г. было проведено обследование жителей поселков, расположен-

ных на пораженной ртутью территории вдоль реки Нуры [7]. Все вышеизложенное определяет актуальность цели наших исследований.

Цель исследования – дать оценку коэффициентов опасности воздействия ртути для сельских жителей, занимающихся рыбной ловлей на экспонированных в результате бывшей хозяйственной деятельности территориях России (Иркутская область) и Казахстана (Карагандинская область).

Материалы и методы. Исследования проведены на фокус-группах, включающих лиц, занимающихся любительской рыбной ловлей на экспонированных водоемах выбросами предприятий ОАО «Усольехимпром» (Братское водохранилище, Иркуская обл.) и АО «Карбид» (р. Нура). В работе соблюдались этические принципы, предъявляемые Хельсинкскской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, 2000). Респонденты на доврачебном этапе заполняли анкету, включающую анамнез жизни, оценку питания. Методом анкетирования опрошено 160 мужчин, занимающихся рыбной ловлей в акваториях, находящихся под воздействием сбросов ртутьсодержащих сточных вод (160 – в Иркутской области, Балаганский район; 87 – в Казахстане, Тельманский район, вблизи г. Темиртау), которых можно рассматривать как экспонированную фокус-группу. Анализ содержания ртути в объектах окружающей природной среды позволяет считать возможность поступления металла в организм человека через воздух или питьевую воду чрезвычайно малой, поэтому при определении хронической ртутной экспозиции учитывался только пероральный путь поступления, обусловленный содержанием ртути в рыбе.

По результатам анализа выявлены зоны потенциального риска: Балаганский район (Иркутская область) и Тельманский район (Карагандинская область). Для характеристики ртутной нагрузки в Иркутской области проанализированы данные Института геохимии им. А.П. Виноградова по содержанию ртути в рыбе Братского водохранилища [6].

Общую ртутную нагрузку оценивали по хронической экспозиции, обусловленной пероральным поступлением ртути с рыбой. Хроническая экспозиция (D_{alim}) определялась по формуле:

$$D_{alim} = \Sigma\ (C_i \cdot IR_i) / BW,$$

где C_i – концентрация ртути в i-м продукте (мкг/кг); IR_i – уровень потребления i-го продукта (кг/день); BW – масса тела (кг).

Потенциальная опасность ртутной нагрузки представлена в виде коэффициента опасности (HQ).

Результаты. При интервьюировании установлено, что в пищевом рационе населения чаще встречаются и потребляются в большем количестве окунь, плотва, карась, лещ. При химическом анализе рыбы на содержание ртути наиболее высокие концентрации зарегистрированы в мышцах и печени окуня, леща [1, 6]. Среднее содержание общей ртути в мышцах представлено в табл. 1. При сравнении средних концентраций статистически значимых различий по содержанию ртути в рыбе, выловленной в изучаемых водоемах, ни по отдельным видам, ни по средним величинам не выявлено.

Таблица 1

Содержание ртути в рыбе (мг/кг), выловленной из Братского водохранилища и р. Нуры

Рыба	Место лова		Статистическая значимость различий*
	Братское водохранилище, $n = 87$	река Нура, $n = 50$	
Лещ	0,46 ± 0,12	0,36 ± 0,05	$p = 0,448$
Плотва	0,54 ± 0,11	0,32 ± 0,11	$p = 0,168$
Окунь	0,75 ± 0,32	0,70 ± 0,08	$p = 0,880$
Среднее	0,57 ± 0,07	0,56 ± 0,07	$p = 0,919$

Примечание: * – статистическая значимость при попарном сравнении показателей с помощью *t*-критерия Стьюдента.

Известно, что срок жизни основных видов промысловой рыбы рассматриваемых водоемов составляет около 20 лет, поэтому риск вылова рыбы с повышенным содержанием ртути достаточно высок. Так, через 12 лет после прекращения использования токсиканта на ОАО «Химпром» 17 % образцов содержали ртуть в количестве, превышающем ПДК [3].

Анализ распределения опрошенного сельского населения по частоте потребления рыбы среди экспонированного населения свидетельствует о статистически значимых различиях ($\chi^2 = 24,6$, $p < 0,001$). Жители Иркутской области часто включают в рацион местную рыбу, однако в 1,6 раза реже, чем жители Казахстана, но при этом 1–2 раза в месяц – в 4 раз чаще (табл. 2).

Таблица 2

Распределение опрошенных по частоте потребления рыбы среди экспонированного населения, %

Частота потребления	Россия, Балаганский район	Казахстан, Тельманский район	Статистическая значимость различий*
Более 2 раз в неделю	39,2 ± 4,7	47,9 ± 4,9	$p = 0,006$
1–2 раза в неделю	36,3 ± 4,7	45,8 ± 4,9	$p = 0,225$
1–2 раза в месяц и менее	24,5 ± 4,5	6,2 ± 2,3	$p = 0,000$

Примечание: * – статистическая значимость при попарном сравнении показателей оценена с помощью *t*-критерия Стьюдента.

С учетом данных, представленных в табл. 1, проведен расчет суточного поступления в отдельных группах, выделенных по частоте потребления. В группах со средней частотой потребления рыбы суточное поступление составляет 135 мкг, в группах с высокой частотой потребления – 580 мкг. Коэффициенты опасности составили 2,7 и 11,4 соответственно. FAO/ВОЗ рекомендована суточная безопасная доза поступления общей ртути – 5 мкг/кг массы тела, или 50 мкг в сутки на организм взрослого человека (массой 70 кг), токсическое действие проявляется при поступлении 400 мкг/сут. В группах населения как Иркутской так и Карагандинской областей, редко включающих рыбу в рацион, суточное потребление находится на допустимом уровне (33,7 мкг), при этом коэффициент опасности ниже единицы

(*HQ* = 0,67). Однако в населенных пунктах, расположенных на берегах р. Нуры, доля жителей с риском токсического воздействия ртути, поступающей с рыбой местного улова, выше, чем на экспонированной территории Иркутской области. Кроме того, следует отметить, что в группах мужчин, занимающихся рыбной ловлей на экспонированных выбросами ртути территориях, риски выше, чем в среднем по России. По данным А.В. Горбунова с соавт. [2], в среднем для населения России потребление ртути находится на уровне 10,12 мкг/сут, причем долевой вклад рыбы и морепродуктов составляет 60 %.

Выводы. Таким образом, употребление в пищу рыбы может являться опасным источником поступления в организм ртути, а частое включение в рацион рыбы из местных водоемов в семьях, занятых рыболовством, в том числе для личного потребления, может привести к чрезмерной ртутной нагрузке на население даже после прекращения сброса ртути в водоемы в период до 20 лет.

Список литературы

1. Влияние золы гидроудаления КарГРЭС-1 на снижение риска от ртутного загрязнения реки Нуры / М.А. Илющенко, Е.В. Лапшин, А. Делебарре, Т.В. Тантон // Промышленность Казахстана. – 2005. – № 3 (30). – С. 60–63.

2. Оценка поступления малых доз ртути в организм человека с продуктами питания / А.В. Горбунов, С.М. Ляпунов, О.И. Окина, В.С. Шешуков // Экология человека. – 2017. – № 10. – С. 16–20. DOI: 10.33396/1728-0869-2017-10-16-20

3. Пастухов М.В. Экологические аспекты аккумуляции ртути гидробионтами Байкало-Ангарской водной системы: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Иркутск, 2012. – 22 с.

4. A State-of-the-science review of mercury biomarkers in human populations worldwide between 2000 and 2018 / N. Basu, M. Horvat, D.C. Evers [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2018. – Vol. 126, № 10. – P. 106001. DOI: 10.1289/EHP3904

5. Contamination by As, Hg, and Sb in a region with geogenic As anomaly and subsequent human health risk characterization / M. Guney, T. Karatas, C. Ozkul [et al.] // Environ. Monit. Assess. – 2019. – Vol. 192. – P. 50. DOI: 10.1007/s10661-019-8024-9

6. Correlation of natural and technogenic mercury sources in the Baikal polygon, Russia / P.V. Koval, G.V. Kalmichkov, V.F. Gelety [et al.] // J. Geochem. Explor. – 1999. – Vol. 66, № 1–2. – P. 277–289. DOI: 10.1016/S0375-6742(99)00041-2

7. Hsiao H.-W., Ullrich S.M., Tanton T.W. Burdens of mercury in residents of Temirtau, Kazakhstan I: hair mercury concentrations and factors of elevated hair mercury levels // Sci. Total Environ. – 2010. – Vol. 409, № 11. – P. 2272–2280. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2009.12.040

8. Marine food pollutants as a risk factor for hypoinsulinemia and type 2 diabetes / P. Grandjean, J.E. Henriksen, A.L. Choi [et al.] // Epidemiology. – 2011. – Vol. 22, № 3. – P. 410–417. DOI: 10.1097/EDE.0b013e318212fab9

9. Remediation of mercury contaminated soil, water, and air: A review of emerging materials and innovative technologies / L. Wang, D. Hou, Y. Cao [et al.] // Environ. Int. – 2020. – Vol. 134. – P. 105281. DOI: 10.1016/j.envint.2019.105281

10. Walker T.R. Mercury concentrations in marine sediments near a former mercury cell chlor-alkali plant in eastern Canada // Mar. Pollut. Bull. – 2016. – Vol. 107, № 1. – P. 398–401. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.03.033

Анализ состояния здоровья населения субъекта Восточно-Сибирского экономического района

Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, А.А. Воробьева, О.Ю. Горбушина

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

В изучаемом субъекте Восточно-Сибирского экономического района сосредоточено более 95 % российских запасов никеля и платиноидов, более 20 % золота и значительные запасы различных видов полезных ископаемых. Основной вклад в загрязнение окружающей среды вносит промышленный комплекс. Среди различных групп факторов, определяющих состояние здоровья населения и среды обитания, в перечне приоритетных стоят социально-экономические факторы риска, факторы образа жизни, санитарно-гигиенические факторы и др. Среди санитарно-гигиенических факторов формирования здоровья населения важное место принадлежит санитарно-эпидемиологической безопасности факторов среды обитания – качеству атмосферного воздуха, питьевой воды и т.д. Медико-демографические потери в зависимости от санитарно-эпидемиологической ситуации определяются спецификой загрязнения факторов среды обитания человека. Проанализировано состояние здоровья населения, проживающего в Восточно-Сибирском экономическом районе, обусловленное санитарно-гигиеническими, географическими и климатическими условиями проживания.

Проведен обзор научной литературы, определены вероятные факторы риска здоровью изучаемой когорты населения, осуществлено медико-социологическое анкетирование, комплексное обследование взрослого населения трех различных городов в количестве 471 человека.

На момент обследования 60,1 % пациентов группы наблюдения предъявляли жалобы респираторного характера, связанные с ухудшением качества атмосферного воздуха – по субъективным ощущениям; 79,4 % предъявляли жалобы на периодические боли и тяжесть в правом подреберье и эпигастрии, связанные с пищевым поведением; 50,3 % – на лабильность артериального давления, связанную с климатическими и географическими особенностями в регионе проживания. Основными факторами, определяющими состояние здоровья населения изучаемого региона, являются социально-экономические факторы риска.

Ключевые слова: нарушения состояния здоровья, факторы риска, Восточно-Сибирский экономический район.

Восточные территории страны в настоящее время определены как приоритетные в развитии экономики России. Учитывая долговременный тренд к депопуляции данных территорий, представляется особенно важной работа по сохранению и восстановлению потенциала здоровья сибирских регионов [11].

Загрязнение природных водоемов связано, прежде всего, со сбросом загрязненных сточных вод в водные поверхностные объекты в результате ведения хозяйственной деятельности. В 2018 г. в соответствии с классификацией качества воды по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) качество воды во всех пунктах наблюдений краевой подсистемы мони-

торинга поверхностных вод суши варьировалось от «загрязненной» до «экстремально грязной»[1].

Неблагополучие подземных водоисточников по санитарно-химическим показателям связано с повышением содержания в воде железа, солей жесткости, фторидов, марганца.

Проведенные ранее эпидемиологические исследования показали также влияние атмосферного воздуха на здоровье населения. Заболеваемость отдельных субпопуляций по нозологическим формам имела достоверную статистическую связь с уровнем техногенного загрязнения атмосферного возраста [10].

Ведущими факторами риска техногенного характера, воздействующими на население региона, являются физические: шум и электромагнитные поля. Основными источниками шума на территориях жилых образований являются производственные объекты, транспорт, авиационный шум. Источниками электромагнитных полей радиочастотного диапазона в населенных пунктах являются радиотехнические объекты.

Процесс естественного движения населения, выражаемый в показателях рождаемости и смертности, в 2018 г. был отрицательным: уровень рождаемости в крае меньше уровня смертности, а естественный прирост уменьшился[2].

Среди различных групп факторов, определяющих состояние здоровья населения и среды обитания, в перечне приоритетных стоят социально-экономические факторы риска, в том числе факторы образа жизни, санитарно-гигиенические факторы и др. Среди санитарно-гигиенических факторов формирования здоровья населения важное место принадлежит санитарно-эпидемиологической безопасности факторов среды обитания – качеству атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, продуктов питания.

Цель исследования – проанализировать состояние здоровья населения, проживающего в Восточно-Сибирском экономическом районе, обусловленное санитарно-гигиеническими, географическими и климатическими условиями проживания.

Материалы и методы. Для анализа риска и сравнительной оценки нарушений состояния здоровья взрослого населения, обусловленных санитарно-гигиеническими, географическими и климатическими условиями проживания, проведено комплексное обследование взрослого населения трех различных городов (439 человек). Средний возраст обследованного взрослого населения группы наблюдения составлял 37,4 ± 1,1 года. Для проведения сравнительного анализа результатов медико-социологического анкетирования и углубленного клинико-функционального обследования были сформированы группа наблюдения – 214 человек (жители крупного промышленного центра цветной металлургии; Красноярский край); группа сравнения 1 – 87 человек (промышленный центр за Полярным кругом); группа

[1] УКИЗВ рассчитан по 15 показателям (растворенный кислород, БПК 5, ХПК, фенолы, нефтепродукты, азот нитритный, азот нитратный, азот аммонийный, железо общее, медь, цинк, никель, марганец, хлориды, сульфаты), включенным в «Обязательный перечень» приложения В РД 52.24.643-2002. Информация предоставлена ФГБУ «Среднесибирское УГМС» и КГБУ «ЦРМПиООС».

[2] О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2018 году: Государственный доклад. – Красноярск: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2019. – 325 с.

сравнения 2 – 138 человек (муниципальное образование со статусом городского округа, промышленный центр; Иркутская область).

Половозрастной состав обследованного контингента представлен в табл. 1.

Критериями включения в группы являлись проживание на изучаемой территории три года и более, возраст от 18 до 60 лет, отсутствие в анамнезе злоупотребления алкоголем, психических заболеваний, отсутствие острой соматической патологии в период проведения обследования.

Критериями исключения являлись возраст старше 60 лет, наличие острой или обострение хронической соматической патологии, злоупотребление алкоголем и психоактивными веществами, проживание в изучаемом субъекте постоянно менее трех лет.

Проведен обзор научной литературы, определены вероятные факторы риска здоровью изучаемой когорты населения.

Таблица 1

Половозрастной состав обследованного взрослого населения

Контингент	Возраст, лет	Группа наблюдения		Группа сравнения 1		Группа сравнения 2		Достоверность различий, $p \leq 0,05$		
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	p^1*	p^2**	p^3***
Женщинины	18–49	202	86,6	79	79,0	113	81,9	0,07	0,19	0,56
	50–60	19	8,2	13	13,0	0	0	0,15	–	–
Мужчины	18–49	12	5,2	8	8,0	25	18,1	0,29	< 0,001	0,03
Всего		233	100,0	100	100,0	138	100,0	–	–	–

Примечание: * – достоверность различий по половозрастному критерию процента обследованных в группе наблюдения и группе сравнения 1; ** – достоверность различий по половозрастному критерию процента обследованных в группе наблюдения и группе сравнения 2; *** – достоверность различий по половозрастному критерию процента обследованных в группе сравнения 1 и группе сравнения 2.

В процессе выполнения научно-исследовательской работы были проведены медико-социологическое исследование, клинический осмотр врачами-специалистами, лабораторное и инструментальное исследования, статистико-математическая обработка полученных данных.

Медико-социологическое исследование проведено методом раздаточного анкетирования.

Физикальное обследование проводилось врачом-терапевтом, врачом-кардиологом по общепринятым схемам (опрос, осмотр пациента).

Ультразвуковое исследование (УЗИ) выполнено на аппаратах экспертного (Vivid q, GE Medikal Systems Israel Ltd, Израиль; Viamo SSA-640A, Toshiba Medical Systems Corporation, Япония) и среднего (SonoScape модель S20, SonoScape Co., Ltd, P.R. China) классов.

Электрокардиография (ЭКГ) была проведена с применением электрокардиографа Cardiovit AT-102 (Schiller AG, Швейцария), кардиоинтервалография (КИГ) – с помощью системы «Поли-Спектр-8/ЕХ», риноманометрия – системы ринометрии SRE2000 (RinoMetrics, Interacoustics A/S, Дания) с датчиком Rhinostream[3].

[3] Функциональная диагностика: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Берестень, В.А. Сандрикова, С.И. Федоровой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 784 с.

Для оценки функции внешнего дыхания (ФВД) использовался нормативный стандарт ICS; интерпретация полученных данных проводилась в соответствии с рекомендациями Р.Ф. Клемент[4].

Для сравнения групп по количественным признакам использовали двухвыборочные критерии Стьюдента и Фишера; хи-квадрат (χ^2). Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p < 0{,}05$. Для оценки влияния изучаемых факторов на риск развития заболеваний использовали показатель отношения шансов (*OR*) [3, 4].

Результаты. Анализ литературных данных показал, что основной вклад в загрязнение окружающей среды вносит промышленный комплекс. Основными источниками загрязнения атмосферы городов взвешенными веществами являются предприятия металлургии, теплоэнергетики, стройматериалов, коммунальные и производственные котельные. Отмечено превышение среднегодовых ($ПДК_{сг}$) и максимально разовых ($ПДК_{мр}$) концентраций диоксида серы – 5,72 $ПДК_{мр}$, оксида углерода – 3,60 $ПДК_{мр}$, диоксида азота – 3,85 $ПДК_{мр}$, оксида азота – 1,31 $ПДК_{сг}$, фенола – 1 $ПДК_{мр}$, бенз(а)пирена – 17,80 $ПДК_{сг}$, формальдегида – 4,96 $ПДК_{мр}$, сероводорода – 9,0 $ПДК_{мр}$[5]. Среднегодовые концентрации взвешенных частиц (до 2,5 мкм и до 10 мкм) не превышали гигиенический норматив во всех населенных пунктах[6].

Анализ динамики распределения доли нестандартных проб как в целом, так и в разрезе контролируемых в атмосферном воздухе загрязняющих химических веществ показал, что удельный вес исследований с превышением гигиенических нормативов, по данным 2019 г., составил 1,7 %. Лидирующими по величине регистрируемого несоответствия гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям безопасности в 2019 г. являются: азота диоксид, бенз(а)пирен, взвешенные вещества, взвешенные частицы размером 10 и 2,5 мкм (далее – PM_{10}, $PM_{2.5}$), гидрохлорид, формальдегид.

Доля проб воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, в регионе в 2019 г. составила 2,1 % (2018 г. – 1,7 %) и стабильно превышает общероссийские показатели[7].

Мелкодисперсные частицы абсорбируют на своей поверхности различные токсичные вещества, проникают по бронхиальному дереву и накапливаются в тканях легких; более мелкие частицы диаметром менее 2,5 мкм ($PM_{2.5}$) достигают бронхиол и альвеол, проникают в кровоток. При длительном воздействии высоких концентраций этих частиц происходит увеличение смертности от болезней органов дыхания и сердечно-сосудистых заболеваний [9].

---

[4] Инструкция по применению формул и таблиц должных величин основных спирографических показателей / Р.Ф. Клемент, А.А. Лаврушин, Ю.М. Котегов [и др.]. – Л., 1986. – 79 с.

[5] ФГБУ «Среднесибирское УГМС».

[6] О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2019 году: Государственный доклад. – Красноярск: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2020. – 313 с.

[7] Данные федерального / регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ), ФГБУ «Среднесибирское УГМС», КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края», учреждений Роспотребнадзора по Красноярскому краю и промышленных предприятий.

Показатели качества воды за последние пять лет имеют тенденцию к снижению доли проб воды, не соответствующей гигиеническим нормативам. По результатам исследований качества воды подземных водоисточников ведущим является химическое загрязнение воды при сравнительно невысоком уровне микробного загрязнения.

Анализ образа жизни показал, что на момент обследования 18,4 % всех опрошенных являлись активными курильщиками (в группе сравнения 1 – 35,4 %, в группе сравнения 2 – 30,4 %, $p > 0,05$).

Фактическое потребление пищевых продуктов не достигает рекомендуемых рациональных норм по хлебопродуктам, молоку и молочным продуктам, овощам, яйцам, фруктам и ягодам и превышает рекомендуемые нормы потребления по мясу, сахару и кондитерским изделиям[8].

Значительная часть трудоспособного населения в регионе работает в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормативам [5].

Общий коэффициент рождаемости в Красноярском крае характеризуется как невысокий (от 10 до 15). В целом рождаемость в городской местности составила 11,6 %, в сельской местности – 11,6 %[9].

Сравнительные результаты социологического обследования представлены в табл. 2.

При изучении состояния репродуктивной системы выявлено, что среднее количество беременностей у обследованных женщин составляло 2,7 ± 0,3 (берем./1 женщину); число родов – 1,6 ± 0,1 (роды/1 женщину), а медицинских абортов – 0,8 ± 0,2 (аб./1 женщину). На момент обследования 28,7 % женщин (58 человек) группы наблюдения имели хроническую гинекологическую патологию. В группе сравнения 1 среднее количество беременностей у обследованных женщин составляло 3,5 ± 0,6 (берем./1 женщину); число родов – 1,9 ± 0,2 (роды/1 женщину), а медицинских абортов – 1,4 ± 0,4 (аб./1 женщину). У 21,5 % беременности протекали с развитием патологии. В группе сравнения 2 среднее количество беременностей у обследованных женщин составляло 2,8 ± 0,4 (берем./1 женщину); число родов – 1,7 ± 0,2 (роды/1 женщину), а медицинских абортов – 0,8 ± 0,3 (аб./1 женщину). Достоверных различий не установлено.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 19 % всех случаев злокачественных новообразований в мире обусловлено факторами окружающей среды [5]. Результаты анкетирования показали, что наследственная предрасположенность к развитию злокачественных новообразований имелась у 12,2 % лиц в группе наблюдения (в группе сравнения 1 – у 8,1 %, в группе сравнения 2 – 24,1 %). В результате обследования онкопатология не была выявлена.

---

[8] О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2019 году: Государственный доклад. – Красноярск: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2020. – 313 с.

[9] Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения Красноярского края по итогам деятельности за 2018 год. – Красноярск: Министерство здравоохранения Красноярского края, 2019. – 142 с.

Таблица 2

Сравнительный анализ результатов социологического анкетирования пациентов исследуемых групп

Показатель		Группа наблюдения	Группа сравнения 1	Группа сравнения 2	Достоверность различий, $p < 0,05$	
					Группа сравнения 1*	Группа сравнения 2**
Средний возраст в группе, лет		37,4 ± 1,1	36,4 ± 1,5	35,6 ± 1,7	0,24	***0,02***
Возраст женщин, лет		37,2 ± 1,2	35,5 ± 2,1	35,3 ± 1,9	0,12	***0,03***
Возраст мужчин, лет		41,1 ± 4,1	33,7 ± 3,4	37,8 ± 3,4	***0,01***	0,13
Длительность проживания на территории, лет		22,4 ± 2,2	18,5 ± 2,9	29,5 ± 2,9	0,71	0,50
Количество коренных жителей, %		27,1	25,3	78,3	0,75	***< 0,001***
Семейное положение	Официальный или гражданский брак, %	84,1	82,8	76,3	0,83	0,06
	Разведены, %	13,6	14,9	20,0	0,82	0,14
	Вдовы, %	2,3	2,3	3,7	1,0	0,06
	Количество детей в семье, кол-во человек	1,7 ± 0,1	1,9 ± 0,2	1,8 ± 0,2	0,10	0,40
	Количество бездетных, %	6,1	29,9	3,2	***< 0,001***	0,22
Количество работников вредных и опасных производств, %		7,0	4,6	3,6	0,58	0,18
Длительность работы во вредных условиях труда, годы		7,4 ± 1,3	6,8 ± 1,5	6,2 ± 1,7	0,45	0,26
Количество работников бюджетных организаций, предприятий торговли и сферы обслуживания, %		93,0	95,4	95,4	0,44	0,36
Экономические показатели	Доход на члена семьи, тыс. руб./мес.	30,8 ± 2,3	17,7 ± 5,6	19,9 ± 2,1	***< 0,001***	***< 0,001***
	Количество человек с доходом ниже прожиточного минимума для Красноярского края (< 12 689 руб.), %	3,1	13,8	12,1	***0,003***	***0,01***
	Количество человек с доходом выше 35 тыс. руб./мес. на члена семьи, %	27,3	5,7	3,5	***0,001***	***< 0,001***

Примечание: * – достоверность различий показателя группы наблюдения и группы сравнения 1; ** – достоверность различий показателя группы наблюдения и группы сравнения 2.

Заболеваемость взрослого населения патологией эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ довольно высока, что было подтверждено при физикальном обследовании. В группе наблюдения болезни эндокринной системы были установлены у 91,1 % пациентов, при этом наиболее часто регистрировались болезни обмена веществ (57,6 %) – ожирение (22,5 %) и избыточная масса тела (28,7 %) ($\chi^2 = 50{,}01–55{,}8$, $p < 0{,}001$; $OR = 8{,}7$; 95 % $CI = 4{,}6–16{,}4$). В группе сравнения 1 у 35,2 % пациентов индекс массы тела соответствовал норме (ИМТ = 18,5–25,0), у 25,8 % имелся избыток веса (ИМТ = 25,1–29,9), у 16,7 % – ожирение первой степени (ИМТ = 30–34,9), у 5,6 % – ожирение второй степени (ИМТ = 35–39,9), у 5,6 % – ожирение третьей степени (ИМТ = 40 и более). У 11,1 % пациентов выявлен дефицит массы тела (ИМТ менее 18,5). В целом 53,7 % имели избыточные значения веса. В группе сравнения 2 почти у половины пациентов (47,5 %) индекс массы тела соответствовал норме, у 13,1 % имелся избыток веса, у 18,0 % – ожирение первой степени, у 4,9 % – ожирение второй степени, у 9,8 % – ожирение третьей степени; в то же время у 6,6 % выявлен дефицит массы тела.

Патология системы кровообращения в крае занимает первое ранговое место среди причин смерти – на долю класса приходится 57 % всех случаев смерти. Обращает на себя внимание, что, несмотря на относительно молодой возраст пациентов, сердечно-сосудистая патология диагностирована у 36,5 % в группе наблюдения и в группе сравнения 2 – преимущественно артериальная гипертензия.

По данным проведенных исследований, снижение ожидаемой продолжительности жизни в регионе наблюдается за счет смертности от болезней нервной системы [6, 7]. Однако, по заключению Министерства здравоохранения Красноярского края, выявляемость болезней нервной системы в регионе очень низкая, что объясняется недостатками в диагностике.

Болезни органов дыхания традиционно занимают первое ранговое место в структуре обращаемости в амбулаторно-поликлинические учреждения. В структуре впервые выявленной заболеваемости населения региона первое место занимают болезни органов дыхания [2]. В процессе обследования было установлено, что у 34,7 % обследованных лиц в группе наблюдения имелись хронические заболевания органов дыхания.

По классу болезней органов пищеварения отмечается превышение общероссийских показателей по всем нозологическим формам[10]. Результаты проведенного обследования также показали наличие у 79,4 % обследованных болезней органов пищеварения с преобладанием нарушений гепетобилиарного тракта.

Проблемы, связанные с болезнями мочеполовой системы, актуальны в связи с низкой рождаемостью. Хронические заболевания почек и мочевыводящих путей, диагностированные у каждого десятого обследованного группы наблюдения (11,2 %), в каждом третьем случае манифестировали почечно-каменной болезнью (29,2 %) или пиелонефритом (37,5 %).

Сравнительные результаты неинфекционной заболеваемости взрослого населения представлены в табл. 3.

[10] Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения Красноярского края по итогам деятельности за 2018 год. – Красноярск: Министерство здравоохранения Красноярского края, 2019. – 142 с.

Таблица 3

Структура неинфекционной заболеваемости у взрослого населения, %

Класс заболеваний по МКБ-10	Группа наблюдения	Группа сравнения		*p*
		1	2	
IV Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00–E90)	91,1	54,0	57,1	$p^* < 0{,}05$ $p^{**} < 0{,}05$
VI Болезни нервной системы (G00–G99)	67,8	51,7	61,9	$p^* < 0{,}05$
IX Болезни системы кровообращения (I00–I99)	36,5	19,5	36,5	$p^* \leq 0{,}05$
X Болезни органов дыхания (J00–J99)	34,7	39,1	34,9	$p > 0{,}05$
XI Болезни органов пищеварения (K00–K93)	79,4	69,0	84,1	$p > 0{,}05$
XII Болезни кожи и подкожной клетчатки (L00–L99)	8,9	5,8	17,5	$p^{**} < 0{,}05$ $p^{***} < 0{,}05$
XIII Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (M00–M99)	37,4	39,1	46,0	$p > 0{,}05$
XIV Болезни мочеполовой системы (N00–N99)	11,2	3,5	4,8	$p^* < 0{,}05$ $p^{**} < 0{,}05$

Примечание: p^* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения 1; p^{**} – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения 2; p^{***} – достоверность различий между группой сравнения 1 и группой сравнения 2.

Проведенные инструментальные и функциональные обследования показали, что только у 14,8 % обследованных лиц в группе наблюдения не были зарегистрированы отклонения от физиологической нормы при отсутствии клинической картины какого-либо заболевания. Сравнительный анализ результатов ультразвукового исследования печени и желчного пузыря у обследуемых лиц не выявил значимых межгрупповых различий.

Сравнительный анализ результатов электрокардиографического исследования не выявил значимых различий между группой наблюдения и обеими группами сравнения, в то время как сравнительный анализ результатов ЭхоКГ показал, что в группе сравнения 2 средние значения конечного систолического размера ($p = 0{,}037$) и конечного систолического объема ($p = 0{,}031$) левого желудочка, а также размер левого предсердия ($p = 0{,}042$) были статистически значимо больше, чем в группе наблюдения. Для группы сравнения 2 различий не получено. Средний миокардиальный индекс для митрального кольца (MPI) в группе наблюдения превышал нормативные значения и был статистически значимо больше, чем в группе сравнения 1 ($p = 0{,}005$) и группе сравнения 2 ($p = 0{,}001$). Статистически значимо отличались и доли лиц с отклонением MPI митрального кольца от нормы, которая в группе наблюдения составила 71,5 %, в группе сравнения 1 – 35,9 % ($p = 0{,}0001$), а в группе сравнения 2 – только 11,9 % ($p = 0{,}0001$). Выявленные изменения свидетельствуют о субклинических глобальных нарушениях функции миокарда левого и правого желудочков, затрагивающих и систолическую и диастолическую функции. Одной из вероятных причин данных отклонений является климатический фактор, что требует дальнейшего изучения.

Анализ результатов спирографии и вариабельности ритма сердца показал соответствие всех среднегрупповых значений ФВД во всех группах физиологической норме.

Экономические факторы влияют на состояние здоровья населения, поскольку с увеличением уровня дохода повышаются и возможности человека по ведению

здорового образа жизни, занятиям спортом, обеспечению полноценного и разнообразного питания, получению высококвалифицированной и своевременной медицинской помощи.

По данным литературы, территориями риска с уровнем впервые выявленной заболеваемости населения, обусловленной воздействием факторов окружающей среды, являются промышленные города [6]. Параметры качества среды обитания имеют устойчивые тенденции сохранения условий воздействия негативных факторов на человека, что подтверждается превышением гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе мегаполисов [1]. Доля проб воздуха, которые не соответствуют гигиеническим нормативам, в регионе в 2019 г. составила 2,1 % и значительно превышает общероссийские показатели.

Выводы. Основными факторами, определяющими состояние здоровья населения изучаемого региона, являются социально-экономические факторы риска.

Список литературы

1. Андреева Е.Е., Онищенко Г.Г., Клейн С.В. Гигиеническая оценка приоритетных факторов риска среды обитания и состояния здоровья населения г. Москвы // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 3. – С. 23–33. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.03

2. Горяев Д.В., Тихонова И.В. Особенности территориального распределения и динамики показателей неинфекционной заболеваемости населения Красноярского края, ассоциированной с воздействием факторов риска окружающей среды // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 54–63. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.07

3. Гржибовский А.М., Иванов С.В., Горбатова М.А. Анализ номинальных и ранговых переменных данных с использованием программного обеспечения Statistica и SPSS // Наука и здравоохранение. – 2016. – № 6. – С. 5–39.

4. Гржибовский А.М., Иванов С.В., Горбатова М.А. Сравнение количественных данных двух парных выборок с использованием программного обеспечения Statistica и SPSS: параметрические и непараметрические критерии // Наука и здравоохранение. – 2016. – № 3. – С. 5–25.

5. Динамика профессиональной заболеваемости в Восточной Сибири / В.А. Панков, О.Л. Лахман, А.Н. Пережогин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 12. – С. 1171–1175. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-12-1171-1175

6. Компонентный анализ смертности населения Красноярского края / А.А. Миронова, К.М. Параскевопуло, Р.Б. Курбанисмаилов [и др.] // Siberian journal of life sciences and agriculture. – 2019. – Т. 11, № 5–2. – С. 79–83. DOI: 10.12731/2658-6649-2019-11-5-2-79-83

7. Кулак А.Г. Теоретические основы статистической оценки факторов, вызывающих потери продолжительности жизни // Вестник кафедры статистики Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова: сборник трудов конференции / под общ. ред. Н.А. Садовниковой. – 2017. – Вып. 1. – С. 145–148.

8. Оценка канцерогенного риска доля 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. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-12-1163-1167

9. Ревич Б.А., Харькова Т.Л., Кваша Е.А. Некоторые показатели здоровья жителей городов федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 2. – С. 16–27. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.02

10. Савченков М.Ф., Мануева Р.С. Развитие гигиенической науки в Восточной Сибири (к 90-летию кафедры общей гигиены ИГМУ) // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2016. – Т. 142, № 3. – С. 61–65.

11. Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения Сибири (медико-демографическая и эпидемиологическая характеристика / С.И. Колесников, Е.Д. Савилов, М.Ф. Савченков [и др.] // Вестник РАМН. – 2016. – Т. 71, № 6. – С. 472–481. DOI: 10.15690/vramn640

Автотранспорт как источник загрязнения атмосферного воздуха и рисков для здоровья населения

К.А. Заколодкин[1,2]

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

Рассматриваются вопросы загрязнения окружающей среды выбросами автомобильного транспорта. Показано, что факторами риска для здоровья являются компоненты выбросов от автотранспорта: оксид углерода, оксид азота, углеводороды, альдегиды, твердые взвешенные вещества, свинец и многие другие. Вероятные последствия для здоровья выражаются в отравляющих действиях, снижении кровяного давления, отеке легких, росте легочных и бронхиальных заболеваний, раздражении слизистой оболочки глаз и многом другом. Предложены мероприятия по минимизации риска здоровью населения от выбросов автотранспорта, включающие в себя: внедрение альтернативных видов топлива, улучшение аэродинамических характеристик автомобиля, совершенствование функции двигателя, создание парковых зон, развитие дорожной инфраструктуры, создание зоны зеленых насаждений вдоль дорог, установку в автомобиле системы каталитической очистки выхлопных газов.

Ключевые слова: автотранспорт, атмосферный воздух, химические вещества, риск для здоровья населения, обеспечение экологической безопасности.

Автомобильный транспорт занимает важное место в единой транспортной системе страны. Транспорт – одна из важнейших составляющих общественного и экономического развития, оказывающая серьезное влияние на окружающую среду и здоровье человека.

В современном мире за счет постоянного развития технологий и облегчения процесса по производству дорожного транспорта происходит постоянный рост количества автомобилей. Улицы и дороги сейчас невозможно представить без автотранспорта. Его количество постоянно увеличивается. Только за последнее десятилетие мировой автомобильный парк вырос более чем в три раза. По подсчетам экс-

пертов агентства «АВТОСТАТ» на 1 тыс. человек в нашей стране приходится 309 легковых машин. Иными словами, практически у каждого третьего россиянина есть автомобиль [5].

Общая численность автотранспорта в России за последние 30 лет кардинально изменилась. Например, в г. Перми к началу 1996 г. было зарегистрировано 131,3 тыс. автотранспорта. В 2005 г. процент автотранспорта в сравнении с 1996 г. увеличился на 66 %, количество зарегистрированных транспортных средств в г. Перми составило 218,3 тыс. единиц. В 2019 г. парк легкового автотранспорта составил 255 тыс. единиц [10].

Если сравнивать города по количеству автомобилей, то больше всего автомобилей в Москве. Там зарегистрировано 3,7 млн машин. Далее идут Санкт-Петербург (1,75 млн), Екатеринбург (462 тыс.), Новосибирск (445 тыс.) и Самара (394 тыс.), Пермь в сравнении с другими городами занимает 16-е место, там зарегистрировано 255 тыс. автомобилей [9].

При всей важности дорожно-транспортного комплекса необходимо учитывать его весьма значительное негативное воздействие: ежегодно с отработавшими газами в атмосферу поступают сотни миллионов тонн вредных веществ; автомобиль – один из главных факторов шумового загрязнения; дорожная сеть, особенно вблизи городских агломераций, «съедает» ценные сельскохозяйственные земли.

Под влиянием вредного воздействия автомобильного транспорта ухудшается здоровье людей, отравляются почвы и водоемы, страдает растительный и животный мир. Исследования показывают, что в среднем автомобилисты проезжают 10 тыс. км в год, сжигая 10 тонн бензина, расходуя 35 тонн кислорода и выбрасывая в атмосферу 160 тонн выхлопных газов. Среди них было обнаружено около 200 различных веществ [1]. Период их распада достигает от нескольких минут до 5 лет.

Автомобили работают на топливе, содержащем большое количество нефтепродуктов, при сгорании которых выделяются вещества, загрязняющие воздух, называемые выхлопными газами. Специалисты аналитического агентства «АВТОСТАТ» и издательства «За рулем» в ходе совместного онлайн-опроса решили выяснить, какие виды топлива используют российские автолюбители. В нем приняли участие более 16 тыс. респондентов. В ходе опроса выяснилось, что большинство заправляют машину бензином (84 %), примерно каждый десятый автовладелец (10,4 %) ездит на автомобиле с дизельным двигателем. Газовым топливом заправляется чуть более 4 % [6].

Выбросы от автотранспорта являются одним из существенных источников загрязнения окружающей среды и ведут к нарушениям в состоянии здоровья человека. Токсичные вещества по химическому составу, свойствам, а также характеру воздействия на организм человека объединяют в группы.

- Первая группа. К ней относятся нетоксичные вещества: кислород, азот, водяной пар, водород, углекислый газ и другие естественные компоненты воздуха.
- Вторая группа. Относят только одно вещество – оксид углерода, или угарный газ (CO). Обладает отравляющим действием [4].
- В состав третьей группы входят: NO – оксид азота и NO_2 – диоксид азота. Вещество разъедает глаза, кожу и дыхательные пути. При высоких концентрациях его воздействие может привести к асфиксии из-за отека в горле. Вдыхание газа и пара может вызвать отек легких.

• В четвертую группу входят различные углеводороды: метан, этан, бензол, ацетилен и другие токсичные вещества. В отработавших газах содержатся углеводороды различных гомологических рядов: парафиновые (алканы), нафтеновые (цикланы) и ароматические (бензольные), всего около 160 компонентов. Углеводороды под действием излучения солнца вступают в реакцию с оксидами азота, в результате образуются новые токсичные продукты – фотооксиданты, которые являются одними из основных компонентов смога. Главным токсичным компонентом смога является озон. К фотооксидантам также относятся угарный газ, соединения азота и др. Фотооксиданты оказывают вредное воздействие на организм человека, ведут к росту легочных и бронхиальных заболеваний у людей [3].

• Пятую группу составляют альдегиды – органические соединения. В отработавших газах присутствуют в основном формальдегид, акролеин и уксусный альдегид. Альдегиды раздражают слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, вредно влияют на нервную систему.

• В шестую группу входят твердые взвешенные вещества (сажа и другие дисперсные частицы), способные находиться во взвешенном состоянии в течение суток. Они состоят из разных материалов, к которым относятся неорганическая зола, кислые сульфаты или нитраты, дым, содержащий полициклические ароматические углеводороды, тонкодисперсную пыль, остатки свинца и асбеста. Вещества проникают в легкие, вызывают респираторные заболевания и аллергию. [7].

• Седьмая группа представляет собой соединения серы – сернистый ангидрид, сероводород, которые появляются в составе отработавших газов двигателей, если используется топливо с повышенным содержанием серы. Могут вызывать нарушение функций дыхания. Не исключено действие на слизистые оболочки, воспаление носоглотки, трахеи, бронхиты, кашель, хрипота и боль в горле.

• К компонентам восьмой группы относят свинец и его соединения. Накапливается в организме человека, оказывает влияние на нервную и сердечно-сосудистую системы [2].

Население, проживающее вблизи проезжей части, наиболее подвержено заболеваниям органов дыхания, крови, нервной и сердечно-сосудистой систем, так как в выбросах содержится множество вредных веществ, которые опасны для здоровья людей [8].

К основным мероприятиям по охране окружающей среды города относятся решения по снижению объемов выбросов и уменьшению концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, в том числе:

• внедрение альтернативных видов топлива (природного газа, жидкого водорода, этилового спирта и др.);

• улучшение аэродинамических характеристик автомобиля и совершенствование функции двигателя;

• создание парковых зон вблизи крупных магистралей и многоярусное озеленение в местах, где организация парковых зон невозможна;

• развитие дорожной инфраструктуры;

• внедрение согласованного регулирования в рамках системы «Зеленая волна», которая создает ряд преимуществ по сравнению с индивидуальным регулированием на каждом перекрестке: увеличивается скорость движения по магистрали,

сокращаются остановки транспорта на перекрестках, уменьшается количество дорожно-транспортных происшествий и т.д.;

- создание зоны зеленых насаждений вдоль дорог;
- повышенный налог для владельцев машин с большим объемом двигателя;
- установка в автомобиле системы каталитической очистки выхлопных газов (катализаторов).

Предложенные решения позволят улучшить качество атмосферного воздуха городов России.

Анализ выбросов автотранспорта как источника загрязнения атмосферного воздуха и рисков для здоровья населения выполнен на базе отдела системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Список литературы

1. Аксенов И.Я., Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1986.

2. Амбарцумян В.В., Носов В.Б., Тагасов В.И. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. – М.: Научтехлитиздат, 1999. – 78 с.

3. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. – СПб.: Астерион, 2008. – 252 с.

4. Бурков В.Н., Щепкин А.В. Экологическая безопасность: уч. пособие. – М.: Химия, 2003. – 429 с.

5. Дубровин И., Дубровин Е. Улучшат ли экологию новые автомобили? [Электронный ресурс] // Энергетика и промышленность России. – 2010. – № 08 (148). – URL: https://www.eprussia.ru/epr/148/11415.htm (дата обращения: 14.04.2023).

6. Какой тип топлива используют россияне для заправки автомобилей? [Электронный ресурс] // Автостат: аналитическое агентство. – URL: https://www.autostat.ru/infographics/35811/ (дата обращения: 14.04.2023).

7. Качество воздуха в крупнейших городах России за десять лет (1998–2007 гг.): Аналитический обзор. – СПб.: Астерион, 2009. – 60 с.

8. 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 / утв. Заместителем Руководителя Росгидромета; введ. в действие 01.02.2006. – М.: Метеоагенство Росгидромета, 2006. – 35 с.

9. Рейтинг российских городов-миллионников по обеспеченности автомобилями в 2019 году [Электронный ресурс] // Автостат: аналитическое агентство. – URL: https://www.autostat.ru/press-releases/41923/ (дата обращения: 14.04.2023).

10. Эксперты посчитали, сколько автомобилей приходится на тысячу пермяков [Электронный ресурс] // РБК. – URL: https://perm.rbc.ru/perm/freenews/5ddd28329a794745b1f0dc7a (дата обращения: 14.04.2023).

К проблеме оценке потенциальной опасности выбросов предприятий нефтехимии и нефтепереработки для здоровья населения

А.В. Зубарев[1, 2]

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

Источники загрязнения окружающей среды от нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности формируют риски для здоровья населения. Оценено влияние токсичных выбросов объектов нефтепереработки и нефтехимии на здоровье человека.

Выполнен обзор потенциальной опасности влияние выбросов объектов нефтепереработки и нефтехимии, расположенных в черте города, на здоровье человека. Охарактеризованы технологические процессы и источники выбросов предприятий. Представлено описание объекта дальнейших исследований. Дана характеристика важнейших химически веществ, поступающих от источников предприятий данной отрасли и загрязняющих атмосферный воздух. Обоснована актуальность оценки риска для здоровья населения урбанизированных территорий с развитой нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленностью. Оценены условия для эффективности природоохранных мероприятий по минимизации риска здоровью населения.

Ключевые слова: риск здоровью, нефтепереработка, нефтехимия, атмосферный воздух.

Нефтеперерабатывающие и нефтехимические предприятия являются одними из значимых источников загрязнения окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха. Зона загрязнения воздуха мощных нефтеперерабатывающих заводов простирается на расстояние 20 км и более. Основными источниками выбросов в атмосферу являются технологические установки, вентиляционные системы, градирни, дымовые трубы, предохранительные клапаны, постоянно действующие факелы, негерметичность аппаратуры, а также незапланированные залповые и аварийные выбросы [9].

Основными вредными веществами, выбрасываемыми в атмосферу на НПЗ и НХЗ, являются углеводороды, сернистый газ, сероводород, окись углерода, аммиак, фенол, окислы азота и т. д. К числу наиболее крупных источников загрязнения атмосферы относятся; резервуары, в которых хранятся нефть, нефтепродукты, различные токсичные легкокипящие жидкости [7].

Цель исследования – выполнить обзор потенциальной опасности влияние выбросов объектов нефтепереработки и нефтехимии, расположенных в черте города, на здоровье человека.

Объектом исследования является крупнейший промышленный узел г. Перми «Осенцы». Промышленный узел находится в юго-западной части города, в Индустриальном районе, над территорией города в течение года у земли (высота 10 м) преобладают ветра южного и юго-западного направления, преобладающими на вы-

соте 1000 м в среднем за год являются юго-западный и западный ветра. Большая часть территории промышленного узла занята объектами промышленного строительства предприятий.

В границах промышленного узла «Осенцовский» более 160 хозяйствующих субъектов с различной формой собственности, видами деятельности и экологическими характеристиками имеют юридически отведенные земельные участки. Всего из всех землепользователей промышленного узла стационарные источники выбросов имеют 44 предприятия. В данный промышленный узел входят крупные производственные объекты, имеющие источники вредного воздействия: ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», ЗАО «СИБУР-Химпром», ООО «Пермнефтегазпереработка», ОАО ПАТП «ЛУКойл-Транс», ООО «ЛУКойл-Пермнефтепродукт» и многие другие. Количество стационарных источников выбросов на территории промышленного узла насчитывает более 760. Выбросы предприятий составляют перечень из 101 вещества. Суммарный выброс веществ источниками предприятий составляет более 35 тыс. т/год.

На сегодняшний день переработка нефти в России осуществляется на 37 крупных нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) мощностью по переработке более 1 млн т нефти каждый и около 200 мини-НПЗ. Суммарная установленная мощность российских нефтеперерабатывающих заводов превышает 313 млн т нефти в год [3].

Существуют пять основных типов НПЗ:

1) топливный с неглубокой переработкой нефти;

2) топливный с глубокой переработкой нефти;

3) топливно-нефтехимический с глубокой переработкой нефти и производством нефтехимической продукции;

4) топливно-масляный;

5) энергонефтехимический.

На заводах первых двух типов вырабатывают в основном различные виды топлива. При неглубокой переработке нефти получают не более 35 % светлых нефтепродуктов, остальное – топочный мазут. При глубокой переработке соотношение обратное. Это достигается применением вторичных методов переработки нефти: каталитического крекинга, коксования, гидрокрекинга и др. На заводах топливно-нефтехимического типа вырабатывают не только топлива, но и нефтехимические продукты. В качестве сырья используют либо газы, получаемые при глубокой переработке нефти, или бензиновые и керосино-дизельные фракции первичной перегонки нефти. На заводах топливно-масляного типа наряду с топливами вырабатывают широкий ассортимент масел, парафины, битум и другие продукты. Заводы энергонефтехимического типа строят при ТЭЦ большой мощности или вблизи нее, таким образом, производятся выбросы не только углеводородов, но и от энергетических установок. На таких заводах в процессе перегонки нефти отбирают бензиновые, керосиновые и дизельные фракции, а мазут направляют на ТЭЦ в качестве топлива. Полученные фракции светлых нефтепродуктов используют в качестве сырья для нефтехимического производства [1, 2].

Количество выделяющихся вредных веществ определяется мощностью НПЗ и составляет (процент от мощности предприятия): углеводороды – 1,5–2,8; сероводород 0,0025–0,0035 на 1 % серы в нефти; оксид углерода 30–40 % от массы сжигаемого топлива; сернистый ангидрид 200 % от массы серы в сжигаемом топливе. Потери углеводородов поступают в атмосферу (75 %), в воду (20 %) и в почву (5 %) [4].

Приоритетным фактором опасности для здоровья населения территорий с развитой нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслью является загрязнение атмосферного воздуха. Важнейшими показателями по загрязнению атмосферного воздуха являются диоксид азота и оксид углерода, диоксид серы и сероводород.

Согласно данным некоторых исследований, установлено, что риски для здоровья населения в первую очередь формируются в результате загрязнения атмосферного воздуха такими примесями, как диоксид азота, диоксид серы, сероводород, бензол [6, 8]. Наибольший уровень опасности формируется в отношении болезней органов дыхания [5].

В исследованиях, описанных в [14, 15], показано, что дети, живущие вблизи нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий, чаще страдают астмой, обострением астмы, чаще проявляются такие респираторные симптомы такие, как частые хрипы в покое и при пробуждении, ночной кашель, ринит и одышка. Выявлена зависимость частоты острых респираторных заболеваний и хронических заболеваний легких у взрослых и детей от загрязнения диоксидом серы атмосферного воздуха.

Взаимодействие вещества с другими токсичными примесями изменяет степень его токсичности: так, при одновременном присутствии в воздухе диоксида и триоксида серы допустимый уровень содержания обоих веществ соответственно снижается. Опасность диоксида серы резко возрастает при одновременном воздействии с моноксидом углерода. Влияние диоксида серы при повышенных эпизодах выбросов из дымовых труб нефтеперерабатывающих заводов коррелирует с наиболее высоким числом эпизодов астмы у детей раннего возраста, живущих вблизи данных предприятий, что представлено в исследовании [17]. Также из-за выбросов диоксида серы, у детей, живущих вблизи нефтеперерабатывающей отрасли, наблюдается усиление симптомов свистящего дыхания, снижение функции легких и усиление бронхиального воспаления [18].

В исследовании [16], выявляется связь близости населения к нефтеперерабатывающему заводу с повышенным риском развития нескольких типов рака у данного населения, также наблюдалось статистически значимое повышение риска регионального и отдаленного / метастатического заболевания в зависимости от близости к нефтеперерабатывающему заводу.

Результаты современного исследования [10] показывают, что риск развития лейкемии у жителей населенных пунктов, расположенных менее чем в 5 км от нефтехимического предприятия (нефтеперерабатывающего завода или производителя коммерческих химикатов), был на 30 % выше, чем у жителей сообществ, в которых не ведется нефтехимическая деятельность и авторами подчеркивается необходимость дальнейшей политики по регулированию выпуска канцерогенов промышленностью.

Исследование по оценке заболеваемости лейкемией в районе крупного нефтеперерабатывающего завода, выделяющего канцерогенные летучие органические соединения, в том числе бензол [12], также отмечает причинно-следственную связь между выбросами данных веществ и заболеваемостью лейкемией. Но, например, шведское исследование [13], наоборот, не выявило влияние выбросов от нефтехимической промышленности с содержанием канцерогенов на заболеваемость населения раком печени, легких и головного мозга, а также лейкозов. Связь между воз-

действием выбросов нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий и появлением злокачественных новообразований остается не до конца утвержденной и убедительной, поэтому по сей день требуются дальнейшие исследования в данной области.

Бенз(а)пирен – наиболее распространенный в окружающей среде из ряда канцерогенных полиароматических углеводородов. Бенз(а)пирен поражает дыхательную и нервную системы. Возможно развитие раковых опухолей самых различных органов: легких, желудка, молочных желез и многих других. Действие канцерогенов на организм происходит при его взаимодействии с элементами клетки. Существуют гипотезы, что такие соединения не играют самостоятельной роли, а только создают условия для онкогенных вирусов [4].

Выявлена связь между функцией почек и воздействием мышьяка и полициклических ароматических углеводородов у людей, живущих рядом с нефтехимическим комплексом [11].

В отношении риска заболеваний нервной и иммунной системы наиболее значимы выбросы производства по смешению топлив (факторы риска: бензол, толуол, метил-трет-бутиловый эфир и пр.); в отношении болезней крови – производство компонентов топлив (факторы риска: бензол, оксид углерода, окислы азота) [8].

В выбросах нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий содержится множество токсичных веществ, в том числе канцерогенных. Содержание данных выбросов является опасным в первую очередь для дыхательной системы организма человека, а в последствие для других систем.

Для минимизации рисков здоровью населения предприятиям нефтехимической и нефтеперерабатывающей отрасли следует проводить модернизацию производства, внедрять наилучшие доступные технологии, минимизировать выбросы от различных источников производства.

Вместе с тем комплекс природоохранных мероприятий может быть эффективным только при условии корректной оценки уровней формируемых рисков для здоровья в каждых конкретных условиях и выделения вклада отдельных химических веществ в эти риски. Требуется также обоснование вкладов отдельных источников в общее загрязнение окружающей среды и рисков для здоровья. Такие оценки и обоснования является направление последующих исследований в зоне влияния промышленного узла «Осенцовский» г. Перми.

Оценка потенциальной опасности выбросов предприятий нефтехимии и нефтепереработки для здоровья населения выполнена на базе отдела системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Список литературы

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 30-2017 «Переработка нефти» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gost.ru/documentManager/rest/file/load/1514721290224 (дата обращения: 11.03.2023).

2. Коршак А.А., Шаммазов А.М. К11 Основы нефтегазового дела: учебник для вузов. – Уфа.: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001. – 544 с.

3. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году: гос. доклад. – М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2017. – 760 с.

4. Егорова Г.И., Александрова И.В., Егоров А.Н. Отходы нефтехимических производств / Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2014. – 126 с.

5. Оценка воздействия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности на эколого-гигиеническое состояние объектов окружающей среды и здоровье населения (обзор литературы) / З.Б. Бактыбаева, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин // Медицина труда и экология человека. – 2018. – № 4. – С. 12–26.

6. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 4. – С. 87–99.

7. Рудин М.Г., Смирнов Г.Ф. Проектирование нефте-перерабатывающих и нефтехимических заводов. – Л.: Химия, 1984. – 256 с.

8. Сравнительный анализ экологической безопасности производств крупного нефтеперерабатывающего предприятия по критериям риска для здоровья населения / И.В. Май, С.А. Вековшинина, С.В. Клейн, С.Ю. Балашов, В.С. Евдошенко // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 11. –С. 11–16.

9. Шахова Т.С. Влияние нефтеперерабатывающих заводов на эколого-геохимическую обстановку прилегающих территорий по данным изучения снегового покрова (на примере гг. Омск, Ачинск, Павлодар): автореф. дис. … д-ра геол.-мин. наук: спец. 25.00.36 / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2018. – 198 с.

10. A systematic review and meta-analysis of haematological malignancies in residents living near petrochemical facilities / C. Jephcote, D. Brown, T. Verbeek, A. Mah // EnvironHealth. – 2020. – Vol. 19 (1). – P. 53.

11. Associations between renal functions and exposure of arsenic and polycyclic aromatic hydrocarbon in adults living near a petrochemical complex / T.H. Yuan, D.Y. Ke, J.E. Wang, C.C. Chan // Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987). – 2020. – Vol. 256. – P. 113457.

12. Barregard L., Holmberg E., Sallsten G. Leukaemia incidence in people living close to an oil refinery // EnvironRes. – 2009. – Vol. 109 (8). – P. 985–990. DOI: 10.1016/j.envres.2009.09.001. Epub 2009 Sep 24.

13. Cancer incidence in a petrochemical industry area in Sweden / G. Axelsson, L. Barregard, E. Holmberg, G. Sallsten // SciTotalEnviron. – 2010. – Vol. 408 (20). – P. 4482–4487.

14. Increased asthma and respiratory symptoms in children exposed to petrochemical pollution / Fernando A. Wichmann, Andrea Müller, Luciano E. Busi, Natalia Cianni, Laura Massolo, UweSchlink, Andres Porta, Peter David Sly // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2009. – Vol. 123, № 3. – P. 632–638.

15. Meteorologically estimated exposure but not distance predicts asthma symptoms in schoolchildren in the environs of a petrochemical refinery: a cross-sectional study / N. White, J. WaterNaude, A. van der Walt [et al.] // Environ Health. – 2009. – № 8. – P. 45.

16. Proximity to Oil Refineries and Risk of Cancer: A Population-Based Analysis / S.B. Williams [et al.] // JNCI Cancer Spectrum. – 2020. – Vol. 4, № 6. – P. 88

17. Risk of asthmatic episodes in children exposed to sulfur dioxide stack emissions from a refinery point source in Montreal, Canada / A. Smargiassi, T. Kosatsky, J. Hicks [et al.] // Environmental Health Perspectives. – 2009. – Vol. 117 (4). – P. 653–659.

18. Rusconi F., Catelan D., Accetta G. Asthma Symptoms, Lung Function, and Markers of Oxidative Stress and Inflammation in Children Exposed to Oil Refinery Pollution // Journal of Asthma. – 2011. – Vol. 48 (1). – P. 84–90.

Частота рождений детей с врожденными пороками развития в городах-спутниках Росатома

П.В. Ижевский[1], Н.А. Шляпугина[2]

[1]ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» Роспотребнадзора,
г. Москва, Россия

В рамках проведения социально-гигиенического мониторинга здоровья населения проводится сбор данных о частоте врожденных пороков развития среди новорожденных в ряде городов-спутников объектов Росатома. Представлены результаты наблюдений с 2000 по 2019 г.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, врожденные пороки развития.

Для установления факта и нормирования допустимого воздействия того или иного мутагенного фактора на население региона или на определенную когорту лиц необходим социально-гигиенический мониторинг (СГМ) репродуктивного здоровья популяций. Одним из важнейших моментов СГМ является хорошо регистрируемые в течение длительного периода времени показатели.

Выбор в качестве маркерного показателя такого параметра, как «частота врожденных пороков развития (ВПР) среди новорожденных», обусловлен как высокой социальной значимостью, так и возможностью его использования при анализе воздействия различных неблагоприятных экологических факторов. ВПР вносят весомый вклад в младенческую и детскую смертность, инвалидность, оказывают влияние на качество жизни семей. Факторами риска возникновения ВПР являются как наследственные, так и тератогенные факторы. К последним относятся влияние неблагоприятных факторов внешней среды, болезни матери во время беременности, прием лекарственных препаратов, воздействие на плод ионизирующего излучения (ИИ) и химических веществ [1].

Для снижения частоты врожденных пороков, в первую очередь, необходимо обеспечить мониторинг случаев ВПР и оценку относительных рисков в зависимости от различных параметров (возраста матери, порядкового номера родов и др.). Слежение за уровнем частоты ВПР позволит обнаружить изменения этого показателя для последующего выяснения причин его колебаний в течение анализируемого периода. Изучение частот аномалий также поможет при планировании мероприятий, направленных на диагностику и профилактику ВПР [3, 6].

В докладе основное внимание уделено городам-спутникам концерна «Росатом», в которых присутствуют воздействующие на персонал и население потенциальные мутагенные факторы. В дальнейшем на основе частот ВПР среди новорожденных, с учетом их зависимости от отдельных параметров (возраст матери, номер родов и т.п.), при сравнении с аналогичными данными из регионов без повышенной дозовой нагрузки можно будет сделать вывод о наличии или отсутствии влияния мутагенов на репродуктивное здоровье населения.

Цель исследования – анализ частоты рождения детей с ВПР среди населения городов-спутников Росатома.

Для работы с эпидемиологическими массивами данных целесообразно использовать системы управления базами данных.

Задачи работы:

1) создание базы данных (БД) для последующей обработки информации о новорожденных в городах-спутниках Росатома;

2) обработка данных и анализ частот ВПР с учетом заданных параметров.

Сбор информации о новорожденных с ВПР как по регионам РФ, так и среди населения, получающего помощь в учреждениях ФМБА России, проводится регулярно с 1999 г. Это обеспечивает достаточный объем данных как по врожденным аномалиям отдельных видов, так и ВПР «в целом» [3, 6].

Хорошо регистрируемые фенотипические проявления облучения и воздействия канцерогенно-опасных химических веществ, такие как внутриутробная гибель плода, орфанные болезни (хромосомные и «Менделевские» болезни), врожденные пороки развития (ВПР), имеют в своей основе единую природу – мутации [1, 5]. Общепринятые оценки генетического риска основаны на определении частоты трех категорий мутаций: 1) аномалии хромосом; 2) «Менделевские» болезни; 3) ВПР. Перечисленные показатели могут быть использованы в системе радиационной безопасности в качестве критериев для нормирования допустимого уровня воздействия ИИ.

Из всех известных на настоящее время ВПР аномалии с установленной генетической детерминацией составляют порядка 11 %. Большая часть пороков имеет сложный, чаще всего не установленный «мультифакториальный» характер детерминации. Усредненная оценка спонтанной частоты всех видов ВПР среди всех новорожденных, принятая НКДАР ООН в качестве «базовой» для прогностических расчетов при оценке последствий аварийного облучения населения, равна 6 % [4, 5, 10].

Результаты. Всего за период 2000–2019 гг. в 28 городах зарегистрировано 106 478 новорожденных (НР), из них 106 075 живорожденных (ЖР) и 403 мертворожденных (МР). В табл. 1 представлены данные количества родившихся детей по пятилетним периодам. Видно, что процент смертности сокращается, что может быть связано с улучшением методов диагностики и лечения.

Таблица 1

Число рождений в пятилетних периодах с 2000 по 2019 г.

Количество рождений	Период			
	2000–2004	2005–2009	2010–2014	2015–2019
Живыми (ЖР)	21864	30363	34497	19351
Мертвыми (МР)	121	127	113	39
МР / все НР, %	0,55	0,42	0,33	0,20

Всего за период с 2000 по 2019 г. родилось 1274 ребенка с аномалиями (1,19 % от всех новорожденных). Среди мертворожденных 16 детей родилось с аномалиями. С учетом умерших в первую неделю после рождения (общее количество – 65) процент смертности детей с ВПР составляет 1,26 и 5,10 % соответственно. Среди всех мертворождений (403 случая, 3,97 %) с учетом умерших на первой неделе жизни смертность с ВПР составляет 16,12 %. Эти данные подтверждают утверждение о высоком вкладе ВПР в младенческую смертность. Наибольший вклад в общую оценку частоты ВПР вносят пороки сердечно-сосудистой системы (27,00 %), пороки мочеполовой (24,25 %) и костно-мышечной (17,35 %) систем.

Анализ зависимости ВПР относительно возраста матери (рис. 1) показывает, что риск возрастает с увеличением возраста матери (от 40 лет и старше). Частота ВПР среди всех новорожденных у матерей этой возрастной группы достигает 3,15 %.

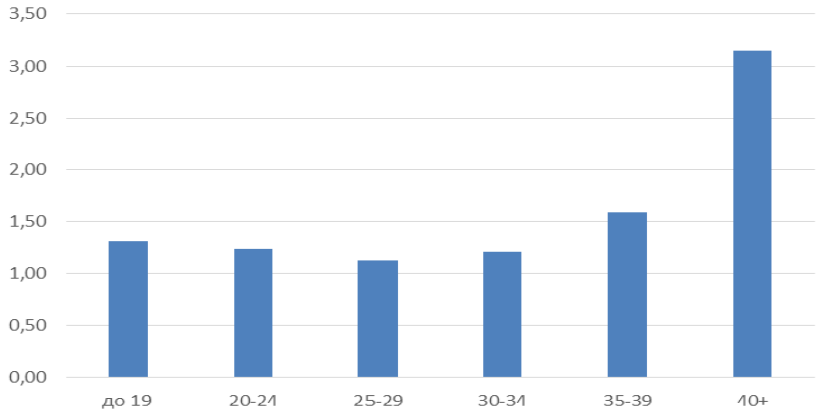


Рис. 1. Частота ВПР среди всех новорожденных (ось *Y*, %) при соответствующем возрасте матери (ось *X*, возраст, лет)

При анализе зависимости частоты ВПР от порядкового номера родов (рис. 2) видно, что после 4 родов и более доля ВПР достигает 1,78 % от всех новорожденных.

Среди взятых в анализ ВПР ряд отличительных черт имеет синдром Дауна (СД), что позволяет распознать его с первого взгляда. Для его диагностики в роддоме не требуется специального оборудования, но поскольку примерно в 1 % случаев его причиной является передаваемая от родителей транслокация по хромосоме 21, проводится подтверждающая цитогенетическая диагностика. В 99 % случаев синдром

Дауна является мутацией *de novo*, вызванной дополнительной 21-й хромосомой. Аномалия не зависит от пола новорожденных. Все это позволяет использовать данную аномалию хромосом для целей санитарно-гигиенического мониторинга, анализируя изменение частот СД отдельно от других ВПР. При этом следует учитывать, что одним из факторов, повышающим риск рождения ребенка с синдромом Дауна, является возраст матери.

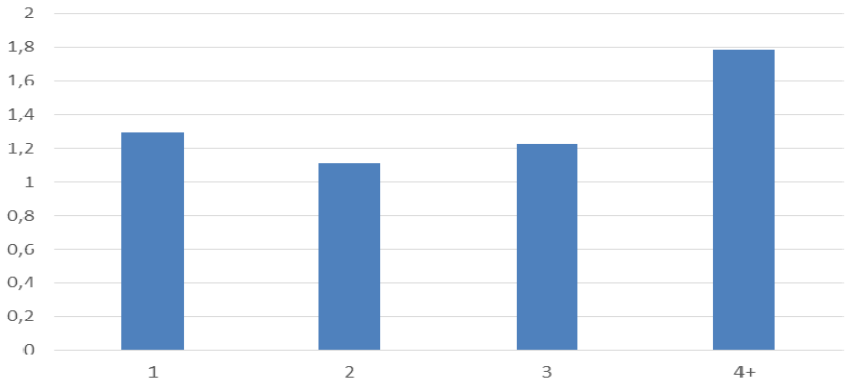


Рис. 2. Частота ВПР среди новорожденных (ось *Y*, %) в соответствии с порядковым номером родов (ось *X*)

В анализируемом материале СД составляет не самую большую долю среди всех врожденных пороков (97 случаев, или 7,61 % от всех случаев ВПР; 9,11 на 10 тыс. рождений). Из табл. 2 и рис. 3 виден ярко выраженный рост случаев СД с увеличением возраста матери, особенно после достижения матерью возраста 35 лет. Согласно расчетам частота синдрома Дауна составляет 4 % среди рожениц старше 35 лет, а в подгруппе женщин старше 40 лет – 1 %. Относительные риски были вычислены для возраста 25–29 лет, так как это самая многочисленная группа рожениц. Подобное распределение, отражающее рост случаев с возрастом, достигавшее пика в 35 лет и старше, было получено в исследовании на основе данных по Англии и Уэльсу статистики (1990–1998 гг.) [8]. Также получена зависимость от порядкового номера родов, но следует делать поправку на возраст, так как чем больше родов, тем старше женщина.

На рис. 3 представлены частоты рождения детей с СД относительно возраста матерей. Как следует из графика, каждый третий ребенок у женщин старше 40 лет рождается с синдромом Дауна.

При сравнении с данными из других стран обнаруживается, что полученные результаты либо примерно равны, либо, наоборот, имеют меньший показатель ВПР среди новорожденных [2, 7]. Если обратиться к европейскому реестру эпидемиологического надзора за врожденными аномалиями (EUROCAT) [9], то за период 2000–2018 гг. можно получить следующие данные: 2,59 % ВПР от общего числа новорожденных (в наших исследованиях 1,19 %), частота рождений с синдромом Дауна – 24,34 на 10 тыс. (9,11 на 10 тыс.).

Таблица 2

Частота СД на 10 тыс. рождений и относительные риски (*RR*) в зависимости от рассматриваемых параметров

Параметр	Частота на 10 000	*RR*	*CI* 95 %
Пол:			
Мужской	9,62	1,00	
Женский	9,62	1,00	
Масса тела, г:			
< 3000	30,61	3,78	2,48–5,75
> 3000	5,99	1,00	
Возраст матери:			
< 19	2,91	0,64	0,14–2,88
20–24	4,05	0,89	0,41–1,93
25–29	4,55	1,00	
30–34	11,12	2,44	1,26–4,75
> 35	39,91	8,77	4,75–16,14
Номер родов:			
1	4,92	1,00	
2-й и более	13,54	2,75	1,72–4,42

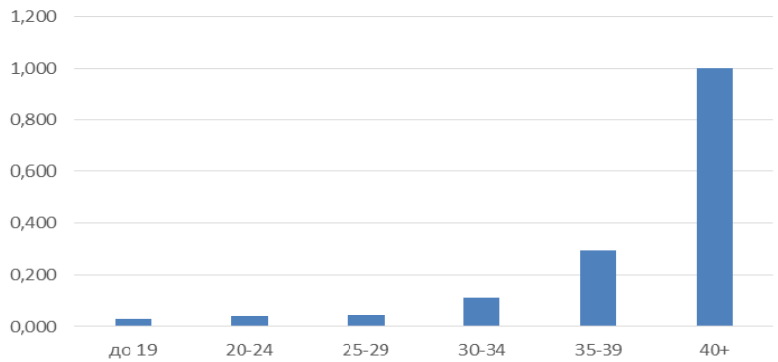


Рис. 3. Частота рожденных детей с синдромом Дауна (ось *Y*, %) в зависимости от возраста матери (ось *X*, возраст, лет)

Из значительного количества потенциальных генотоксических факторов особое внимание уделяется ионизирующему излучению. В настоящее время риск резкого повышения радиационного фона на отдельных территориях РФ возрастает. Радиационный фон может измениться вследствие радиационных аварий, «радиационного терроризма», применения ядерного оружия. Эффекты от воздействия ИИ могут быть «стохастическими» и «детерминированными». Для стохастических эффектов нет «порогового» значения дозы, вероятность их возникновения повышается с увеличением дозы, а тяжесть проявления не зависит от дозы. Оценка риска стохастических последствий необходима для планирования мер по комплексной профилактике стохастических эффектов облучения у человека, является одной из наиболее актуальных научно-практических задач. При решении данной задачи различают меры коллективной (гигиеническое нормирование с целью предотвращения

переоблучения) и индивидуальной (медико-генетическое консультирование, пренатальная диагностика) профилактики.

Выводы. В ходе анализа созданной базы данных российского мониторинга врожденных пороков развития на территориях с расположением предприятий Госкорпорации «Росатом» определены частоты групп ВПР и их процентный вклад в общую картину распространенности врожденных аномалий. Так как массив статистических данных, несмотря на внушительный временной промежуток (20 лет), невелик для подготовки заключения по многим ВПР, то сделать более подробный анализ по ним не удалось. Для трех наиболее распространенных групп ВПР проведен более подробный анализ по параметрам: возраст матери, пол ребенка, вес новорожденного и порядковый номер родов.

Для одного из селективных пороков (синдром Дауна) была обнаружена зависимость частоты от возраста матери. Для других ярко выраженной зависимости не наблюдалось, но по суммарным данным можно предполагать, что чем старше мать, тем больше вероятность рождения ребенка с ВПР. Частота ВПР среди мертворожденных выше, чем среди живорожденных – 3,97 и 1,20 % соответственно.

Список литературы

1. Бочков Н.П. Клиническая генетика. – М.: Медицина, 1997. – 287 с.
2. Врожденные заболевания [Электронный ресурс] // Всемирная Организация Здравоохранения. – 2023. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/congenital-anomalies (дата обращения: 14.03.2023).
3. Демикова Н.С., Кобринский Б.А. Эпидемиологический мониторинг врожденных пороков развития в Российской Федерации: монография. – М.: Пресс-Арт, 2011. – 230 с.
4. Ионизирующее излучение: источники и биологические эффекты: доклад НКДАР ООН за 1982 год / пер. с англ. – Нью-Йорк: НКДАР ООН, 1982. – Т. 2. – Приложение J. – С. 5–118.
5. Источники, эффекты и опасность ионизирующей радиации: доклад НКДАР ООН Генеральной Ассамблее за 1988 г. – М.: Мир, 1992.
6. Кобринский Б.А., Демикова Н.С. Принципы организации мониторинга врожденных пороков развития и его реализация в Российской Федерации // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2001. – Т. 46, № 4. – С. 56–60.
7. Developmental Disabilities [Электронный ресурс] // American Academy of Pediatrics. – URL: https://www.healthychildren.org/English/health-issues/conditions/developmental-disabilities/Pages/default.aspx (дата обращения: 14.03.2023).
8. Morris J.K., Mutton D.E., Alberman E. Revised estimates of the maternal age specific live birth prevalence of Down's syndrome // J. Med. Screen. – 2002. – № 9. – P. 2–6.
9. Prevalence charts and tables [Электронный ресурс] // EUROCAT: European Platform on Rare Disease Registration. – URL: https://eu-rd-platform.jrc.ec.europa.eu/eurocat/eurocat-data/prevalence_en (дата обращения: 14.03.2023).
10. Sankaranarayanan K. Ionizing radiation and genetic risks. III. Nature of spontaneous and radiation-induced mutations in mammalian in vitro systems and mechanisms of induction of mutations by radiation // Mutat. Res. – 1991. – Vol. 258, № 1. – P. 75–97.

Анализ результатов мониторинга полициклических ароматических углеводородов в крови для оценки риска воздействия на здоровье

Т.Д. Карнажицкая, М.О. Старчикова

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

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) относятся к стойким органическим загрязнителям окружающей среды. ПАУ присутствуют в воздухе, воде, почве, пыли, растениях, пище и других средах, оказывая постоянное воздействие на человека при вдыхании, проглатывании, контакте с кожей. Отдельные представители ПАУ вызывают воспалительные заболевания, действуют как эндокринные дизрапторы, оказывают мутагенное и генотоксическое действие, являются вероятными канцерогенами человека. В связи с вредным воздействием ПАУ проводятся исследования по оценке риска для здоровья человека, в том числе изучение содержания токсикантов в биологических средах.

Представлены результаты определения ПАУ в крови детского и взрослого населения, опубликованные в научно-технической литературе. Отмечается присутствие в образцах крови широкого спектра ПАУ в концентрациях от пг/см^3 до десятков нг/см^3 с частотой обнаружения от 3 до 95 %. Максимальные концентрации в образцах крови и сыворотке установлены для пирена, нафталина, антрацена, флуорантена. Бенз(а)пирен определялся в единичных пробах в концентрациях вблизи нижней границы диапазона определения и ниже минимально определяемой концентрации. Анализ содержания полициклических ароматических углеводородов в крови рекомендуется в качестве инструмента для оценки воздействия ПАУ на состояние здоровья.

Ключевые слова: мониторинг, полициклические ароматические углеводороды, кровь.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ, полиарены) – стойкие органические загрязнители окружающей среды, образуются в качестве побочных продуктов во всех процессах горения, включая лесные пожары, извержение вулканов, сжигание органического топлива, выхлопные газы транспорта, приготовление пищи и др. ПАУ присутствуют в воздухе, воде, почве, пыли, растениях, пище и других средах, оказывают постоянное воздействие на уровне микроконцентраций на человека при вдыхании, проглатывании и контакте с кожей [1].

В объектах окружающей среды полициклические ароматические углеводороды присутствуют обычно в виде смесей. Сравнение рисков комплексного воздействия ПАУ на различных территориях может быть затруднено из-за разнородности состава полиаренов в объектах среды обитания. Анализируемые пробы могут иметь сопоставимые суммарные концентрации ПАУ, но различаться по качественному составу. В связи с этим токсичность смесей ПАУ при воздействии на различных территориях может существенно различаться. Воздействие полиаренов на здоровье человека зависит главным образом от продолжительности воздействия, пути по-

ступления, количества поступившего в организм, а также от относительной токсичности ПАУ [3].

Изучение токсических свойств полициклических ароматических углеводородов показало, что отдельные представители полициклических ароматических углеводородов являются вероятными канцерогенами человека [24], вызывают воспалительные заболевания [16], проявляют репродуктивную токсичность [21], действуют как эндокринные дизрапторы [5], оказывают мутагенное и генотоксическое действие [17].

Исследования по оценке риска для здоровья населения токсичных соединений включают, наряду с изучением факторов внешней среды, измерение биомаркерных соединений в биологических средах человека [2, 19].

В научной литературе опубликованы многочисленные данные результатов мониторинговых исследований по определению концентраций полиаренов в биологических средах человека. Уровень содержания ПАУ в организме обычно оценивается с использованием первичных метаболитов (гидрокси-ПАУ) в моче. До недавнего времени в качестве маркера воздействия всех полициклических ароматических углеводородов как класса использовалось только одно соединение – 1-гидроксипирен, который является метаболитом пирена [7, 14, 23]. Ряд исследований посвящен определению в крови ДНК-аддуктов ПАУ и белковых аддуктов ПАУ в качестве маркеров будущих заболеваний [11, 13]. Отдельные исследования посвящены измерению исходных ПАУ в циркулирующей крови и плазме.

Цель исследования – анализ результатов международного опыта мониторинга полициклических ароматических углеводородов в крови для оценки риска воздействия на здоровье.

Материалы и методы. Поиск литературных источников проведен по базам данных PubMed, RSC Publishing, Springer Nature, SCOPUS, eLIBRARY.RU. Проанализировано более 80 источников международных и отечественных научно-технической литературы в период с 1981 по 2022 г., касающихся мониторинга ПАУ в биологических средах населения.

Результаты. Анализ публикаций по результатам мониторинга полициклических ароматических углеводородов в крови показал, что, наряду с исследованиями содержания метаболитов ПАУ в моче, проводится изучение качественного и количественного состава полиаренов в крови. Результаты анализа ПАУ в цельной крови и сыворотке, проведенные в различных странах, представлены ниже.

X. Zhang et al. определяли концентрации 15 ПАУ (аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(a)антрацен, хризен, бенз(b)флуорантен, бенз(k)флуорантен, инден(1,2,3-cd)пирен, дибенз(a,h)антрацен, бенз(a)пирен и бенз(g,h,i)перилен) в материнской и пуповинной сыворотке методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии (ГХ-МС). Всего исследовано 95 парных образцов материнской и пуповинной сыворотки, полученной из образцов крови (г. Шанхай, Китай). Из 15 анализируемых соединений обнаружено 13 соединений, в том числе бенз(a)пирен. Максимальные концентрации были определены для флуорена, фенантрена и хризена. Среднегрупповые концентрации суммы обнаруженных ПАУ составили 8,87 нг/см^3 в материнской сыворотке и 2,83 нг/см^3 – в пуповинной сыворотке [22].

Z. Yang et al. использовали метод ГХ-МС для определения 16 приоритетных ПАУ, в том числе антрацена, бенз(a)пирена, пирена, нафталина в сыворотке

крови. Исследования проводились с целью сравнения оценок воздействия ПАУ, основанных на содержании ОН-ПАУ в моче и родительских ПАУ в крови. Всего обследовано 480 человек в возрасте от 6 до 79 лет, по 240 человек мужского и женского пола, проживающих в г. Гуанчжоу (Южный Китай). Пределы обнаружения ПАУ в сыворотке крови варьировались от 0,003 до 0,041 нг/см^3. Частота обнаружения ПАУ в сыворотке крови составляла от 13,5 до 89,6 %. Пирен (83,6 %) был преобладающим соединением среди 16 проанализированных с медианой 1,64 нг/см^3. Медиана бенз(а)пирена составила 0,07 нг/см^3, аценафтилена – 0,08 нг/см^3, хризена и флуорантена – 0,01 нг/см^3. Доля низкомолекулярных ПАУ (88,4 %) в сыворотке крови была намного выше, чем высокомолекулярных ПАУ (11,6 %). Сумма концентраций 16 ПАУ в сыворотке крови варьировала от 0 до 49,7 нг/см^3 со средним значением 4,05 нг/см^3. Уровни ПАУ в сыворотке крови существенно не менялись в зависимости от пола, возраста и индекса массы тела. Авторы отмечали, что аналиты имели высокие частоты обнаружения в образцах сыворотки, демонстрирующие повсеместное воздействие этих загрязнителей на население [15].

J. Pleil et al. проводили определение 22 ПАУ в цельной крови и плазме методом капиллярной ГХ-МС при изучении хронического действия смесей ПАУ, присутствующих в окружающей среде, и оценки риска для здоровья. Авторами проанализировано 60 биопроб, приобретенных в медицинском центре (Северная Каролина, США), из них 20 образцов плазмы от контрольных испытуемых без заметного (известного) воздействия ПАУ, 10 образцов плазмы и крови от испытуемых студентов, которые возможно могли испытывать воздействие ПАУ, и 30 образцов плазмы от случайных доноров на коммерческой основе. Диапазон концентраций нафталина, обнаруженных в цельной крови студентов, составил от 47 до 231 пг/см^3, пирена – от 3 до 96 пг/см^3, антрацен и бенз(а)пирен определены единично в концентрациях 58 и 20 пг/см^3, что ниже предела количественного определения антрацена и ниже предела обнаружения бенз(а)пирена соответственно. В плазме крови студентов концентрация нафталина определена в диапазоне от 68 до 513 пг/см^3, пирена – от 3 до 197 пг/см^3, антрацен определен в концентрации 122 пг/см^3, бенз(а)пирен – 17 пг/см^3 (ниже предела обнаружения бенз(а)пирена)).

Сравнительный анализ образов цельной крови и отделенной от нее плазмы ($n = 10$), проведенный авторами, показал, что в цельной крови обнаружены 15 ПАУ из 22 определяемых, в плазме определены все 22 ПАУ в более высоких концентрациях в среднем 1,6 раза, по сравнению с цельной кровью. Максимальная медиана содержания нафталина в плазме крови определена в группе случайных доноров на коммерческой основе – 1459 пг/см^3, в группе без известного воздействия – 779 пг/см^3, минимальная медиана содержания нафталина в плазме крови (в группе студентов) – 183 пг/см^3. Максимальная медиана содержания антрацена в плазме (181 пг/см^3) обнаружена в группе случайных доноров, минимальная медиана – в группах студентов и случайных доноров (12 и 10 пг/см^3 соответственно). Максимальная медиана содержания пирена в плазме крови (243 пг/см^3) обнаружена в группе случайных доноров, минимальная (13 пг/см^3) – в группе студентов. Бенз(а)пирен в плазме крови обнаружен в незначительных количествах во всех трех группах обследованных субъектов, медиана составила 4–19 пг/см^3. Авторы пришли к выводу, что полученные результаты однозначно

демонстрируют хроническое присутствие ПАУ в биологических средах человека [10].

M. Rajabi et al. анализировали нафталин, флуорен, фенантрен, антрацен и пирен в образцах крови и слюны методом газовой хроматографии на детекторе ионизации в пламени. Образцы слюны были взяты у курильщиков-добровольцев в возрасте от 25 до 35 лет через 30 мин после курения и у волонтеров, которые не курили сигареты хотя бы одну неделю (г. Казвин, Иран). Пределы обнаружения (отношение сигнал / шум = 3) и количественная оценка (отношение сигнал / шум = 10) находились в пределах 0,3–0,6 и 1,0–2,0 нг/см^3 соответственно. Анализ реальных образцов крови показал отсутствие ПАУ в измеряемом диапазоне концентраций (от 1 до 100 нг/см^3). При анализе образцов слюны курильщиков обнаружены нафталин с концентрацией 68,7 ± 3,8, флуорен 89,3 ± 4,9 нг/см^3, фенантрен 65,0 ± 4,0 нг/см^3, антрацен 31,3 ± 2,1 нг/см^3 и пирен 23,0 ± 1,5 нг/см^3 [4].

M. Neal et al. определяли бенз(а)пирен, аценафтилен, фенантрен, пирен и хризен в сыворотке крови женщин (курильщиков (n = 19), пассивных курильщиков (n = 7) и некурящих (n = 10), Канада) методом ГХ-МС. Пробы отобраны в период с мая 2003 г. по декабрь 2004 г. В группе некурящих было больше субъектов с отсутствием бенз(а)пирена в сыворотке (60,0 %) по сравнению с пассивными курильщиками (21,1 %) и курильщиками (14,3 %). Доля необнаруженных ПАУ (аценафтилен, фенантрен, пирен и хризен) колебалась от 28,5 до 70 % в сыворотке крови. Среднегрупповая концентрация бенз(а)пирена в сыворотке была самой высокой у курящих женщин – 0,98 ± 0,56 нг/см^3, у пассивных курильщиков – 0,40 ± 0,13 нг/см^3, у некурящих – 0,22 ± 0,15 нг/см^3. По содержанию других измеряемых ПАУ (аценафтилен, фенантрен, пирен и хризен) достоверных различий в сыворотке между тремя группами испытуемых не установлено [18].

S. Yin et al. проводили количественный анализ 16 приоритетных ПАУ в пуповинной сыворотке (n = 120) методом ГХ/МС-МС. Исследования проведены в период с июля 2011 г. по май 2012 г. с целью оценки возможного влияния ПАУ на репродуктивную функцию при сравнении концентраций ПАУ в пуповинной сыворотке и уровней репродуктивных гормонов в крови женщин. Образцы биоматериала собраны в больнице г. Шаньси (Китай). В протестированных образцах сыворотки большинство ПАУ были обнаружены не менее чем в 95 % случаев кроме бенз(а)пирена, индено(1,2,3-cd)пирена, дибенз(a,h)антрацена и бенз(g,h,i)перилена, которые были обнаружены в 33,6; 4,08; 3,06 и 7,14 % соответственно. 68 % ПАУ были низкомолекулярными соединениями. Среди всех конгенеров ПАУ пирен был наиболее распространенным, средняя концентрация 70,7 нг/г липидов (обнаружен в концентрациях от 16,0 до 152 нг/г липидов), затем нафталин, средняя концентрация 30,5 нг/г липидов (обнаружен в концентрациях от 22,1–40,6 нг/г липидов). На долю пирена и нафталина приходится 54,6 % всех ПАУ, присутствующих в пробах [12].

Z. Naufal et al. количественно определяли концентрации низко- и высокомолекулярных ПАУ и их алкилированных гомологов в цельной крови методом ГХ-МС. Всего анализировали 60 ПАУ и их алкилированные гомологи, 7 ПАУ из которых классифицируются Агентством по охране окружающей среды США как канцерогены класса B2. Исследование проводилось среди населения в сельской местности Китая, подвергающегося воздействию ПАУ из различных источников. Исследуемая группа проживала в районе, известном как территория с повышенным

уровнем врожденных дефектов. Исследование было разработано для проверки гипотезы о том, что у родителей детей, рожденных с дефектом нервной трубки, будет обнаруживаться биомаркер воздействия на более высоком уровне, чем у родителей ребенка без видимых врожденных дефектов. В группе наблюдения обследованы 35 матерей и 32 отца, в качестве контрольных участников набраны 18 матерей и 19 отцов. Образцы венозной крови отбирали у участников исследования после рождения ребенка. Результаты исследований показали, что средний уровень суммы ПАУ, обнаруженных в венозной крови женщин группы наблюдения, – 258 нг/см^3 – был значительно выше, чем в контрольной группе 120 нг/см^3. Уровень ПАУ в венозной крови мужчин группы наблюдения в среднем – 217 нг/см^3, в контрольной группе – 159 нг/см^3. Однако это различие не было статистически значимым. Анализ семи канцерогенных ПАУ ((бенз(а)антрацен, хризен, бенз(b)флуорантен, бенз(k)-флуорантен, бенз(а)пирен, индено(1,2,3-c,d)пирен и дибенз(a,h)антрацен) в венозной крови показал их присутствие в среднем у наблюдаемых женщин на уровне 19 нг/см^3 по сравнению с контрольной группой – 9 нг/см^3, в группе наблюдения мужчин – 15 нг/см^3, в контрольной группе мужчин – 10 нг/см^3. Данные о концентрации суммы всех ПАУ и канцерогенных ПАУ использовались для получения информации об общем воздействии побочных продуктов горения. Авторы подтвердили наличие генотоксичных соединений ПАУ в крови у населения, проживающего в сельской местности Китая [6].

V. Wirnkor et al. исследовали неметаболизированные ПАУ (аценафтен, фенантрен, пирен, нафталин, антрацен, флуорантен, бензо(а)антрацен, бензо(k)-флуорантен, бензо(ghi)пирен и др.) в крови детей возрастной группы 4–10 лет в качестве биологических маркеров и их метаболиты в моче методом ГХ-МС (г. Оверри, Нигерия). Неметаболизированные ПАУ в крови у детей из разных школ обнаружены в различных концентрациях. Более высокие концентрации метаболитов ПАУ обнаружены в моче по сравнению с концентрациями родительских ПАУ в крови. Авторы обнаружили сильные положительные корреляции между соединениями ПАУ в крови и их метаболитами (гидрокси-ПАУ) в моче, что, возможно, усиливает их токсическое действие за счет поликомпонентного загрязнения у детей даже при низком уровне воздействия окружающей среды. Обнаружены повышенные концентрации ПАУ в крови детей в диапазоне от 536,8 до 704,8 нг/см^3. В моче общее количество ПАУ колебалось от 949,8 до 1150,4 нг/см^3 [8].

Q. Chen et al. проводили измерение методом ВЭЖХ/ФЛД концентрации девяти ПАУ (антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, бенз(k)флуорантен, бенз(b)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(a,h)антрацен, бенз(g,h,i)перилен) в материнской и пуповинной крови с целью изучения связи между уровнями ПАУ и массой тела при рождении. Пробы крови отобраны в период с июня по август. 2010 г. у 81 пары матерей и новорожденных, проживающих в четырех городах Китая. В материнской сыворотке антрацен обнаружен в 76,5 % проб, бенз(k)флуорантен – в 60,7 % проб, дибенз(a,h)антрацен – в 48,2 % проб, флуорантен – в 46,9 % проб. Остальные ПАУ в материнской сыворотке обнаружены менее чем в 10 % проб. Максимальная частота обнаружения ПАУ в пуповинной крови определена для флуорантена – 50,6 %, для бенз(k)флуорантена – 44,4 %, антрацена – 37,0 % и бенз(b,h,i)перилена – 21,0 %. В нескольких образцах пуповинной крови определены бенз(а)антрацен (1,2 %), бенз (b) флуорантен (3,7 %) и бенз(а)пирен

(3,7 %). Самая высокая концентрация в материнской сыворотке определена для антрацена (69,54 нг/г липидов), дибенз(a,h)антрацена (40,5 нг/г липидов), бенз(k)флуорантена (30,0 нг/г липидов) и флуорантена (30,0 нг/г липидов). В пуповинной крови максимальная концентрация обнаружена для флуорантена (68,4 нг/г липидов), антрацена (50,40 нг/г липидов). Авторы отмети, что снижение массы тела младенца при рождении было связано с повышением концентрации в сыворотке нескольких ПАУ, включая флуорантен, пирен, бенз(k)флуорантен, бенз(b)флуорантен, бенз(a)пирен, дибенз(a,h)антрацен и бенз(g,h,i)перилен. Достоверная корреляция между показателями не обнаружена, что связано с небольшим количеством проведенных исследований [20].

V. Singh et al. проводили определение ПАУ в крови (нафталин, аценафтилен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(a)антрацен, бенз(k)флуорантен, бенз(b)фтлуорантен, бенз(a)пирен, дибенз(a,h)антрацен и индено(1,2,3-cd)-пирен) методом ВЭЖХ/ФЛД. Исследование проводилось с целью оценки возможных рисков для здоровья при воздействии ПАУ на детей, проживающих в г. Лакхнау (Индия). Всего обследовано 56 здоровых детей в возрасте 2–12 лет. Ни один из испытуемых не подвергался профессиональному / случайному воздействию ПАУ. Основными источниками поступления ПАУ в организм предположительно были пища, вода и вдыхаемый воздух. Анализ крови у детей, проживающих в г. Лакхнау (Индия), показал, что сумма неканцерогенных ПАУ определена на уровне 113,55 нг/см^3, канцерогенных ПАУ – 32,35 нг/см^3. Самая высокая среднегрупповая концентрация установлена для нафталина (19 нг/см^3), самая низкая – для бенз(a)пирена (4,0 нг/см^3) среди всех обнаруженных ПАУ. Авторы предполагают, что более высокая растворимость и летучесть низкомолекулярных ПАУ, таких как нафталин, по сравнению с другими ПАУ, могут быть причиной повышенного уровня первых в крови у детей [9].

Таким образом, результаты мониторинга полициклических углеводородов в крови у детского и взрослого населения, проживающего на территориях с различной экологической нагрузкой, показали присутствие большей части приоритетных ПАУ в образцах крови. В целом частота обнаружения ПАУ в биопробах составила от 3 до 95 %. Уровень содержания ПАУ в пробах определен в концентрациях от пг/см^3 до нескольких десятков нг/см^3. Максимальные концентрации в образцах крови и сыворотке по данным большинства исследований установлены для пирена, нафталина, антрацена, флуорантена с частотой обнаружения 50–70 %. Бенз(a)пирен обнаружен в единичных пробах, частота обнаружения 3–10 % в концентрациях на уровне и ниже НПО (нижний предел определения методики).

Выводы. Исследование содержания ПАУ в образцах крови у населения отражает более точную оценку воздействия ПАУ на организм человека по сравнению с измерениями токсикантов в окружающем воздухе, поскольку концентрации ПАУ в биосредах оценивают комплексное воздействие при поступлении различными путями. Анализ содержания полициклических ароматических углеводородов в крови является адекватным методом, применяемым в практике здравоохранения для оценки воздействия ПАУ на состояние здоровья. В Российской Федерации мониторинг полициклических ароматических углеводородов в крови не проводится из-за отсутствия методического обеспечения.

Список литературы

1. Майстренко В.Н., Клюев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 323 с.

2. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Уланова Т.С. Контроль содержания химических соединений и элементов в биологических средах: руководство / под ред. Г.Г. Онищенко. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 520 с. ISBN 978-5-91754-081-8

3. Abdel-Shafy H.I., Mansour M.S. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation // Egyptian Journal of Petroleum. – 2016. – Vol. 25, № 1. – P. 107–123. DOI: 10.1016/j.ejpe.2015.03.011

4. Air-assisted dispersive micro-solid phase extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons using a magnetic graphitic carbon nitride nanocomposite / M. Rajabi, A. Moghadam, B. Barfi [et al.] // Microchim Acta. – 2016. DOI: 10.1007/s00604-016-1780-0

5. Biological impact of environmental polycyclic aromatic hydrocarbons (ePAHs) as endocrine disruptors / Y. Zhang, S. Dong, H. Wang [et al.] // Environmental Pollution. – 2016. – Vol. 213. – P. 809–824. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.03.050

6. Biomarkers of exposure to combustion by-products in a human population in Shanxi, China / Z. Naufal, L. Zhiwen, L. Zhu [et al.] // Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. – 2010. – Vol. 20. – P. 310–319 DOI: 10.1038/jes.2009.19

7. Biomarkers of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons from environmental air pollution / G. Castanno-Vinyals, A. D'Errico, N. Malats [et al.] // Occup. Environ. Med. – 2003. – Vol. 61 (4). – P. e12. DOI: 10.1136/oem.2003.008375

8. Biomonitoring of concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in blood and urine of children at playgrounds within Owerri, Imo State, Nigeria / V. Wirnkor, V. Ngozi, C. Ajero [et al.] // Environmental Analysis Health and Toxicology. – 2019. – Vol. 34 (4). – P. e2019011.

9. Blood Levels of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Children of Lucknow, India / V. Singh, D. Patel, S. Ram [et al.] // Arch Environ Contam Toxicol. – 2008. – Vol. 54. – P. 348–354.

10. Cumulative exposure assessment for trace-level polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) using human blood and plasma analysis / J.D. Pleil, M.A. Stiegel, J.R. Sobus [et al.] // Journal of Chromatography B. – 2010. – Vol. 878. – P. 1753–1760.

11. Detection of benzo[*a*]pyrene diol epoxide adducts to histidine and lysine in serum albumin in vivo by high-resolution-tandem mass spectrometry / J. Zurita, H. Motwani, L. Ilag [et al.] // Toxics. – 2022. – Vol. 10 (1). – P. 27. DOI: 10.3390/toxics10010027

12. Environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): The correlation with and impact on reproductive hormones in umbilical cord serum / S. Yin, M. Tang, F. Chen [et al.] // Environmental Pollution. – 2017. – Vol. 220. – P. 1429–1437.

13. Ewa B., Danuta M. Polycyclic aromatic hydrocarbons and PAH-related DNA adducts // J Appl Genet. – 2017. – Vol. 58 (3). – P. 321–330. DOI: 10.1007/s13353-016-0380-3

14. Hu J., Hurst J.A., Donnell G.E. The Determination of Occupational Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by the Analysis of 1-Hydroxypyrene in Urine using a Simple Automated Online Column Switching Device and High-Performance Liquid Chromatography // Journal of Analytical Toxicology. – 2012. – Vol. 36. – P. 334–339.

15. Human health risks estimations from polycyclic aromatic hydrocarbons in serum and their hydroxylated metabolites in paired urine samples / Z. Yang, C. Guo, Q. Li [et al.] // Environmental Pollution. – 2021. – Vol. 290. – P. 117975.

16. Mixture effects of oxygenated PAHs and benzo[a]pyrene on cardiovascular development and function in zebrafish embryos / V. Cunha, C. Vogs, F. Le Bihanic, K. Dreij // Environment International. – 2020. – Vol. 143. – P. 105913. DOI: 10.1016/j.envint.2020.105913

17. Munoz B., Albores A. DNA Damage Caused by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Mechanisms and Markers / Selected topics in DNA repair, 2011. Edited by Clark C. Chen. – P. 125–144. ISBN 978-953-307-606-5

18. Neal M., Zhu J., Foster W. Quantification of benzo[a]pyrene and other PAHs in the serum and follicular fluid of smokers versus non-smokers // Reproductive Toxicology. – 2008. – Vol. 25. – P. 100–106.

19. Needham L., Calafat A., Barr D. Uses and issues of biomonitoring // Int. J. Hyg. Environ. Health. – 2007. – Vol. 210. – P. 229–238. doi: 10.1016/j.ijheh.2006.11.002

20. Prenatal Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Birth Weight in China / Q. Chen, T. Zheng, B.A. Bassig [et al.] // Open Journal of Air Pollution. – 2014. – Vol. 3. – P. 100–110.

21. Ramesh A., Harris K., Meharry-Medical-CollegeArchibong A. Reproductive Toxicity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons // Reproductive and Developmental Toxicology. – 2017. – P. 745–763. DOI: 10.1016/B978-0-12-804239-7.00040-8

22. Transplacental transfer of polycyclic aromatic hydrocarbons in paired samples of maternal serum, umbilical cord serum, and placenta in Shanghai, China / X. Zhang, X. Li, Y. Jing [et al.] // Environmental Pollution. – 2017. – Vol. 222. – P. 267–275.

23. Urinary 1-hydroxypyrene (1-HP) in environmental and occupational studies – A review / A.M. Hansen, L. Mathiesen, M. Pedersen [et al.] // Int. J. Hyg. Environ. Health. – 2008. – Vol. 211. – P. 471–503.

24. USEPA. Provisional Guidance for Quantitative Risk Assessment of PAH. EPA/600/R-93/089, Cincinnati, United States Environmental Protection Agency [Электронный ресурс]. – 1993. – URL: https://epa-prgs.ornl.gov/chemicals/help/documents/600R93089.pdf (дата обращения: 13.04.2023).

Подходы к гигиенической оценке воздействия на здоровье выбросов пылевых частиц

В.А. Кислицин, Н.С. Додина, Т.А. Шашина, Н.Н. Рыжаков

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

Разработаны подходы к гигиенической оценке воздействия на здоровье выбросов пылевых частиц, которые позволят прогнозировать уровни негативного воздействия на здоровье населения и внедрять мероприятия по минимизации риска здоровью, а также формировать предложения по контролю экспозиции и рисков на территориях воздействия выбросов промышленных предприятий и других источников загрязнения атмосферного воздуха.

Осуществлен анализ подходов к гигиенической оценке воздействия на здоровье выбросов пылевых частиц для выработки наиболее эффективных мероприятий по обеспечению защиты населения от их негативного воздействия и обоснования программ мониторинга их экспозиции и рисков здоровью.

В анализ включены результаты собственных исследований по рассеиванию твердых компонентов выбросов промышленных предприятий, относящихся к разным отраслям промышленности. Проведена оценка пространственного распространения на территориях городов среднегодовых концентраций как индивидуальных твердых компонентов выбросов и аэрозолей, так и с учетом их объединения в группу «взвешенные вещества». Рассмотрены подходы к оценке неблагоприятного воздействия на здоровье населения выбрасываемых в атмосферный воздух твердых частиц и аэрозолей других научных коллективов.

Анализ различных гигиенических подходов показал необходимость учета как всей совокупности твердых компонентов выбросов (суммарно) как группы «взвешенных веществ», включая их распределение между мелкодисперсными фракциями PM_{10} и PM_2, так и индивидуально каждого твердого компонента при выполнении гигиенических оценок при разработке проектов санитарно-защитных зон и установлении нормативов допустимых выбросов (НДВ), а также при разработке эффективных мероприятий по снижению выбросов и минимизации рисков здоровью населения.

Ключевые слова: выбросы пылевых частиц, взвешенные вещества, оценка гигиенической ситуации, оценка риска здоровью, разработка проектов СЗЗ.

В настоящее время в Российской Федерации для обеспечения защиты населения от негативного воздействия выбросов промышленных предприятий и других источников загрязнения атмосферного воздуха (автотранспорт, автономные источники теплоснабжения и проч.) используются два методических подхода к оценке безопасности.

Первый подход – традиционный (санитарно-эпидемиологическая экспертиза, гигиеническая оценка и пр.), используемый в научно-практических работах и при проведении экспертных работ проектных материалов санитарно-защитных зон (СЗЗ) и согласовании нормативов допустимых выбросов (НДВ). Основной принцип, состоит в нормировании индивидуальных веществ, поступающих в атмосферный воздух в соответствии с их предельно допустимой концентрацией (ПДК) или

ориентировочным безопасным уровнем воздействия (ОБУВ). Превышения содержания химических веществ по отношению к их гигиеническим нормативам (ПДК, ОБУВ) не допускается[1]. При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих эффектом суммации, не допускается превышение единицы для суммы их долей индивидуальных ПДК. Существует несколько десятков групп суммации в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21[2]. Методические подходы, используемые при расчете, нормировании и контроле выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, представлены в ряде нормативно-методических документах [7, 10].

С момента внедрения в практическую деятельность Роспотребнадзора методологии оценки риска здоровью предлагается второй подход к учету неканцерогенной опасности воздействия на здоровье веществ [9]. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельного вещества проводится на основе расчета коэффициента опасности (*HQ*), который определяется как отношение концентрации воздействующего вещества к его безопасной (референтной) концентрации (*RFC*), а также индекса опасности (*HI*), представляющего собой сумму *HQ* для веществ с однородным механизмом действия, т.е. влияющих на одни и те же критические органы или системы организма. Критическим является орган или система организма, в котором достигается критическая концентрация вещества при конкретных условиях воздействия на него[3] [9].

В рамках научно-методического совершенствования оценки риска здоровью внедрялся подход по особому учету твердых компонентов выбросов при прогнозе влияния на здоровье. На этапе идентификации опасности предлагалось уделять особое внимание отбору веществ для последующей оценки риска. Были определены принципы группировки твердых аэрозолей в группу взвешенных веществ и подчеркивалась необходимость выделения мелкодисперсных фракций PM_{10} и $PM_{2.5}$, отнесенных ВОЗ к наиболее опасным для здоровья загрязнениям атмосферного воздуха, а также выделения особо опасных (канцерогенов) и специфических (индикаторных) выбросов для конкретного производства [1, 8].

В настоящее время в целом схожий подход по учету твердых компонентов выбросов заключающейся в учете всей совокупности твердых компонентов выбросов предлагается к практическому внедрению при разработке нормативов допустимых выбросов и санитарно-защитных зон [3–5].

---

[1] 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]. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/SP2.1.3684-21_territorii.pdf (дата обращения: 10.03.2023).

[2] СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: Санитарные правила и нормы [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN_sreda%20_obitaniya_compressed.pdf (дата обращения: 10.03.2023).

[3] Р.2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200037399 (дата обращения: 10.03.2023).

Цель исследования – анализ подходов к гигиенической оценке воздействия на здоровье твердых компонентов выбросов и аэрозолей для выработки наиболее эффективных мероприятий по обеспечению защиты населения от их негативного воздействия и обоснования программ мониторинга их экспозиции и рисков здоровью.

Материалы и методы. Объектом исследования были пыли – твердые компоненты выбросов и аэрозоли, составляющие существенную долю общей массы химических веществ, поступающих в атмосферный воздух в результате деятельности промышленных и сельскохозяйственных предприятий, транспорта, энергетики коммунального хозяйства и др., а также из окружающей среды.

Различные отрасли промышленности значительно отличаются выбросами твердых частиц и аэрозолей. Так, в общей эмиссии твердых частиц и аэрозолей топливно-энергетическая промышленность дает около 60 % по массе, в то время как металлургия железа и стали – около 10 % [2].

В российской научной литературе по токсикологии, экологии и охране окружающей среды, кроме термина «взвешенные частицы», используется понятие «пыль», «пылевидная частица». В иностранной литературе часто применяются аббревиатуры TSP (total suspended particle) – пыль без уточнения размера частиц и PM (particulate matter) – общий термин для широкого класса химических и физически разнообразных веществ, которые существуют в виде отдельных частиц – капель жидкости (аэрозоли) или твердого вещества – в широком диапазоне размеров – от менее 0,1 мкм до 10 мкм. Частицы происходят из различных антропогенных стационарных и мобильных источников, а также из природных источников [6, 14]. В отечественных и зарубежных исследованиях достоверно установлена связь между концентрациями взвешенных частиц в атмосферном воздухе и увеличением смертности, сердечно-сосудистых и респираторных и других заболеваний, причем особенно агрессивны мелкодисперсные частицы размером менее 10 мкм (PM_{10}), среди которых наибольшую опасность представляют мелкодисперсные частицы размерами от 0,1 до 2,5 мкм ($PM_{2.5}$) [9, 11–13].

В настоящее время проблема защиты от воздействия твердых компонентов выбросов и аэрозолей становится весьма актуальной в крупных промышленных городах, где источником выброса таких частиц является автотранспорт и большой ряд производств, вносящих свой вклад в рост смертности и заболеваемости населения.

Снижение уровней загрязнения воздуха взвешенными веществами (как обобщенной группы твердых компонентов выбросов и аэрозолей), в том числе мелкодисперсными частицами, в результате непрерывных и долгосрочных мер положительно воздействует на здоровье населения. Улучшения в состоянии здоровья населения наблюдаются в течение нескольких лет после того, как снижен уровень загрязнения.

Актуальность совершенствования методических подходов к оценке на здоровье населения воздействия твердых частиц связана с тем, что во многих исследованиях установлена несопоставимость результатов моделирования рассеиванья твердых компонентов выбросов предприятий и контроля содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе. В подавляющем большинстве случаев при довольно низких прогнозируемых уровнях загрязнения и риска на территориях, по данным моделирования рассеивания выбросов, регистрируются значимые превышения ги-

гиенических нормативов и риска здоровью от воздействия взвешенных веществ по данным мониторинга.

Кроме того, анализ проектных материалов показал, что в ряде случаев при разработке проектов СЗЗ (НДВ) используется подход, позволяющий включения твердых компонентов выбросов, например выбросы железа оксида, с установленной $ПДК_{сс}$ на уровне 0,04 мг/м^3, включать в выбросы «взвешенных веществ» с $ПДК_{сс}$ на уровне 0,15 мг/м^3. Таким образом происходит включение выбросов, характеризующихся более жесткими гигиеническими нормативами, в группу «взвешенных веществ», для которых характерны менее жесткие $ПДК_{сс}$, что не позволяет провести достоверную оценку отсутствия неблагоприятного воздействия на здоровье населения от заявляемых к выбросу химических веществ.

В анализ включены результаты собственных исследований по рассеиванию твердых компонентов выбросов промышленных предприятий, относящихся к разным отраслям промышленности. Проведена оценка пространственного распространения на территориях городов среднегодовых концентраций как индивидуальных твердых компонентов выбросов и аэрозолей, так и с учетом их объединения в группу «взвешенные вещества». При анализе и сравнении разных подходов к оценке воздействия выбросов твердых компонентов выбросов и аэрозолей использовались известные показатели для определения уровней неблагоприятного воздействия на здоровье (ПДК, *RFC*, *HQ*, *HI* по влиянию на критические органы и системы организма).

Анализ эффективности использования разных подходов к учету и гигиенической оценке твердых компонентов выбросов проведен при рассмотрении распределений уровней концентраций и неканцерогенного риска на примерах крупного промышленного предприятия цементной промышленности (годовой объем производства – 2 582 800 т в год) со значительной долей пылевой компоненты в общей массе выбросов и предприятия алюминиевой промышленности. В качестве третьего примера выбраны результаты сводных расчетов, выполненных на территории одного из городов федерального проекта «Чистый воздух», и которые также позволили оценить изменение распределения концентраций и рисков на территории в зависимости от выбранного варианта оценки по сумме взвешенных частиц или каждое вещество индивидуально.

Расчёты проводили по двум вариантам: 1) примеси твердых компонентов и аэрозолей кодировали в соответствии с их официальными кодами в ведомости инвентаризации; 2) задавали всем видам твердых компонентов и аэрозолей один и тот же код (условно TSP) – обобщённая группа «взвешенные вещества». Результаты получали в виде приземных концентраций в мг/м^3 и в виде неканцерогенных рисков индивидуальных веществ (1-й вариант расчёта) либо в виде неканцерогенного риска для обобщённой группы «взвешенные вещества» (2-й вариант).

Расчеты концентраций анализируемых веществ выполнялись по унифицированной программе расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Эколог-Город» версии 4.60[4].

Результаты. Выброс индивидуального твердого компонента и аэрозолей обеспечивал соответствие качества атмосферного воздуха гигиеническим критери-

[4] Программный комплекс «Эколог-Город», версия 4.60. Руководство пользователя. Фирма «Интеграл». – СПб., 2020.

ям и оценивался как допустимый. В целом результаты свидетельствовали о соответствии ситуации гигиеническим нормативам, что можно трактовать как достижение безопасного для здоровья населения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия. В такой ситуации при разработке нормативов допустимых выбросов основания для отклонения нормативов от согласования отсутствовали, равно как и отсутствовала обоснованная необходимость в разработке мероприятий по снижению выбросов твёрдых веществ.

При дальнейшей оценке риска здоровью и картографировании полученных результатов установлено, что по каждому отдельному твёрдому компоненту выбросов границы приемлемого неканцерогенного риска формируются внутри или промышленных площадок или внутри границ СЗЗ. Однако установлено одно соединение (медь оксид), уровни которого, превышающие приемлемый неканцерогенный риск, распространяются за границу СЗЗ, и максимальные значения доходят до 3 *HQ*. При этом сравнение с распределением неканцерогенного риска обобщенной группы «взвешенные вещества» показало отсутствие превышения приемлемых уровней риска на границе СЗЗ.

При анализе распределения рисков основных химических веществ, относящихся к твердым частицам на территории одного из городов федерального проекта «Чистый воздух», выявлено, что обобщенная группа «Взвешенные вещества» формирует более выраженное загрязнение на территории города. Концентрации индивидуальных твердых компонентов и аэрозолей формируют локальные участки превышения приемлемых уровней неканцерогенных рисков. Например, выбросы марганца и меди формируют локальные превышения приемлемых уровней риска на территории города, тогда как концентрации суммарных твердых частиц не формируют превышения приемлемых уровней риска на территории города.

В таблице приведены расчеты для трех различных проектов, характеризующихся разным числом и номенклатурой выбрасываемых взвешенных частиц в зависимости от их принадлежности к различным видам промышленности и к источникам вредных выбросов, характерных для промышленного города. Использованные при анализе данные представляют собой максимальные долгопериодные концентрации рассматриваемых твердых компонентов выбросов и аэрозолей среди всех точек расчетной сетки, попадающих на анализируемые жилые зоны из ближайшей жилой застройки.

Максимальные величины долей индивидуальных ПДК$_{сг}$ твердых компонентов выбросов и аэрозолей и ПДК$_{сг}$, вычисленные для обобщенной группы «Взвешенные вещества»

Условное название проекта	Количество твердых компонентов выбросов и аэрозолей	Максимальное число долей ПДК$_{сг}$ среди твердых компонентов выбросов и аэрозолей	Максимальная сумма долей всех твердых компонентов и аэрозолей по ПДК$_{сг}$ Взвешенные вещества»	Снижения оценки опасности при сравнении долей ПДК в двух вариантах расчетов
1	2	3	4	5
Цементный завод	9	0,33	0,18	1,8
Завод по производству алюминия	14	2,68	0,47	5,7
Промышленный город	22	5,24	2,29	2,3

В таблице приведены обобщенные данные по расчетам каждого вида твердых компонентов выбросов и аэрозолей для точки с максимальной концентрацией в жилых зонах по двум показателям: максимальное число долей индивидуальных $ПДК_{сг}$ среди твердых компонентов выбросов и аэрозолей (столбец 3) и максимальная сумма долей всех твердых компонентов и аэрозолей по $ПДК_{сг}$ «Взвешенные вещества» (столбец 4). Величины показателей в столбцах 3 и 4 указывают на отсутствие опасности вредного воздействия, если их значения меньше или равны единице или её наличие в противном случае.

Как видно из таблицы (столбец 5), максимальное число долей по индивидуальным ПДК для компонентов выбросов и аэрозолей всех трех проектов значительно превышают соответствующие им максимальные числа долей ПДК, рассчитанные для обобщенной группы «взвешенные вещества» (приблизительно в 2–6 раз). Таким образом, возникает значительная недооценка опасности при замене расчетов максимального числа долей $ПДК_{сг}$ среди компонентов выбросов и аэрозолей на максимальные суммы долей всех твердых компонентов по $ПДК_{сг}$ «Взвешенные вещества».

Анализ разных подходов к учету и гигиенической оценке неблагоприятного воздействия твердых компонентов и аэрозолей показал, что наиболее оптимальным является их комбинация, которая позволит одновременно проводить оценку как суммарного воздействия на здоровье обобщенной группы «Взвешенных веществ», объединяя все выбросы твердых компонентов и аэрозолей, так и учитывать их общее воздействие на органы дыхания и сердечно-сосудистую систему. Уровни обобщенной группы «взвешенных веществ» будут более адекватно описывать реальные уровни загрязнения воздуха контролируемыми взвешенными веществами, чем данные результатов расчётов рассеивания отдельных химических веществ. Эти результаты могут быть использованы для формирования программ лабораторного контроля взвешенных веществ и их мелкодисперсных фракций в рамках мониторинга качества атмосферного воздуха при проведении СГМ.

Также при разработке проектов обоснования СЗЗ/НДВ, оценки риска здоровью населения и их дальнейшей экспертизе необходимо учитывать одновременно два подхода к формированию уровней концентраций и рисков с использованием как индивидуальных твердых компонентов выбросов, так и общей группы суммарных твердых частиц.

Таким образом, анализ различных гигиенических подходов показал, необходимость учета как всей совокупности твердых компонентов выбросов (суммарно), так и индивидуально каждого твердого компонента при выполнении гигиенических оценок при разработке проектов санитарно-защитных зон и установлении нормативов допустимых выбросов (НДВ), а также при разработке эффективных мероприятий по снижению выбросов и минимизации рисков здоровью населения.

Список литературы

1. Актуальные проблемы в системе государственного регулирования химической безопасности / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Х.Х. Хамидулина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2013. – Т. 92, № 4. – С. 19–24.

2. Безак-Мазур Е., Шендрик Т.Г. Трансграничные проблемы токсикологии окружающей среды. – Донецк: Издательство ГП ИАЦ «Донбассинформ», 2008. – 300 с.

3. К новым методам измерения и распознавания микрочастиц пылей в атмосферном воздухе / А.Н. Кокоулин, И.В. Май, С.Ю. Загороднов, А.А. Южаков // Анализ риска здоровью. – 2023. – № 1. – С. 36–45. DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.04

4. Май И.В., Загороднов С.Ю. Идентификация компонентного состава пылевых выбросов как инструмент оптимизации мониторинга и управления качеством атмосферного воздуха // Экология и промышленность России. – 2022. – Т. 26, № 9. – С. 42–47.

5. Май И.В., Загороднов С.Ю. Учёт выбросов пылей в системе управления качеством атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101 (6). – С. 602–608. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-6-602-608

6. Металлы в воздухе [Электронный ресурс]. – URL: https://studbooks.net/71213/ekologiya/metally_vozduhe (дата обращения: 20.02.2022).

7. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное). – СпБ: ОАО «НИИ Атмосфера», 2012. – 223 с.

8. Новиков С.М., Шашина Т.А. Современные проблемы практического внедрения оценки риска в России // Уральский медицинский журнал. – 2010. – № 2 (67). – С. 5–8.

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.]; под. ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

10. Понятие об эффекте суммации и фоновых концентрациях [Электронный ресурс]. – URL: https://www.km.ru/referats/06596F0CD7 3E4E06B52279538EDCC6B9 (дата обращения: 20.02.2022).

11. Associations of mortality with long-term exposures to fine and ultrafine particles, species and sources: results from the California Teachers Study cohort / B. Ostro, J. Hu, D. Goldberg [et al.] // Environ Health Perspect. – 2015. – Vol. 123 (6). – P. 549–556. DOI: 10.1289/ehp.1408565

12. Franklin B.A., Brook R., Arden Pope C. Air pollution and cardiovascular disease // Curr. Probl. Cardiol. – 2015. – Vol. 40. – P. 207–238. DOI: 10.1016/j.cpcardiol.2015.01.003

13. Global air quality guidelines. Particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. – WHO, 2021. – 300 p.

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

Определение мелкодисперсных фракций взвешенных частиц в атмосферном воздухе городов Восточной Сибири

А.А. Крылов, А.С. Зорина, Е.А. Сухих

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

Приведены исследования по определению максимальных разовых концентраций мелкодисперсных частиц PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4, PM_{10}, Total в атмосферном воздухе территорий с различной антропогенной нагрузкой. Измерения выполняли с помощью анализатора аэрозолей DustTrak мод. 8533. Проведен анализ процентной доли каждой фракции взвешенных частиц в составе общей пыли. Оценен вклад исследуемых мелкодисперсных фракций в загрязнение атмосферного воздуха.

В результате исследований превышение предельно допустимых максимальных разовых концентраций нормируемых мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10} на территориях сравнения и наблюдения не выявлено. Вместе с тем содержание мелкодисперсных фракций PM_4, PM_{10} и Total на территории сравнения выше, чем на территории наблюдения, в 1,2, 1,8 и 1,9 раза соответственно.

Ключевые слова: мелкодисперсные фракции, атмосферный воздух, предельно допустимая концентрация (ПДК).

Качество атмосферного воздуха является одной из наиболее острых гигиенических и экологических проблем во многих странах, в том числе и в Российской Федерации. Показано, что одними из основных загрязнителей атмосферного воздуха являются взвешенные вещества – крупные, мелкие и сверхмелкие неидентифицированные частицы. Особый интерес вызывают частицы микронного диапазона PM (от англ. particulate matter – «взвешенные частицы»), так как они могут длительное время находиться в воздухе во взвешенном состоянии и тем самым влиять на качество атмосферного воздуха и здоровье населения.

Многочисленные исследования показали, что воздействие взвешенных мелкодисперсных частиц на организм человека приводит к таким нежелательным последствиям, как заболевания сердечно-сосудистой системы, респираторные заболевания, заболевания эндокринной системы [5, 12, 14–16]. Высокие концентрации PM увеличивают вероятность возникновения сахарного диабета 2-го типа, инсульта, рака, а также вероятность заболевания COVID-19 и смертности от него [4, 6–8, 13, 17]. Кроме того, было обнаружено, что воздействие PM в течение первых трех лет жизни было связано с повышенным риском расстройства аутистического спектра [11].

В условиях комплексного поступления вредных веществ в организм актуальной является проблема выделения приоритетных видов загрязнителей, их количественного определения и оценки опасности воздействия с целью обоснования рисков, оптимизации наблюдений в рамках социально-гигиенического мониторинга и принятия управленческих решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения. В Российской Федерации действуют гигиенические нормативы содержания мелкодисперсных взвешенных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе населенных мест – СанПиН 1.2.3685-21 [2]. В связи с этим важным направле-

нием исследований является контроль качества атмосферного воздуха, в том числе содержания мелкодисперсных фракций взвешенных частиц (PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4, PM_{10}, Total), территорий с различной антропогенной нагрузкой.

Цель исследования – определение концентраций мелкодисперсных фракций взвешенных частиц $PM_{2.5}$, PM_{10}, а также PM_1, PM_4, Total (фракции пыли от 10 до 15 мкм) в атмосферном воздухе в зоне влияния промышленных выбросов и вне зоны промышленного действия на территории Восточной Сибири.

Материалы и методы. Определение мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе выполнялось с помощью лазерного анализатора аэрозолей DustTrak мод. 8533 в режиме реального времени. Согласно техническим характеристикам анализатора, диапазон массовых концентраций анализатора – 0,01–150 мг/м^3, диапазон размеров регистрируемых частиц – 0,1–15 мкм.

Согласно программе натурных исследований и измерений качества атмосферного воздуха, исследование выполняли в теплое время года на двух территориях с различной антропогенной нагрузкой. Территория наблюдения характеризуется многокомпонентным воздействием химических веществ техногенного происхождения, территория сравнения характеризуется относительным санитарно-гигиеническим благополучием. Отборы проводили на точках 1 и 2 на территориях наблюдения и сравнения соответственно. На территории наблюдения было проведено 12 максимальных разовых замеров в течение четырех суток. На территории сравнения на каждой точке было проведено по 3 максимальных разовых замера.

Исследования атмосферного воздуха проводили в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» [1]. Анализатор пыли DustTrak устанавливали на высоту 1,5 м от поверхности земли. Длительность измерений максимальных разовых концентраций мелкодисперсных частиц составляла 30 мин. Измерения проводили по три раза (утром, днем, вечером) на каждой точке.

Результаты. Результаты исследования максимальной разовой концентрации мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе территорий сравнения и наблюдения представлены в таблице.

Максимальные разовые концентрации мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе на двух исследованных территориях

Точка измерений	Время отбора	Максимальная разовая концентрация ± Δ, мг/м^3,				
		PM_1	$PM_{2.5}$	PM_4	PM_{10}	Total
Территория наблюдения						
Точка № 1	Утро	< 0,01	0,012 ± 0,002	0,014 ± 0,002	0,019 ± 0,004	0,020 ± 0,004
	День	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Вечер	< 0,01	0,012 ± 0,002	0,016 ± 0,003	0,023 ± 0,005	0,024 ± 0,005
	Утро	0,019 ± 0,004	0,023 ± 0,005	0,029 ± 0,006	0,064 ± 0,013	0,09 ± 0,018
	День	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,012 ± 0,002	0,014 ± 0,002
	Вечер	< 0,01	< 0,01	0,012 ± 0,002	0,024 ± 0,005	0,028 ± 0,006
	Утро	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,020 ± 0,004	0,022 ± 0,004
	День	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Вечер	0,011 ± 0,002	0,013 ± 0,002	0,015 ± 0,003	0,021 ± 0,004	0,022 ± 0,004
	Утро	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,013 ± 0,002	0,014 ± 0,002
	День	< 0,01	0,012 ± 0,002	0,013 ± 0,002	0,016 ± 0,003	0,020 ± 0,004
	Вечер	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Окончание таблицы

Точка измерений	Время отбора	Максимальная разовая концентрация ± Δ, мг/м^3,				
		PM_1	$PM_{2.5}$	PM_4	PM_{10}	Total
Территория сравнения						
Точка № 1	Утро	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,013 ± 0,002
	День	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Вечер	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,012 ± 0,002
Точка № 2	Утро	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,011 ± 0,002
	День	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,012 ± 0,002
	Вечер	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Превышений предельно допустимых концентраций мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе территорий наблюдения и сравнения не зафиксировано ($ПДК_{мр}$: $PM_{2.5}$ – 0,16 мг/м^3; PM_{10} – 0,3 мг/м^3).

Наибольшая концентрация определяемых частиц на территории наблюдения зафиксирована в утреннее и вечернее время. Это может быть связано с тем, что предприятия осуществляют нерегламентные выбросы в ночное время или ранним утром, когда сложнее контролировать соблюдение предприятиями экологических норм.

Средняя максимальная разовая концентрация в атмосферном воздухе составляла по фракциям на территории наблюдения: PM_1 – 0,010 ± 0,002 мг/м^3, $PM_{2.5}$ – 0,010 ± 0,002 мг/м^3, PM_4 – 0,012 ± 0,002 мг/м^3, PM_{10} – 0,018 ± 0,004 мг/м^3, Total – 0,021 ± 0,004 мг/м^3; на территории сравнения: PM_1 – 0,010 ± 0,002 мг/м^3, $PM_{2.5}$ – 0,010 ± 0,002 мг/м^3, PM_4 – 0,010 ± 0,002 мг/м^3, PM_{10} – 0,010 ± 0,002 мг/м^3, Total – 0,011 ± 0,002 мг/м^3. Полученные данные исследования демонстрируют, что концентрации мелкодисперсных фракций PM_4, PM_{10} и Total на территории сравнения выше, чем на территории наблюдения, в 1,2, 1,8 и 1,9 раза соответственно.

Для выявления процентного вклада каждой фракции в общий объем пылевых частиц проведен анализ процентной доли измеряемых мелкодисперсных фракций.

На территории наблюдения в состав общей пыли фракция PM_1 вносит 11,5 %, $PM_{2.5}$ – 14,4 %, PM_4 – 17,2 %, PM_{10} – 26,7 %, Total – 30,9 %. На территории сравнения процентное содержание мелкодисперсных фракций в атмосферном воздухе составляет: PM_1 – 14,6 %, $PM_{2.5}$ – 16,5 %, PM_4 – 19,2 %, PM_{10} – 22,3 %, Total – 27,4 %. Таким образом, количество частиц более мелких фракций выше в атмосферном воздухе на территории сравнения и, наоборот, на территории наблюдения процентное содержание более крупных фракций выше, чем на территории сравнения. Известно, что мелкие и субмикронные частицы ($PM_{2.5}$ и PM_1) в основном образуются в результате выбросов твердых частиц от транспортных средств и процессов горения, тогда как более крупные частицы (PM_{10}) образуются в результате повторного взвешивания дорожной пыли, измельчения и дробления материалов [3, 9, 10]. На территории наблюдения основным хозяйствующим субъектом является предприятие горнорудной промышленности, которое может быть основным источником крупных фракций мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе.

Выводы. Таким образом, в результате проведенного исследования атмосферного воздуха территории с многокомпонентным воздействием химических веществ техногенного происхождения и территории с относительным санитарно-гигиеническим благополучием превышений предельно допустимых максимальных

разовых концентраций нормируемых мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе не обнаружено. В среднем на территории наблюдения больше крупных фракций мелкодисперсных частиц, что связано с работой предприятия горнорудной промышленности.

Список литературы

1. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов [Электронный ресурс]. – М.: Стандартинформ, 2005. – URL: http://www.ekan.ru/sites/docs/GOST-17-2-3-01-86.pdf (дата обращения: 24.03.2023).

2. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (с изменениями на 30 декабря 2022 года) / утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 года № 2 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 24.03.2023).

3. A Comparison Study of Chemical Compositions and Sources of $PM_{1.0}$ and $PM_{2.5}$ in Hanoi / P.D. Hien, V.T. Bac, N.T.H. Thinh [et al.] // Aerosol and Air Quality Research. – 2021. – Vol. 21, № 10. – P. 210056. DOI: 10.4209/aaqr.210056

4. Air pollution and COVID-19 mortality in the United States: strengths and limitations of an ecological regression analysis / X. Wu, R.C. Nethery, M.B. Sabath [et al.] // Sci. Adv. – 2020. – Vol. 6, № 45. – P. eabd4049. DOI: 10.1126/sciadv.abd4049

5. Ambient PM_1 air pollution, blood pressure, and hypertension: Insights from the 33 Communities Chinese Health Study / B.-Y. Yang, Y. Guo, M.S. Bloom [et al.] // Environ. Res. – 2019. – Vol. 170. – P. 252–259. DOI: 10.1016/j.envres.2018.12.047

6. Association of short-term exposure to ambient PM_1 with total and cause-specific cardiovascular disease mortality / R. Xu, J. Wei, T. Liu [et al.] // Environ. Int. – 2022. – Vol. 169. – P. 107519. DOI: 10.1016/j.envint.2022.107519

7. Associations of long-term exposure to PM_1, $PM_{2.5}$, NO_2 with type 2 diabetes mellitus prevalence and fasting blood glucose levels in Chinese rural populations / F. Liu, Y. Guo, Y. Liu [et al.] // Environ. Int. – 2019. – Vol. 133, Pt B. – P. 105213. DOI: 10.1016/j.envint.2019.105213

8. Climatic modification effects on the association between PM1 and lung cancer incidence in China / H. Guo, X. Li, W. Li [et al.] // BMC Public Health. – 2021. – Vol. 21, № 1. – P. 880. DOI: 10.1186/s12889-021-10912-8

9. Colbeck I. Identification of air pollution sources via modeling techniques // In book: Methods in environmental forensics / ed. by S.M. Mudge. – Boca Raton: Taylor & Francis, 2009. – P. 309–352. DOI: 10.1201/9781420006056.ch10

10. Discovering oxidative potential (OP) drivers of atmospheric PM_{10}, $PM_{2.5}$, and PM_1 simultaneously in North-Eastern Spain / M. In't Veld, M. Pandolfi, F. Amato [et al.] // Sci. Total Environ. – 2023. – Vol. 857, Pt 2. – P. 159386. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.159386

11. Early life exposure to particulate matter air pollution (PM1, PM2.5 and PM10) and autism in Shanghai, China: A case-control study / G. Chen, Z. Jin, S. Li [et al.] // Environ. Int. – 2018. – Vol. 121, Pt 2. – P. 1121–1127. DOI: 10.1016/j.envint.2018.10.026

12. Long-term effect of intermediate particulate matter ($PM_{1–2.5}$) on incident asthma among middle-aged and elderly adults: A national population-based longitudinal

study / S. Li, J. Wei, Y. Hu [et al.] // Sci. Total Environ. – 2023. – Vol. 859, Pt 1. – P. 160204. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160204

13. Long-term exposure to PM_{10} above WHO guidelines exacerbates COVID-19 severity and mortality / M. Marques, E. Correig, D. Ibarretxe [et al.] // Environ. Int. – 2022. – Vol. 158. – P. 106930. DOI: 10.1016/j.envint.2021.106930

14. Lung function decline associated with individual short-term exposure to PM_1, $PM_{2.5}$ and PM_{10} in patients with allergic rhinoconjunctivitis / S. Li, G. Wang, Y. Geng [et al.] // Sci. Total Environ. – 2022. – Vol. 851, Pt 1. – P. 158151. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.158151

15. Particulate air pollution and clinical cardiovascular disease risk factors / R.P. Shanley, R.B. Hayes, K.R. Cromar [et al.] // Epidemiology. – 2016. – Vol. 27, № 2. – P. 291–298. DOI: 10.1097/EDE.0000000000000426

16. Short-term effects of PM_1, $PM_{2.5}$, and $PM_{2.5}$ constituents on myocardial infarction mortality in qingdao, China: A time-stratified case-crossover analysis / X. Ma, H. Duan, H. Zhang [et al.] // Atmospheric Environment. – 2023. – Vol. 294. – P. 119478. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2022.119478

17. The association between daily-diagnosed COVID-19 morbidity and short-term exposure to PM_1 is larger than associations with $PM_{2.5}$ and PM_{10} / J. Xiong, J. Li, X. Wu [et al.] // Environ. Res. – 2022. – Vol. 210. – P. 113016. DOI: 10.1016/j.envres.2022.113016

Гигиеническая оценка риска развития ожирения в условиях комплексного воздействия дизрапторов, содержащихся в питьевой воде

Д.А. Кряжев, В.М. Боев, Д.С. Карманова, Т.В. Боева

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России,
г. Оренбург, Россия

В РФ распространённость ожирения среди взрослого населения составляет, по данным разных авторов, от 20 до 55 %. Одной из причин могут быть вещества, поступающие в организм из окружающей среды (дизрапторы), способные вызывать эндокринные нарушения.

Изучены особенности риска развития ожирения в условиях воздействия эндокринных дизрапторов у населения и в модельном эксперименте при хронической пероральной экспозиции дизрапторами в дозах, не превышающих предельно допустимые.

Проведены оценка заболеваемости ожирением (E66) и кластерный анализ территорий Оренбургской области по трём признакам: общая заболеваемость ожирением в группе 0–14; 15–17 лет; взрослые, а также гигиеническая оценка питьевой воды. Проведен эксперимент на 58 крысах, разделенных на две группы. Опытная группа употребляла воду с содержанием 2.4-Д и железа в концентрациях 0,5 ПДК. У экспериментальных животных определяли уровень трийодтиронина, тиреоидного гормона и инсулина.

Кластерный анализ разделил все территории Оренбургской области на три кластера и позволил выделить территории наблюдения и сравнения: 1-й кластер, характеризующийся

высоким уровнем ожирения (территория наблюдения), 2-й кластер, характеризующийся низким уровнем (территория сравнения). На территории наблюдения заболеваемость у взрослых выше в 1,8 раза, в возрасте 15–17 лет – в 2,8 раза, в возрасте 0–14 лет – в 2,2 раза. При этом содержание железа, марганца, свинца, цинка, хрома, никеля, кадмия, 2.4-Д, хлороформа, тетрахлорметана, 1,2-дихлорэтана, бромоформа и ДДТ достоверно выше в 1,3–2 раза. Установлена достоверная корреляционная связь ожирения с содержанием дизрапторов в питьевой воде.

Результатами эксперимента показано, что у животных опытной группы увеличилась масса тела на 20 %, масса эпидидимального жира на 8 %, уровень инсулина на 23 %, трийодтиронина на 27 % и тироксина – 44 %.

Ключевые слова: питьевая вода, малые дозы, эндокринный дизраптор 2.4-Д, железо, ожирение.

Согласно паспорту национального проекта «Здравоохранение» стратегическими задачами государства остается укрепление состояния здоровья населения и, в особенности, детей. Кроме того, основными целями стратегии национальной безопасности являются формирование здорового образа жизни и укрепление здоровья граждан, а также безусловная реализация санитарно-эпидемиологического благополучия.

Стоит отметить, что многие задачи, поставленные в рамках национальных проектов Правительством РФ в области укрепления здоровья и создания безопасной окружающей среды, успешно реализуются и достигают целевых показателей. Вместе с тем вопросы формирования здорового образа жизни у населения остаются, несомненно, актуальными и острыми задачами. Важнейшим компонентом здоровья взрослых и, в особенности, детей и подростков является физическое развитие. Современные негативные тенденции, характеризующиеся увеличением населения, страдающего ожирением, возводят проблему изучения факторов, способствующих развитию избыточной массы тела, в ранг приоритетной.

По данным Всемирной организации здравоохранения за период с 1975 г. в мире количество лиц, страдающих ожирением, увеличилось в 3 раза. В целом же в Российской Федерации распространённость ожирения среди взрослого населения возрастает и составляет, по данным разных авторов, от 20 до 55 %. Кроме того, отмечается рост распространённости ожирения среди детского населения РФ. По данным ряда авторов, за последние 10 лет доля детей, страдающих ожирением, возросла с 5 до 15 % [5, 11]. Стоит отметить, что среди детского населения темпы роста ожирения значительно превышают таковые среди взрослого населения [1, 5, 11].

Существующие проблемы, связанные с увеличением количества лиц, страдающих ожирением, характерны и для Оренбургской области. По данным мониторинга «Укрепление общественного здоровья» в рамках национального проекта «Демография», проводимого Роспотребнадзором в Оренбургской области, установлено, что более 20 % детского населения имеют избыточную массу тела[1].

Известно, что развитию ожирения способствуют многообразие причин и факторов, основными из которых являются: питание, генетические факторы, окружающая среда, а также эндокринные заболевания и нарушения [2, 3, 8–10]. По данным ряда исследователей, вещества, поступающие в организм из окружающей среды (эндокринные дизрапторы), способные вызывать нарушения в работе эндокрин-

[1]Сайт Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [Электронный ресурс]. – URL: https://56.rospotrebnadzor.ru/ (дата обращения 07.04.2023).

ной системы и приводят к развитию метаболического синдрома и ожирения, могут оказывать негативный эффект даже в дозах, не превышающих предельно допустимые. Показано, что дизрапторными свойствами обладают как органические, так и неорганические химические вещества, при этом наиболее значимыми являются металлы и хлорорганические соединения [4, 6, 7]. Такие вещества и соединения способны вызывать метаболические нарушения, способствовать развитию метаболического синдрома, эндокринных заболеваний, в частности ожирения. Особенно важным остается изучение содержания эндокринных дизрапторов в питьевой воде, так как побочными продуктами хлорирования воды являются хлорорганические соединения, а спектр присутствующих в воде металлов-дизрапторов зависит от состава почв и геологических пород на территории проживания населения.

Проблема, связанная с возрастающей численностью населения, страдающего ожирением и эндокринными заболеваниями, требует более пристального внимания и изучения реального вклада различных факторов, способствующих формированию избыточной массы тела. При этом недостаточно изученными остаются вопросы по оценке реальных механизмов действия эндокринных деструкторов на организм.

Цель исследования – изучить особенности риска развития ожирения в условиях воздействия эндокринных дизрапторов у населения и в модельном эксперименте при хронической пероральной экспозиции дизрапторами в дозах, не превышающих предельно допустимые.

Материалы и методы. В работе проведена оценка заболеваемости ожирением (E66) в 41 муниципальном образовании Оренбургской области по данным официальных статистических форм ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр» за 2013–2021 гг. Для определения территорий наблюдения и сравнения проведен кластерный анализ по трём признакам: общая заболеваемость ожирением в возрастной группе 0–14 лет, 15–17 лет, взрослые (данные по каждому году (2013–2021 гг.).

На территориях выделенных кластеров проведена гигиеническая оценка питьевой воды централизованной системы водоснабжения на содержание металлов дизрапторов и хлорорганических соединений на соответствие требований СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» по данным Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2010–2020 гг.

С целью изучения метаболических изменений в организме проведен эксперимент 58 крысах-самцах линии Вистар. Условия содержания крыс, а также действия, производимые с животными, осуществлялись по правилам «Европейской конвенции защиты позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях» (Страсбург, Франция, 1986) и лабораторной практики, определенным Минздравом России (приказ Минздрава России от 01.04.2016 № 199н). Масса тела крыс в начале эксперимента составляла 160–170 г. Для проведения эксперимента животные разделили на две группы: контрольная группа (группа № 1), опытная группа (группа № 2). Опытную группу поили питьевой водой с содержанием 2.4-Д в концентрации 0,5 ПДК (доза 5,54 мкг/кг/сут) и 0,5 ПДК железа (доза 2,25 мкг/кг/сут). Контрольная группа употребляла питьевую воду без содержания железа и 2.4-Д.

На 135-е сутки крысы подвергались эвтаназии путём декапитации. Определение содержания в сыворотки крови гормонов щитовидной железы (трийодтиро-

нин (T_3), тиреоидный гормон (T_4) и инсулин) проведено с использованием набора реагентов Roche (Switzerland) на иммунохимическом анализаторе Cobas e 411.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием программы Statistica 10.0. Изученные количественные признаки соответствовали нормальному распределению (критерий хи-квадрат), в связи с чем описание полученных количественных признаков проводили в виде средней (*M*) и стандартной ошибки среднего (*m*) с оценкой статистической значимости различий независимых групп по параметрическому *t*-критерию Стьюдента. Корреляционный анализ проведен по Спирмену (Спирмена *R*).

Различия между показателями считали статистически значимыми при значении для $p \leq 0{,}05$ и вычисляли с помощью Fisher's exact test.

Результаты. Оценка заболеваемости ожирением показала, что на территории Оренбургской области наиболее высокий уровень установлен для детского населения 15–17 лет (среднемноголетний уровень 54,7 случая на 1000 человек населения), самый низкий уровень установлен для детского населения 0–14 лет (среднемноголетний уровень 24,5 случая на 1000 человек населения). Установлено, что пиком заболеваемости ожирением во всех возрастных группах является 2020 г., при этом отмечается резкое падение в 2021 г. со среднемноголетнего уровня 53 случая на 1000 человек населения до 36,7 случая на 1000 человек населения (рис. 1). Показано, что количество лиц, имеющих избыточную массу тела и ожирение, в Оренбургской области за изученные восемь лет возросло в 2–2,5 раза, при этом наиболее интенсивный рост отмечается у детского населения 15–17 лет.

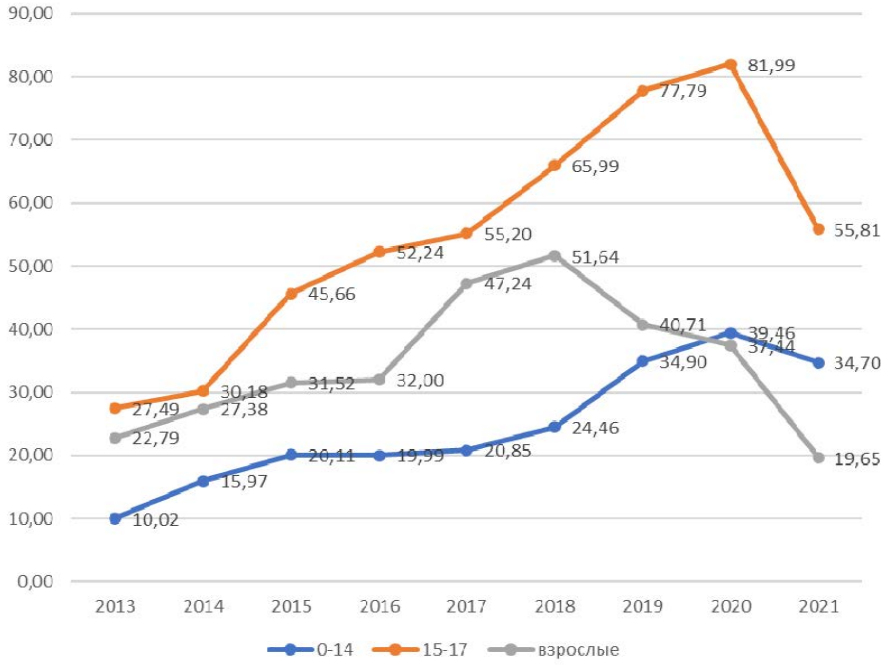


Рис. 1. Динамика заболеваемости ожирением населения Оренбургской области (случаев на 1000 человек населения)

Проведенный кластерный анализ разделил 41 территорию области на три крупных кластера, при этом 1-й кластер характеризовался самым высоким уровнем заболеваемости ожирением (территория наблюдения (включено 10 территорий)), второй кластер характеризовался наиболее низким уровнем заболеваемости ожирением (территория сравнения (включено 20 территорий)).

Установлено, что заболеваемость ожирением на территории наблюдения среди взрослого населения в 1,8 раза выше, чем на территории сравнения; в возрасте 15–17 лет – в 2,8 раза; в возрасте 0–14 лет – в 2,2 раза (рис. 2). Стоит отметить, что разница в уровне заболеваемости ожирением статистически достоверная ($p \leq 0{,}05$) между 1-м и 2-м кластером.

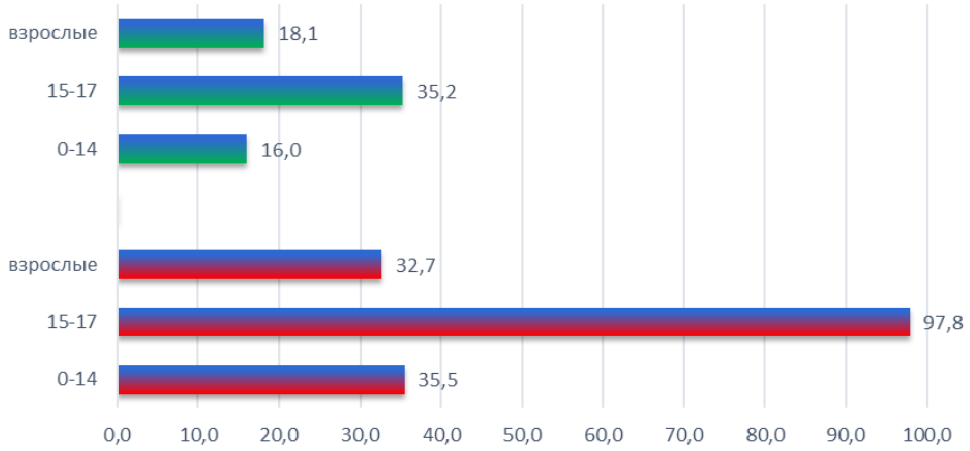


Рис. 2. Заболеваемость ожирением населения, проживающего на территории наблюдения и сравнения (случаев на 1000 человек населения)

Кроме того, при изучении динамики заболеваемости установлено, что за исследуемый период заболеваемость в возрастной группе 0–14 лет увеличилась на территории наблюдения в 2,5 раза; на территории сравнения – в 2 раза. В то же время в возрастной группе 15–17 лет в 1-м кластере (высокий уровень заболеваемости) заболеваемость увеличилась в 4 раза, а на территории сравнения – не увеличилась. У взрослого населения на территории наблюдения осталась на прежнем уровне, в то время как на территории сравнения снизилась в 1,5 раза.

Гигиеническая оценка содержания металлов-дизрапторов в питьевой воде показала отсутствие превышения гигиенических нормативов по всем изученным металлам. Тем не менее установлены достоверные различия концентраций для следующих металлов-дизрапторов: железо, марганец, свинец, цинк, хром, никель и кадмий. При этом на территории наблюдения содержание вышеперечисленных дизрапторов статистически значимо превышает в 1,5–2 раза аналогичные показатели для территории сравнения (табл. 1).

Установлено, что суммарный коэффициент загрязнения питьевой воды металлами-дизрапторами в кластере с самым высоким уровнем заболеваемости в 1,5 раз выше, чем на территории сравнения.

Гигиеническая оценка содержания хлорорганических соединений, обладающих дизрапторными свойствами, показала отсутствие превышений ПДК для терри-

тории наблюдения и сравнения. При этом установлено, что содержание 2.4-Д, хлороформа, тетрахлорметана, 1,2-дихлорэтан, бромоформа и ДДТ достоверно выше в 1,3–2 раза в 1-м кластере с самым высоким уровнем заболеваемости (табл. 2).

Суммарный коэффициент содержания хлорорганических соединений в питьевой воде на территории наблюдения выше в 1,4 раза.

Таблица 1

Содержание металлов-дизрапторов в питьевой воде на территории с высоким уровнем заболеваемости ожирением (доли ПДК)

Вещество	Территория наблюдения	Территория сравнения
Алюминий	0,12 ± 0,07	0,11 ± 0,03
Железо	**0,70 ± 0,01***	0,39 ± 0,08
Марганец	**0,49 ± 0,01***	0,15 ± 0,03
Медь	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Молибден	0,02 ± 0,001	0,02 ± 0,01
Свинец	**0,39 ± 0,05**	0,20 ± 0,05
Селен	0,01 ± 0,00	0,04 ± 0,01
Цинк	**0,05 ± 0,03***	0,03 ± 0,01
Хром	**0,23 ± 0,03***	0,11 ± 0,03
Никель	**0,36 ± 0,04***	0,22 ± 0,04
Ртуть	0,05 ± 0,02	0,07 ± 0,02
Кадмий	**0,28 ± 0,07***	0,20 ± 0,06
$K_{\text{суммарный}}$	**2,7 ± 0,06***	1,6 ± 0,1

Примечание: * – достоверность различий $p \leq 0,05$.

Таблица 2

Содержание хлорорганических соединений в питьевой воде на территории с высоким уровнем заболеваемости ожирением (доли ПДК)

Вещество	Территория наблюдения	Территория сравнения
2.4-Д	**0,037 ± 0,006***	0,020 ± 0,005
Хлороформ	**0,090 ± 0,012***	0,062 ± 0,036
Тетрахлорметан	**0,216 ± 0,048***	0,142 ± 0,026
1,2-Дихлорэтан	**0,134 ± 0,032***	0,109 ± 0,022
Тетрахлорэтилен	0,018 ± 0,004	0,022 ± 0,007
Бромдихлорметан	0,123 ± 0,005	0,108 ± 0,055
Дибромхлорметан	0,097 ± 0,008	0,073 ± 0,030
Бромоформ	**0,027 ± 0,001***	0,011 ± 0,005
Трихлорэтилен	0,013 ± 0,003	0,011 ± 0,002
ДДТ	**0,0004 ± 0,0002***	0,0002 ± 0,0001
$K_{\text{суммарный}}$	**0**,76 ± 0,06*	0,56 ± 0,007

Примечание: * – достоверность различий $p \leq 0,05$.

Таким образом, в результате проведенной гигиенической оценки содержания веществ, обладающих дизрапторными свойствами, установлено, что на территории наблюдения концентрации веществ несколько выше, чем на территории сравнения, однако не превышает нормативы. Очевидно, что существующее положение может провоцировать формирование метаболических нарушений, связанных с деструктивным действием дизрапторов и формированием эндокринных нарушений, приводящих к развитию ожирения у населения.

Кроме того, проведенный корреляционный анализ (Спирмена *R*) показал статистически достоверную связь между уровнем ожирения в возрастной группе 0–14 лет и содержанием железа ($R = 0{,}12$; $p \leq 0{,}05$), марганца ($R = 0{,}19$; $p \leq 0{,}05$), свинца ($R = 0{,}14$; $p \leq 0{,}05$), кадмия ($R = 0{,}06$; $p \leq 0{,}05$), 2.4-Д ($R = 0{,}23$; $p \leq 0{,}05$), хлороформа ($R = 0{,}12$; $p \leq 0{,}05$), и ДДТ ($R = 0{,}22$; $p \leq 0{,}05$); а также у детей 15–17 лет – с железом ($R = 0{,}11$; $p \leq 0{,}05$), марганцем ($R = 0{,}09$; $p \leq 0{,}05$), никелем ($R = 0{,}16$; $p \leq 0{,}05$), 2.4-Д ($R = 0{,}19$; $p \leq 0{,}05$) и тетрахлорметаном ($R = 0{,}17$; $p \leq 0{,}05$). Среди взрослого населения, статистически достоверных связей с содержанием дизрапторов в питьевой воде не установлено, что вероятнее всего связано с другими факторами, способствующими развитию ожирения (питание, образ жизни).

Различие в содержании исследованных дизрапторов в питьевой воде на территориях с высоким уровнем заболеваемости ожирением, а также положительные статистически значимые достоверные связи позволяют предположить вероятный вклад данных веществ в формирование метаболического синдрома и, как следствие, ожирения. Полученные результаты позволили спланировать и провести исследование в условиях экспериментальной биологической модели на животных по количественной оценке показателей, отражающих изменение жировой массы ткани при комбинированной экспозиции подпороговыми дозами 2.4-Д и Fe^{2+}.

Установлено, что у животных опытной группы, потреблявших воду, содержащую малые дозы гербицида 2.4-ДА и железа, происходило увеличение массы тела на 20 % относительно контрольных данных. Кроме того, установлено, что на 135-е сутки масса эпидидимального жира у животных 2-й группы на 8 % выше, чем в контрольной.

Поступление с питьевой водой смеси 2.4-ДА и железа в концентрации ниже нормируемых показателей характеризовалось повышением на 23 % уровня инсулина у животных относительно интактных (табл. 3). Таким образом, хроническое поступление с питьевой водой комбинации гербицида 2.4-ДА и Fe^{2+}, приводило к выраженной гиперинсулинемии.

Таблица 3

Показатели регуляторов метаболизма в условиях хронической экспозиции смеси 2.4-Д и Fe^{2+} ($M \pm m$)

Показатель	Группа 1 – контроль	Группа 2 – смесь 2.4-ДА и Fe^{2+}
Масса тела, г	331,5 ± 5,32	**396,2 ± 6,21***
Масса эпидидимального жира, г	6,61 ± 0,31	7,11 ± 0,43
Инсулин, мкЕД/мл	10,13 ± 0,56	**12,41 ± 0,23***
Т3, пмоль/л	5,62 ± 0,32	**4,11 ± 0,08***
Т4, пмоль/л	31,23 ± 0,28	**17,42 ± 0,18***

Примечание: * – достоверность различий $p \leq 0{,}05$.

Как видно из данных, представленных в табл. 3, поступление с питьевой водой 2.4-Д и Fe^{2+} сопровождалось снижением концентрации в сыворотке крови животных гормона трийодтиронина (T_3) на 27 % и тироксина (T_4) на 44 % соответственно.

Таким образом, у животных, употреблявших с питьевой водой смесь 2.4-ДА и Fe^{2+}, в концентрации ниже нормируемых, отмечались более выраженные изменения изучаемых показателей. В целом полученные данные свидетельствуют, что при оценке последствий загрязнения объектов окружающей среды важна не только концентрация отдельных экотоксикантов, которая по результатам модельного эксперимента является метаболически активной, но и их комбинация.

Результаты экспериментального исследования показали, что хроническое поступление с питьевой водой малых доз 2.4-Д (0,5 ПДК) и железа (0,5 ПДК) приводило к развитию обесогенного эффекта у животных. Этот эффект проявился, во-первых, в большем, чем в контроле, увеличении массы животных и, во-вторых, в большем накоплении эпидидимального жира, масса которого отражает содержание жировой ткани в организме [1, 6, 9].

В целом результаты модельного эксперимента свидетельствуют, что присутствие в питьевой воде 2.4-Д в комбинации с Fe^{2+}, вероятно, способствует развитию метаболических нарушений и, как следствие, ожирению.

Ограничением настоящей работы является отсутствие исследования маркеров экспозиции у населения, употребляющего воду на территориях с высоким уровнем ожирения.

Выводы. Структурно-динамический анализ заболеваемости ожирением установил территории с высоким уровнем патологии у населения, где уровень антропогенной нагрузки от содержания металлов-дизрапторов и хлорорганических соединений соответствует гигиеническим требованиям, но выше, чем на территориях с низким уровнем ожирения у населения, в 1,5–2 раза.

Установленные достоверные различия концентраций в питьевой воде металлов-дизрапторов и хлорорганических соединений на исследуемых территориях, а также положительные корреляционные связи между показателем заболеваемости ожирением и концентрациями веществ свидетельствуют о высокой вероятности влияния именно изученных веществ на развитие патологии.

Кроме того, результатами проведенного эксперимента на животных, употребляющих малые дозы 2.4-Д в сочетании с железом, показано вероятное обесогенное действие в основе которого лежит активация процессов биосинтеза липидов. Такое развитие процессов может быть связано со снижением функции гормонов щитовидной железы, возникающим под воздействием дизрапторов.

Список литературы

1. Евтеева А.А., Шеремета М.С., Пигарова Е.А. Эндокринные дисрапторы в патогенезе таких социально значимых заболеваний, как сахарный диабет, злокачественные новообразования, сердечно-сосудистые заболевания, патология репродуктивной системы // Ожирение и метаболизм. – 2021. –Т. 18, № 3. – С. 327–335. DOI: 10.14341/omet12757

2. Заболеваемость детей болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ в рамках национального проекта «Здравоохранения» Российской Федерации / Н.А. Голубев, Е.В. Огрызко, Е.А. Шелепова [и др.] // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2019. – № 3. – С. 358–371. DOI: 10.24411/2312-2935-2019-10072

3. Землянова М.А., Федорова Н.Е., Кольдибекова Ю.В. Биохимические маркеры негативных эффектов у детей при воздействии хлорорганических соединений, поступающих в организм с питьевой водой // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 9. – С. 33–37.

4. Лыхина Т.С., Харахорина Р.А. Цитокиновый профиль детей в условиях поступления хлорорганических соединений с питьевой водой // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2011. – № 2-2.– С. 95–96. 8

5. Ожирение в России: современный взгляд под углом социальных проблем / И.В. Лескова, Е.В. Ершова, Е.А. Никитина, В.Я. Красниковский, Ю.А. Ершова,

Л.В. Адамская // Ожирение и метаболизм. – 2019. – Т. 16 (1). – С. 20–26. DOI: 10.14341/omet9988

6. Особенности полиморфизма генов у детей с нарушением жирового обмена, потребляющих питьевую воду с содержанием хлороформа выше допустимого уровня / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.В. Долгих [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 12. – С. 33–35.

7. Оценка индивидуального риска метаболических нарушений у детей при экспозиции хлороформом питьевой воды / К.П. Лужецкий, П.З. Шур, О.Ю. Устинова, О.В. Долгих, Д.А. Кирьянов, В.М. Чигвинцев // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 28–35.

8. Следовые концентрации хлорорганических соединений в биологических жидкостях жителей Дальнего востока России / В.Ю. Цыганков, М.В. Ярыгина, О.Н. Лукьянова [и др.]. // Экология человека. – 2019. – № 1. – С. 15–19.

9. Совершенствование требований к контролю за применением хлорсодержащих веществ / З.И. Жолдакова, О.О. Синицына, Р.А. Мамонов [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 12. – С. 30–35. DOI: 10.35627/2219-5238/2019-321-12-30-35

10. Формирование нарушений жирового и углеводного обмена, обусловленных потреблением питьевой воды с повышенным содержанием хлорорганических соединений / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, П.З. Шур [и др.]. // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 12. – С. 29–32.

11. Экологические предпосылки к развитию избыточного веса и ожирения у детей / Л.В. Василос, М.Г. Арамэ, О.Н. Кырстя [и др.] // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2016. – № 4 (67). – С. 20–25. DOI: 10.18411/ hmes.d-2016-149

Использование программного обеспечения для оценки изменения санитарно-гигиенических показателей источников питьевого водоснабжения

Д.А. Кузянов, И.С. Кошелева, Ю.С. Гусев

Саратовский медицинский научный центр гигиены – филиал ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Саратов, Россия

Проблема оценки санитарно-гигиенического состояния источников питьевого водоснабжения в настоящее время сохраняет свою актуальность и требует подробного изучения. Одним из новых подходов к мониторингу водоисточников является метод дистанционного зондирования Земли.

Изучены закономерности изменения санитарно-химических показателей поверхностного водоисточника по данным анализа космических снимков. Анализ данных космических снимков проводился с использованием разработанной программы для расчета площади вод-

ного зеркала водоисточника. Данный показатель использовался при оценке санитарно-гигиенических показателей воды из пруда Волчий (село Еруслан, Федоровский район, Саратовская область) в июне, сентябре и октябре 2017 г.

Установлено, что изменение площади водного зеркала водоема имеет прямую сильную статистически значимую связь с таким показателем, как pH ($R = 0{,}940$, $R^2 = 0{,}884$; $p < 0{,}05$), обратную связь с содержанием солей хлоридов ($R = -0{,}990$; $R^2 = 0{,}981$; $p < 0{,}05$) и общей минерализацией ($R = -0{,}954$; $R^2 = 0{,}911$; $p < 0{,}05$). Результаты проведенного исследования могут быть использованы для формирования прогнозных моделей, описывающих влияние водных запасов водоисточника на динамику таких санитарно-химических показателей, как значения pH, общей минерализации, жесткости и перманганатной окисляемости, а также содержания солей хлоридов и аммония. Однако для повышения точности прогнозной модели требуется расширение временных границ динамического наблюдения.

Ключевые слова: санитарно-химические показатели, спутниковые снимки, источники питьевого водоснабжения, прогнозная модель, дистанционный мониторинг.

Всевозрастающее негативное воздействие на источники питьевого водоснабжения приводит к их загрязнению и деградации, что ставит под угрозу здоровье населения [4]. Традиционные методы мониторинга имеют один принципиальный недостаток – они не оперативны, и данные, полученные с их помощью, актуальны только в момент отбора пробы. Кроме того, степень загрязнения водоисточников в период между их отборами остается неизвестной. Химико-аналитические методы, применяемые в гигиеническом мониторинге, довольно трудоемки, их использование занимает много времени, а охват больших по протяженности водных объектов влечет за собой технические трудности, связанные с транспортировкой проб. Исходя из вышесказанного, технологии, позволяющие осуществлять дистанционный мониторинг качества водоисточников, могут стать перспективной альтернативой химическим методам анализа [7].

Активное развитие технологий дистанционного зондирования Земли дает возможность применять снимки с беспилотных летательных аппаратов, что позволяет проводить анализ состояния поверхностных источников питьевого водоснабжения, своевременно выявлять очаги загрязнения и прогнозировать их дальнейшее распространение [7].

Цель исследования – являлось изучение закономерностей изменения санитарно-химических показателей водоема по данным анализа спутниковых снимков.

Материалы и методы. Объект исследования – пруд Волчий (51.232187, 47.319341), расположенный вблизи села Еруслан Федоровского муниципального района Саратовской области. Исследуемый поверхностный водоисточник используется населением для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд.

Отбор проб воды осуществлялся в июне, сентябре и октябре 2017 г. и регламентировался ГОСТ «Вода. Общие требования к отбору проб» [2]. Санитарно-химические исследования проводились на базе Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора. Выбор контролируемых показателей обусловлен требованиями, предъявляемыми к качеству питьевой воды СанПиН 2.1.3684-21 [9] и МР 2.1.4.0176-20 [5].

Оценка закономерностей изменения санитарно-химических показателей водоисточника проводилась по изменению показателя площади водного зеркала с применением программного обеспечения, разработанного сотрудниками Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора на языке программирования

Java версии 13.0. Алгоритм работы программы (анализ изображения со спутника и непосредственно расчет площади водного зеркала) включает в себя пять основных этапов: загрузка спутникового изображения; выделение рабочего фрагмента; регулировка уровня тона рабочего фрагмента; бинаризация рабочего фрагмента; масштабирование пикселей в квадратные метры. Для минимизации ошибок, вызванных разницей в средней яркости обрабатываемых изображений, применен подход, при котором эффект достигается за счет автоматической регулировки уровня тона фрагмента изображения. Анализ фрагментов изображений осуществляется путем их бинаризации (пиксели черного цвета представляют собой водную поверхность). Исходными данными для программы являются снимки участка земной поверхности, сделанные при помощи семейства космических аппаратов Landsat и опубликованные на сайте Геологической службы США [10]. В работе не учитывается разница пространственного разрешения космических снимков. Для минимизации ошибки вычислений рекомендуется использовать снимки только одного спутника.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью пакета прикладных программ Statistica for Windows v. 7.0, StatSoft Inc. Сравнение полученных данных производили с помощью двустороннего *t*-критерия Стьюдента. Статистически значимыми считали различия при $p \leq 0{,}05$.

Результаты. В ходе проведенного исследования были использованы данные санитарно-химического анализа проб воды из пруда Волчий за июнь, сентябрь и октябрь 2017 г. (табл. 1).

Таблица 1

Показатели санитарно-химического анализа

Показатель	Июнь	Сентябрь	Октябрь
Цветность	25,5 ± 5,1	10,8 ± 2,2	29,9 ± 6,0
pH	8,9 ± 0,2	8,4 ± 0,2	7,7 ± 0,2
Жесткость	5,0 ± 0,8	4,5 ± 0,7	6,9 ± 1,0
Нитриты	0,089 ± 0,018	0,203 ± 0,041	0,085 ± 0,017
Аммиак	0,31 ± 0,06	0,37 ± 0,07	0,10 ± 0,02
Хлориды	3,4 ± 0,5	82,5 ± 8,2	95,8 ± 9,6
Железо	0,10 ± 0,02	0,53 ± 0,11	0,17 ± 0,03
Минерализация	139 ± 13,9	188,0 ± 18,8	186,3 ± 18,6
Перманганатная окисляемость	10,49 ± 1,05	16,46 ± 1,65	13,37 ± 1,34
Марганец	0,040 ± 0,008	1,370 ± 0,233	0,260 ± 0,052

Площадь водного зеркала определялась как суммарное количество пикселей (pixel), представляющих водную поверхность на спутниковом снимке. Далее проводился пересчет площади водного зеркала на квадратные метры в соответствии с масштабом местности (рисунок).

Для проведения статистического анализа результаты частных показателей площадей водных зеркал были сгруппированы для последующего расчета средних значений и ошибки измерения (табл. 2).

Зависимость между динамикой изменения водных ресурсов пруда Волчий и санитарно-химических показателей оценивалась посредством проведения корреляционно-регрессионного анализа. Результаты представлены в табл. 3.

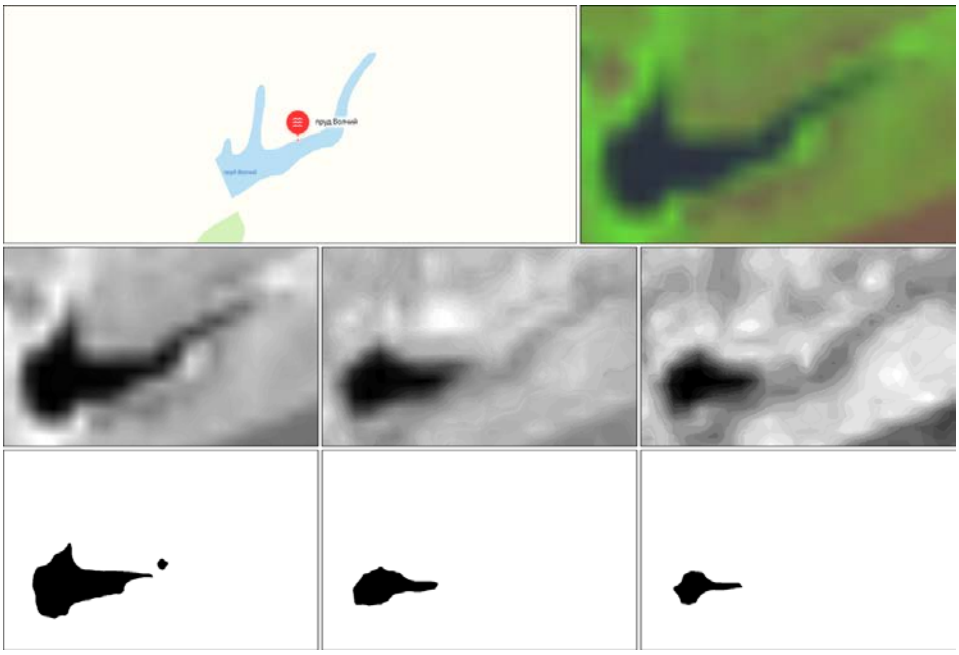


Рис. Место проведения исследований и этапы обработки данных при расчете площади водного зеркала

Таблица 2

Динамика изменения средних значений площадей водных зеркал исследуемых водоисточников за исследуемый период

Средние значения площадей ($M \pm m$), м^2		
Июнь	Сентябрь	Октябрь
18073 ± 740	8622 ± 151	4986 ± 483

Таблица 3

Характеристика корреляционной связи между средней площадью водного зеркала и данными санитарно-химического анализа

Пары исследуемых показателей	Площадь водного зеркала		
	R (коэффициент корреляции)	R^2 (коэффициент детерминации)	Уравнение парной линейной регрессии
Цветность	0,029	0,001	$y = 21{,}60774 + 0{,}00004x$
pH	0,940	0,884	$y = 7{,}44723 + 0{,}00008x$
Жесткость	–0,562	0,316	$y = 6{,}57998–0{,}00011x$
Нитриты	–0,219	0,048	$y = 0{,}14865–0{,}00000x$
Аммиак	0,550	0,303	$y = 0{,}13801 + 0{,}00001x$
Хлориды	–0,990	0,981	$y = 137{,}90193–0{,}00732x$
Железо	–0,393	0,154	$y = 0{,}40825–0{,}00001x$
Минерализация	–0,954	0,911	$y = 212{,}59647–0{,}00393x$
Перманганатная окисляемость	–0,685	0,469	$y = 16{,}63642–0{,}00030x$
Марганец	–0,395	0,156	$y = 0{,}99684–0{,}00004x$

Известно, что испарение воды с поверхности водоемов происходит постоянно и способствует повышению концентрации солей, преимущественно хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов [6]. Проведенный в настоящей работе анализ показал наличие обратной сильной статистически значимой зависимости между площадью водного зеркала водоисточника, с одной стороны, и концентрацией хлоридов в исследованных пробах воды – с другой ($R = –0,990$; $R^2 = 0,981$; $p < 0,05$). В то же время исследование взаимосвязи величины водного зеркала и показателя общей минерализации в пределах ошибки показало наличие обратной сильной статистически значимой зависимости ($R = –0,954$; $R^2 = 0,911$; $p < 0,05$). Полученные результаты достоверно согласуются с выводами, сделанными отечественными коллегами о повышении минерализации при пересыхании водоема [1, 8].

Альтернативный корреляционный анализ показал наличие сильной статистически значимой зависимости между площадью водного зеркала и величиной pH ($R = 0,940$; $R^2 = 0,884$; $p < 0,05$). Предполагается, что наблюдаемое смещение уровня pH исследуемых пресных вод в кислую сторону определяется избыточным накоплением ионов хлора. Так, в болотных водах, например, повышенная кислотность обусловлена наличием серной кислоты. Гидролиз железистых и других солей сильных кислот и слабых оснований также ведет к быстрому изменению реакции воды в кислую сторону [3]. Указанный в настоящей работе аспект подтверждается наличием сильной статистически значимой зависимости между концентрацией ионов хлора и величиной pH исследованных проб воды ($R = –0,884$; $R^2 = 0,782$; $p < 0,05$).

Проведенный корреляционный анализ показал наличие обратных корреляционных взаимосвязей средней силы между величиной площади водного зеркала и жесткостью ($R = –0,562$; $R^2 = 0,316$; $p < 0,05$), аммиаком ($R = 0,550$; $R^2 = 0,303$; $p < 0,05$) и перманганатной окисляемостью ($R = –0,685$; $R^2 = 0,469$; $p < 0,05$). Слабая связь характеризует оставшиеся показатели: цветность ($R = –0,029$; $R^2 = 0,001$; $p < 0,05$), нитриты ($R = –0,219$; $R^2 = 0,048$; $p < 0,05$), железо ($R = –0,393$; $R^2 = 0,154$; $p < 0,05$), марганец ($R = –0,395$; $R^2 = 0,156$; $p < 0,05$).

Таким образом, использование разработанного программного обеспечения позволило по данным анализа космических снимков рассчитать площадь водного зеркала пруда Волчий и провести анализ динамики изменения санитарно-химических показателей проб воды, полученных из исследуемого водоисточника. Полученные результаты могут быть использованы для создания прогнозной модели изменения таких показателей, как pH и общая минерализация, а также концентрации солей хлоридов с целью дистанционного гигиенического мониторинга состояния источников питьевого водоснабжения. Прямая зависимость указанных показателей от площади водного зеркала позволяет применять эти показатели как основополагающие при анализе. Однако для валидации полученных данных требуется расширить размер выборки.

Выводы. Разработанная программа оценки изменения площади водного зеркала водоема позволила установить сильную статистически значимую прямую связь с таким показателем как pH ($R = 0,940$; $R^2 = 0,884$; $p < 0,05$) и обратную связь с содержанием солей хлоридов ($R = –0,990$; $R^2 = 0,981$; $p < 0,05$) и значением показателя общей минерализации ($R = –0,954$; $R^2 = 0,911$; $p < 0,05$). По результатам исследований отмечено, что перемены в водных запасах источника питьевого водоснабжения могут позволить прогнозировать изменение концентрации аммиака, же-

сткости воды и перманганатной окисляемости. Результаты проведенного корреляционно-регрессионного анализа могут быть использованы для создания прогнозных моделей, описывающих влияние водных запасов водоисточника на динамику таких санитарно-химических показателей, как значения pH, общей минерализации, жесткости и перманганатной окисляемости, а также содержание солей хлоридов и аммония. Однако для повышения точности прогнозной модели требуются расширение временных границ динамического наблюдения и анализ сходимости прогнозных показателей относительно реальных показателей в будущих событиях.

Список литературы

1. Гигиеническая оценка малых водоемов степной зоны в связи с орошением земель / Ю.В. Новиков, И.А. Калашников, М.М. Сайфутдинов [и др.] // Гигиена и санитария. – 1987. – № 11. – С. 20–22.

2. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – М: Стандартинформ, 2019. – 36 с.

3. Гривко Е.В., Ишанова О.С. Оценка состояния водных экосистем биоиндикационными и физико-химическими методами: методические указания для студентов. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 43 с.

4. Методы мониторинга водных экологических систем и биоресурсов / У.Д. Низгулов, Э.С. Цховребов, М.П. Церенова [и др.] // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2013. – № 28. – С. 128–142.

5. МР 2.1.4.0176-20. Организация мониторинга обеспечения населения качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения / утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 30 апреля 2020 г. [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: https://docs.cntd.ru/document/565982142 (дата обращения: 02.04.2023).

6. Очистка водоемов от щелочных и тяжелых металлов с помощью высших водных растений / А.С. Жутов, Г.В. Лобкова, Т.И. Губина, С.М. Рогачева // Экология и защита окружающей среды: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. – Минск, 19–20 марта 2014 г. – С. 82–85.

7. Потапов В.П., Гиниятуллина О.Л., Андреева Н.В. Использование данных дистанционного зондирования земли для оценки антропогенного воздействия на водные объекты. 465 // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № S6. – С. 465–474.

8. Руднева И.И., Шайда В.Г., Щерба А.В. Особенности межгодовой и сезонной динамики экологического состояния соленых озер в условиях аридного климата Крыма // Аридные экосистемы. – 2022. – Т. 28, № 3 (92). – С. 117–125. DOI: 10.24412/1993-3916-2022-3-117-125

9. 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 / утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января

2021 г. № 3 (с изменениями на 14 февраля 2022 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://urfu.ru/fileadmin/user_upload/common_files/docs_units/oseb/SanPiN_2.1.3684-21_ot_28.01.2021_Sanitarno-ehpidemiologicheskie_trebovanija_k_soderzhaniju_territorii_gorodskikh_i_selskikh_poselenii__k_vodnym_obekt.pdf (дата обращения: 01.04.2023).

10. EarthExplorer [Электронный ресурс] // USGS, science for a changing world: сайт геологической службы США. – URL: https://earthexplorer.usgs.gov (дата обращения: 01.04.2023).

О взаимодействии Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю с региональной властью по реализации федерального проекта «Чистая вода» на территории Пермского края

А.М. Кышов

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

Представлены результаты реализации на территории Пермского края федерального проекта «Чистая вода» в рамках национального проекта «Жилье и городская среда» за 2019–2022 гг. Выделены основные этапы формирования «Региональной программы Пермского края по повышению качества водоснабжения на период с 2019 по 2024 гг.» и ее реализации в период с 2019 по 2022 г.

Ключевые слова: питьевая вода, национальный проект.

Участие воды в важнейших биохимических реакциях и физиологических процессах и необходимость в ней при осуществлении разнообразных технологий во всех сферах деятельности побуждают рассматривать воду в системе рыночных отношений как жизненно важный товар первой необходимости. При этом воде, используемой для питья и в хозяйственно-бытовых целях, отводится одно из ведущих мест среди факторов, оказывающих существенное влияние на популяционный уровень здоровья.

К сожалению, не все население Российской Федерации обеспечено безопасной и качественной питьевой водой. Основными причинами такой неблагоприятной ситуации являются:

– интенсивное загрязнение водоисточников, особенно поверхностных, из которых осуществляется водоснабжение около 70 % населения России;

– устаревшие технологии водоочистки и нарушение технологических условий эксплуатации существующих сооружений водоподготовки;

– вторичное загрязнение воды, прошедшей водообработку, в водоразводящих сетях в связи с низким качеством и коррозийной неустойчивостью труб, недостаточным санитарно-техническим уровнем строительных и ремонтных работ, периодическим режимом подачи или значительными перепадами давления в разводящей сети в ряде населенных мест.

Ранее задачи по улучшению обеспечения населения доброкачественной питьевой водой решались в рамках целевых или ведомственных комплексных программ. Так, в Пермском крае в рамках ведомственной программы по закрытию шахт Кизеловского угольного бассейна, удалось решить вопрос по выводу из эксплуатации водозаборных сооружений из открытых водоисточников, не соответствующих гигиеническим требованиям пять населенных пунктов в Чусовском и Гремячинском районах с переводом их на водоснабжение из артезианских скважин.

Исходя из важности качественной питьевой воды для здоровья и благоприятных условий проживания россиян, Президентом Российской Федерации в 2018 г. был издан Указ от 07.05.2018 г. № 204 «О разработке национального проекта «Экология», в который вошла целевая программа «Чистая вода». Как следует из названия, программа направлена на обеспечение россиян водой, которая отвечает всем установленным нормам, безопасна в употреблении.

Для достижения поставленной цели программой были поставлены следующие задачи:

– инвентаризация централизованных систем водоснабжения;

– разработка и утверждение региональных программ по строительству и реконструкции объектов питьевого водоснабжения;

– внедрение перспективных технологий водоподготовки.

Во исполнение Указа Президента РФ перед Правительством Пермского края и соответствующими министерствами и ведомствами была поставлена задача по разработке региональной программы «Чистая вода».

В целях разработки региональной программы «Чистая вода» в рамках национального проекта «Экология» Роспотребнадзором разработан порядок участия территориальных органов Роспотребнадзора в подготовке и согласовании региональных программ повышения качества водоснабжения.

Во исполнение указанного порядка Управлением проведена следующая работа:

– Управление приняло участие в формировании реестра ресурсоснабжающих организаций;

– сформированы и направлены в адрес Министерства ЖКХ и благоустройства Пермского края реестры санитарно-эпидемиологических заключений о соответствии санитарным правилам проектов зон санитарной охраны источников водоснабжения и заключений на деятельность по использованию водных объектов в питьевых целях;

– проведен расчет доли населения, обеспеченного качественной питьевой водой, в разрезе муниципальных образований, который направлен в Министерство ЖКХ и благоустройства Пермского края.

Налажено постоянное взаимодействие и обмен информацией с Министерством ЖКХ и благоустройства Пермского края в ходе разработки региональной программы.

Совместно с Региональной службой по тарифам Пермского края в октябре 2018 г. Управлением были разработаны и утверждены значения целевого показателя «Доля населения Пермского края, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, %» (табл.1).

Таблица 1

Доля населения Пермского края, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, %

Показатель	Год					
	2017–2019	2020	2021	2022	2023	2024
Значения целевого показателя	90,2	92,9	93,2	93,5	93,8	94,1

В дальнейшем рассчитанные показатели были откорректированы в соответствии с методическими рекомендациями 2.1.4.0143-19 «Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения» [1].

По результатам инвентаризации численность населения, проживающего на территории Пермского края, составляла 2,63 млн человек, в том числе численность населения, обеспеченного централизованным водоснабжением, 2,37 млн человек, из них 60 % пользуются питьевой водой из поверхностных источников водоснабжения, в том числе в таких крупных населенных пунктах, как г. Пермь, Кунгур, Краснокамск, Чайковский, Чусовой, Лысьва, Чернушка. Численность городского населения Пермского края составляла 1,98 млн человек, из них 1,89 млн человек было обеспечено качественной питьевой водой из централизованных систем водоснабжения.

Всего на начало 2019 г. в Пермском крае эксплуатировалось 1127 источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, из них 24 – поверхностные.

Протяженность водопроводных сетей на территории Пермского края составляла 7176,26 км, в том числе в муниципальной собственности – 6627,34 км, в государственной собственности – 7,42 км, в частной собственности – 325,2 км.

Большинство систем водоснабжения и водоотведения в Пермском крае было введено в эксплуатацию в период с 1950 по 1980 г. и построено без учета современных требований. Применение морально устаревших технологий и оборудования приводит к загрязнению водных источников недостаточно очищенными сточными водами и влечет за собой снижение качества коммунальных услуг водоснабжения.

По состоянию на 1 января 2019 г. степень износа основных фондов в сфере водоснабжения и водоотведения составила 73,3 % [3]. Такое состояние объектов отрицательно сказывается на надежности и качестве предоставления коммунальных услуг населению Пермского края. К основным проблемам водоснабжения и водоотведения населения края относятся:

– дефицит качественной воды, обусловленный недостаточной производительностью отдельных водопроводов, а так же значительными потерями воды в изношенных системах транспортировки;

– использование источников, не отвечающих гигиеническим требованиям (в том числе без достаточной очистки и обеззараживания воды);

– отсутствие установленных зон санитарной охраны ряда источников водоснабжения;

– неудовлетворительное техническое состояние водопроводных и канализационных сооружений и сетей.

На момент начала разработки программы по итогам 2018 г. ситуация с хозяйственно-питьевым водоснабжением складывалась следующим образом. По данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, в 2018 г. доля источников централизованного водоснабжения, отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, составляла 89,4 %, из них: поверхностных – 58,3 %, подземных – 90,03 %. Доля проб воды из водоисточников, не соответствующих гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям, составила 3,1 %, по санитарно-химическим – 12,7 %, в том числе из поверхностных по микробиологическим – 4,3 %, санитарно-химическим – 43,6 %.

При этом наиболее высокий уровень нестандартных проб воды по микробиологическим показателям, отобранных из поверхностных водоисточников в 2018 г., отмечался в г. Кунгуре (25 %), Кунгурском муниципальном районе (20 %) и Чайковском городском округе (10 %). По санитарно-химическим показателям наиболее высокий удельный вес нестандартных проб был зарегистрирован в Пермском муниципальном районе (75 %), Губахинском (81,2 %), Гремячинском (80 %), Чусовском (76,9 %), Нытвенском (73,9 %) городских округах, городах: Краснокамске (81,2 %), Чернушке (55 %), Перми (21,8 %) [2].

Высокий удельный вес нестандартных проб воды в источниках г. Перми и г. Краснокамска обусловлен высоким уровнем содержания железа в р. Каме. Источники водоснабжения г. Чернушки (р. Быстрый Танып) и п. Юго-Камский Пермского муниципального района (пруд на р. Северка) характеризуются стабильно высоким уровнем химического и биохимического потребления кислорода.

Показатели качества воды из подземных источников водоснабжения оставались более стабильными. По итогам 2018 г. доля проб с превышением гигиенических нормативов по микробиологическим показателям составила 3,0 %, по санитарно-химическим показателям 9,8 % [2].

Актуальными для Пермского края является природно-обусловленное повышенное содержание в питьевой воде некоторых химических веществ, в том числе железа, стронция, никеля, марганца, солей жесткости, образование галогенсодержащих соединений в процессе хлорирования, а также загрязнение воды в процессе транспортировки до потребителя.

В 2018 г. в рамках мониторинговых наблюдений на общую жесткость исследовано 1080 проб, из них 7,3 % превышали предельно допустимый уровень. Питьевую воду с общей жесткостью более 10 мг/экв/л употребляли более 857 тыс. человек, 32,7 % от всего населения Пермского края. За анализируемый период удельный вес нестандартных исследований питьевой воды централизованных систем водоснабжения по общей жесткости увеличился на 14,7 %.

Высокий уровень общей жесткости в питьевой воде, превышающий среднекраевой в 1,1 раза и более, отмечен на контрольных точках в Пермском, Кишертском муниципальных районах, Краснокамском городском округе и в г. Перми.

В 2018 г. доля проб питьевой воды из распределительной сети централизованного водоснабжения, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов по микробиологическим показателям, составила 1,6 %, по санитарно-химическим показателям – 4,5 %.

Состояние водопроводных сетей обусловлено несколькими факторами, в том числе распределением населения по территории Пермского края. Сформировав-

шиеся финансово-экономические отношения ресурсоснабжающих организаций в больших агломерациях (Пермь, Березники, Соликамск, Краснокамск, часть Пермского муниципального района и другие) позволяют обеспечить необходимое обновление сетевого хозяйства, в противоположность агломерациям, мелконаселенная территория не позволяет установить экономически обоснованные тарифы, которые включали бы необходимый объем финансовых вложений в обновление инфраструктуры.

Несмотря на неплохие краевые показатели по итогам 2018 г., специалистами Управления был проведен ретроспективный анализ качества питьевой воды, подаваемой населению конкретными системами водоснабжения, для выявления наиболее неблагополучных населенных пунктов. По данным анализа в 35 населенных пунктов, расположенных в Кунгурском, Октябрьском, Кишертском, Пермском, Чусовском, Чайковском, Еловском, Уинском, Чернушинском, Куединском районах, Лысьвенском городском округе, сложилась неблагополучная ситуация с качеством и безопасностью питьевой воды.

На основе проведенного анализа ситуации Управлением в адрес Министерства ЖКХ были направлены предложения по конкретным населенным пунктам для включения в программу. Основные направления, предложенные для включения в программу:

– строительство и модернизация систем водоподготовки населенных пунктов для снижения уровня жесткости воды, удаления нитратов и хлороформа, марганца, железа, стронция, никеля;

– прекращение подачи воды жителям г. Краснокамска с технического водозабора Краснокамского ЦБК с переводом на 100%-ное снабжение питьевой водой от Чусовского водозабора г. Перми;

– перевод населенных пунктов Пермского и Кунгурского районов (п. Юго-Камский, п. Ергач и д. Шадейка) с поверхностных водоисточников на подземные;

– вывод из эксплуатации Большекамского водозабора г. Перми.

К сентябрю 2019 г. проект программы был разработан, и Министерство ЖКХ Пермского края обратилось в Управление с заявлением о согласовании Региональной программы Пермского края по повышению качества водоснабжения на период с 2019 по 2024 г. Все системы водоснабжения по 35 населенным пунктам, предложенные Управлением, вошли в программу. Региональная программа Управлением была согласована.

30.09.2019 года было издано Постановление Правительства Пермского края от № 696-п «Об утверждении региональной программы Пермского края по повышению качества водоснабжения на период с 2019 по 2024 год». Ответственным исполнителем Региональной программы было определено Министерство жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства Пермского края. Целью региональной программы является повышение качества питьевой воды, поставляемой населению Пермского края посредством организации централизованного водоснабжения.

Задачи региональной программы – строительство и (или) реконструкция (модернизация) объектов питьевого водоснабжения с использованием перспективных технологий водоподготовки, включая технологии, разработанные организациями оборонно-промышленного комплекса.

Целевые показатели:

1. Доля населения Пермского края, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения.

2. Доля городского населения Пермского края, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения.

Общий объем финансирования на сегодня составляет 4 462 650,33935 тыс. руб., в том числе:

средства федерального бюджета – 2 183 315,04852 тыс. руб.;

средства бюджета Пермского края – 436 203,05051 тыс. руб.;

средства местных бюджетов – 2622,24032 тыс. руб.;

средства внебюджетных источников – 1 840 510,00000 тыс. руб.

В первоначальный вариант региональной программы были включены системы водоснабжения 35 населенных пунктов с учетом направленных ранее предложений, сформулированных Управлением.

Позже в региональной программе были выделены 13 приоритетных мероприятий (одним их критериев внесения мероприятия в категорию первоочередного являлось наличие проектно-сметной документации прошедшей Государственной экспертизы).

Ожидаемый результат региональной программы – обеспечение достижения плановых значений целевых показателей в соответствии с Соглашением о реализации регионального проекта «Чистая вода (Пермский край)» на территории Пермского края, заключенным между Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации и Правительством Пермского края[1]:

1. Повышение доли населения Пермского края, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, до 93,1 % по итогам 2024 г.

2. Повышение доли городского населения Пермского края, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, до 98,9 % по итогам 2024 г.

3. Количество построенных и реконструированных (модернизированных) объектов питьевого водоснабжения и водоподготовки, предусмотренных региональными программами, 11 штук по итогам 2024 г.

Ниже приведены целевые и достигнутые фактические показатели в цифровом выражении на этапах с 2019 по 2024 г., с учетом их корректировкой в 2022 г. в сторону увеличения (табл. 2, 3).

На сегодняшний день реализованы (или находятся в стадии реализации) мероприятия, направленные на повышение доли населения, обеспеченного качественной питьевой водой.

Так, в 2020 г. реализовано одно мероприятие – «Реконструкция системы водоснабжения г. Краснокамска», а именно: «Водовод по ул. Сысольской, Кировоградской в Кировском районе г. Перми» для подключения г. Краснокамска на снабжение водой от ЧОС. Работы были начаты в 2019 г., а завершены в мае 2020 г.

[1] Соглашение о реализации регионального проекта «Чистая вода (Пермский край)» на территории Пермского края от 04 декабря 2020 г. N 069-2020-F5001-59, заключенный между Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации и Правительством Пермского края.

Таблица 2

Доля населения субъекта Российской Федерации, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, %

Показатель	Год					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Исходный целевой показатель	90,2	90,3	90,6	91,2	92,1	93,1
Достигнутый уровень	89,1	92,6	92,7	94,6	–	–
Скорректированный целевой показатель	89,1	90,3	92,3	92,7	92,7	93,1

Таблица 3

Доля городского населения субъекта Российской Федерации, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, %

Показатель	Год					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Исходный целевой показатель	95,8	95,9	96,1	96,5	97,0	98,4
Достигнутый уровень	97,3	98,3	98,4	99,6	–	–
Скорректированный целевой показатель	97,4	97,6	98,3	98,3	98,3	98,9

В результате реализации мероприятия в октябре 2020 г. совершен переход на снабжение г. Краснокамска водой от Чусовских очистных сооружений г. Перми в полном объеме. Действовавший ранее водозабор из р. Камы (являвшийся по факту техническим и построенным на производственные нужды Камского целлюлозно-бумажного комбината) прекратил подачу воды населению г. Краснокамска.

Эффект от реализации мероприятия – увеличение доли населения, обеспеченного качественной питьевой водой, на 0,319 % (8360 человек). Оценка фактической эффективности реализованного мероприятия проведена в рамках проведения регулярного мониторинга в 2021 г. Эффективность мероприятий подтверждена лабораторными данными.

В 2021 г. завершены два мероприятия: «Реконструкция системы водоснабжения г. Лысьва» (строительство дюкера с выводом из эксплуатации Болотинского водозабора с переходом на 100 % снабжение города от Каменноложского водозабора). Ожидаемый прирост населения, обеспеченного качественной водой, – 0,328 % (8600 человек). Эффективность мероприятия будет подтверждена по итогам 2022 г. «Реконструкция сетей водоснабжения Мотовилихинского р-на г. Перми» (строительство водовода от площадки БКВ до м/р Садовый с последующим выводом БКВ из эксплуатации).

В результате в июне 2022 г. произведен вывод из эксплуатации Большекамского водозабора г. Перми с переходом на снабжение питьевой водой от Чусовских очистных сооружений, отвечающих требованиям санитарных правил и норм (прирост населения на 0,03 %, 780 человек).

В декабре 2022 г. построен «Водопровод от скважины д. Богданово для технологического присоединения к централизованной системе холодного водоснабжения п. Менделеево» (прирост населения на 0,031 %, 800 человек).

Помимо строительных работ в течение 2022 г. проводилась разработка проектной документации по объектам региональной программы, не включенным в ка-

тегорию первоочередных, в том числе реконструкция систем водоснабжения городов Кизела, Гремячинска, Чусового, Кунгура, поселков Щучье Озеро Октябрьского ГО, Юго-Камский, п. Сылва Пермского МР, с. Плеханово Кунгурского МО, Красновишерского, Чайковского, Чернушинского ГО.

Реализация указанных мероприятий позволит увеличить численность населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, на 61 475 человек.

В 2022 г. по согласованию с Управлением дополнительно в перечень мероприятий, предусмотренных региональной программой, включены следующие объекты для реализации в 2023–2024 гг.:

1. «Водопровод от скважины д. Богданово для технологического присоединения к централизованной системе холодного водоснабжения п. Менделеево». Население под воздействием – 800 человек. Вывод из эксплуатации источника водоснабжения, не соответствующего санитарным нормам, с присоединением д. Богданово к системе водоснабжения п. Менделеево.

2. «Реконструкция водовода «Водозабор с. Крылово – Регулирующие резервуары» Осинского района Пермского края». Население под воздействием – 1782 человека. Эффект – приведение качества питьевой воды к нормативу по микробиологическим показателям в части г. Осы.

3. «Реконструкция водовода «Санация и строительство 2-й нитки водовода Гайва-Заозерье» г. Перми. Население под воздействием – 6000 человек. Результат – присоединение м/р Заозерье к системе водоснабжения г. Перми с выводом из эксплуатации водозабора, не отвечающего требованиям нормативов по показателю «жесткость».

4. «Строительство сети водоснабжения д. Мерекаи Ординского муниципального округа Пермского края». Население под воздействием – 320 человек. Результат – подключение д. Мерекаи к системе централизованного водоснабжения (на сегодня водоснабжение нецентрализованное).

В дальнейшем Управление планирует продолжать контроль за реализацией региональной программы в рамках своих полномочий.

Список литературы

1. МР 2.1.4.0143-19. Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения / утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 27.03.2019 года. – М., 2020. – 14 с.

2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2018 году: Государственный доклад. – Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2019. – 271 с.

3. Статистический ежегодник Пермского края / Пермьстат. – Пермь, 2019. – 357 с.

Подходы к оценке и эмпирические индикаторы удовлетворенности населения качеством атмосферного воздуха

Н.А. Лебедева-Несевря[1,2], А.О. Барг[1,2], М.Д. Корнилицына[2]

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

Важным показателем санитарно-эпидемиологического благополучия населения, наряду с объективными характеристиками среды обитания, выступает субъективная оценка ее качества населением. Рассматриваются основные подходы к эмпирическому изучению уровня удовлетворенности населения качеством атмосферного воздуха в рамках социологических исследований. Систематизируются эмпирические индикаторы удовлетворенности, приводятся формулировки вопросов, используемых для анализа удовлетворенности при проведении формализованных массовых опросов. Обсуждаются прямые и косвенные индикаторы удовлетворенности населения качеством атмосферного воздуха.

Ключевые слова: удовлетворенность, субъективное благополучие, качество атмосферного воздуха, социологическое исследование.

Качество окружающей природной среды является значимым фактором благополучия (в том числе оцениваемого на основе субъективных характеристик) населения. Так, высокий уровень загрязненности атмосферного воздуха достоверно связан с пониженным ощущением счастья [7], а улучшение качества окружающей среды (атмосферного воздуха и питьевой воды) повышает субъективное восприятие удовлетворенности жизнью [3]. Субъективное измерение качества жизни, выраженное, в частности, через уровень удовлетворенности населения различными аспектами своей жизни, является значимым показателем эффективности мер государственного управления и поддержки.

Категория удовлетворенности широко используется в социальных науках при изучении отношения к труду, работе, различным услугам (медицинским, образовательным), а также общего отношения к жизни. Для многих стран мира с 2007 г. рассчитывается индекс удовлетворенности качеством жизни (Satisfaction with Life Index), основанный на методике А. Уайта. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) включает показатель удовлетворенности качеством жизни в интегральный Индекс лучшей жизни. Удовлетворенность оценивается по результатам массового опроса с помощью вопроса «Насколько в целом вы удовлетворены своей жизнью по шкале от 0 до 10?»[1]. Всероссийский центр изучения

[1] Life satisfaction [Электронный ресурс] // OECD Better Life Index: официальный сайт ОЭСР. – URL: https://www.oecdbetterlifeindex.org/topics/life-satisfaction/ (дата обращения: 10.04.2023).

общественного мнения (ВЦИОМ) рассчитывает сводный индекс удовлетворенности россиян качеством жизни, интегрирующий результаты оценки населением важности различных аспектов жизнедеятельности (безопасность, стабильный заработок, доступность медицинской помощи, комфортные жилищные условия, экология (качество воды и воздуха) и пр.) и удовлетворенности ими[2]. Удовлетворенность здесь также оценивается с помощью общего вопроса «Оцените, пожалуйста, по шкале от «1» до «5», где «5» – «полностью удовлетворен (а)», «1» – «полностью не удовлетворен (а)» насколько Вы удовлетворены качеством Вашей жизни по следующим характеристикам…».

Чаще всего операционализация категории «удовлетворенность» в эмпирических исследованиях приводит к формулировкам вопросов общего характера (таблица).

Эмпирическое изучение удовлетворенности в социологических исследованиях

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответа (шкала)	Сфера исследования
1	«В какой мере Вас устраивает…?»	Полностью утраивает Скорее устраивает Скорее не устраивает Не устраивает Затрудняюсь ответить	Различные сферы жизни (в том числе состояние окружающей среды, медицинская помощь, благоустройство города и пр.) [9]
2	«Насколько вы удовлетворены…?»	Вполне удовлетворен Скорее удовлетворен, чем не удовлетворен Скорее удовлетворен, чем не удовлетворен Совершенно не удовлетворен Затрудняюсь ответить	Удовлетворенность жизнью [1]
3	«Как вы оцениваете уровень вашей удовлетворенности … в целом? (1– «очень высокий», 5 – «очень низкий»)»	5-балльная шкала, где «1» соответствует очень высокому уровню удовлетворенности, а «5» – очень низкому	Удовлетворенность работой [5]
4	«Удовлетворены ли вы…?»	Удовлетворен полностью Скорее удовлетворен, чем не удовлетворен Скорее не удовлетворен, чем удовлетворен Не удовлетворен	Удовлетворенность медицинской помощью [4]
5	«Если говорить в целом, в какой мере вас устраивает сейчас …?»	Вполне устраивает По большей части устраивает Отчасти устраивает, отчасти нет По большей части не устраивает Совершенно не устраивает Затрудняюсь ответить	Удовлетворенность жизнью [6]
6	«В какой степени Вас удовлетворяет или не удовлетворяет…?»	Совершенно не удовлетворяет Скорее, не удовлетворяет, чем удовлетворяет Частично удовлетворяет, частично нет Скорее, удовлетворяет, чем нет Полностью удовлетворяет	Удовлетворенность работой [2]

[2] Качество жизни россиян: ключевые факторы [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВЦИОМ. – URL: https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/kachestvo-zhizni-rossiyan-klyuchevye-faktory (дата обращения: 10.04.2023).

Удовлетворенность населения качеством окружающей среды часто оценивается на основе вопросов, предполагающих субъективную оценку ее качества. Например, «Оцените, пожалуйста, по 5-балльной шкале…» следующие характеристики окружающей среды города: экологическое состояние городской среды в целом, состояние (чистота) атмосферного воздуха, состояние водных объектов и пр. [8]. Для оценки предлагается шкала с вариантами ответов: «отличное» (5 баллов), «очень хорошее» (4 балла), «хорошее» (3 балла), «удовлетворительное» (2 балла) и «плохое / ужасное» (1 балл).

Оценочное отношение к ситуации (объекту) может выступать показателем удовлетворенности, однако не может считаться единственным.

Целесообразно выделить три ключевых компонента удовлетворенности на индивидуальном уровне: 1) значимость ситуации (объекта) для индивида; 2) интерпретация ситуации (определение состояния объекта) – оценочное отношение к ней; 3) приемлемость ситуации (состояния объекта). Проиллюстрируем данный подход на примере оценки удовлетворенности населения качеством атмосферного воздуха.

Значимость ситуации (субъективная оценка важности качества атмосферного воздуха и его отдельных характеристик) раскладывается на: а) место сопряженной ценности в структуре ценностных ориентаций; б) наличие актуализированной потребности; в) эмоциональный отклик (чувства, возникающие по поводу объекта – уровень страха, тревожности).

Характеристика (интерпретация) ситуации (оценка качества атмосферного воздуха) включает: а) общее отношение к ситуации (измерение «качества» как обобщенного понятия и оценка по отдельным характеристикам); б) определение основных источников загрязнения; в) субъективное восприятие риска.

Субъективная приемлемость ситуации («нормальность» уровня загрязнения) предполагает анализ: а) результатов сопоставления с «идеальной картиной» (факт vs. эталон); б) желания изменить и готовности действовать с целью изменения ситуации; в) наличие и действие «компенсаторных» факторов (оправданность риска). На приемлемость ситуации и, как следствие, уровень удовлетворенности влияет также доверие лицам, принимающим решения.

Остановимся подробнее на эмпирических индикаторах удовлетворенности качеством атмосферного воздуха.

При анализе места сопряженной ценности в структуре ценностных ориентаций можно опираться на перечень базовых ценностей. Базовыми ценностями, сопряженными с качеством атмосферного воздуха, являются здоровье и безопасность. Согласно опросам Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ), состояние здоровья стабильно входит в число наиболее значимых ценностей россиян на протяжении последних 15 лет[3]. Так, в октябре 2020 г. на вопрос «Насколько для вас важны следующие стороны вашей жизни: состояние Вашего здоровья и здоровья членов Вашей семьи?» вариант «Скорее важно» выбрали 99 % респондентов. При ответе на вопрос «Насколько для вас важны следующие стороны вашей жизни: Ваша личная безопасность и безопасность Вашей семьи?» вариант «Очень важно» отметили 99 % опрошенных россиян. Пандемия

[3] Жизненные приоритеты россиян: семья, деньги или творчество? [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВЦИОМ. – URL: https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/zhiznennye-prioritety-rossiyan-semya-dengi-ili-tvorchestvo (дата обращения: 11.04.2023).

COVID-19 (2020–2021 гг.), очевидно, не снизила значимость ценности здоровья и безопасности[4].

Методика ВЦИОМ, направленная на изучение жизненных ценностей россиян, предполагает оценку респондентами различных условий жизни (социальной инфраструктуры, среды обитания («экологии») в месте проживания, климата (погоды) и пр.). Качество атмосферного воздуха является одним из компонентов *условий жизни* в группе «природные условия».

Условия жизни структурируются на природные условия (климат, уровень загрязненности атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и пр.) и социально-экономические условия (развитость социальной инфраструктуры, условия труда, условия быта, уровень преступности и пр.).

Определение сравнительной значимости качества атмосферного воздуха среди прочих условий жизни может реализовываться на основе закрытого (полузакрытого) вопроса, предлагающего выбор наиболее значимых (важных) компонентов условий жизни (подобный подход мы встречаем в опросах Фонда «Общественное мнение» (ФОМ): «Что из перечисленного на сегодняшний день для вас наиболее важно?» (выберите не больше трех позиций)). Определение значимости качества атмосферного воздуха без сопоставления с иными компонентами условий жизни предполагает косвенный закрытый вопрос, предлагающий респонденту соотнести себя с той или иной группой людей, различающихся по оценкам значимости отдельных компонентов условий жизни (пример ФОМ: «Для одних людей важно < … > . Для других это не важно. К каким людям вы себя относите – к первым или ко вторым?»).

Потребность интерпретируется в терминах нужды, недостаточности чего-то, необходимого для жизни. Удовлетворение потребностей определяет на базовом уровне – выживание, на более высоких уровнях – комфортность существования. Установить степень включенности качества атмосферного воздуха в число потребностей, обеспечивающих комфортность жизни, можно на основе нескольких вопросов. Закрытый вопрос «Чего вам не хватает для того, чтобы ваша жизнь была более комфортной?», предлагающий, среди прочего, вариант «Улучшить качество атмосферного воздуха». Открытый (полузакрытый) вопрос, предлагающий косвенно оценить актуализированность потребности в атмосферном воздухе более высокого качества через обращение к характеристикам городской среды: «Что нужно сделать для того, чтобы жизнь в вашем микрорайоне (районе вашего проживания) стала более комфортной?».

Свидетельством значимости объекта является также наличие информационной потребности, маркирующей потребность в атмосферном воздухе определенного качества. Качество атмосферного воздуха как предмет неформальной коммуникации можно охарактеризовать на основе вопроса ВЦИОМ: «Обсуждаете ли вы с … (друзьями, своим супругом/ой, родственниками, знакомыми) темы…?» (закрытый альтернативный вопрос с вариантами «Да, обсуждаем», «Нет, не обсуждаем», «Затрудняюсь ответить»).

Чем более значим для человека какой-либо объект внешней среды, тем серьезнее будут оценены последствия его отсутствия. Ситуация, в которой данные по-

[4] Здоровье, безопасность, семья и работа [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВЦИОМ. – URL: https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/zdorove-bezopasnost-semya-i-rabota (дата обращения: 11.04.2023).

следствия реализуются, будет восприниматься крайне эмоционально. У человека возникает страх, тревога. Согласно данным ФОМ, в числе основных страхов россиян в повседневной жизни устойчиво закрепились здоровье близких, собственное здоровье, страх за детей (внуков) и безденежье. Так, по данным опроса, проведенного в феврале 2022 г., страхи и опасения по поводу здоровья близких к числу первоочередных тревог относили 54 % россиян[5].

Определение уровня эмоционального напряжения применительно к ситуации с качеством атмосферного воздуха на территории проживания можно осуществить с помощью следующих вопросов. Вопрос о месте снижения качества атмосферного воздуха в структуре страхов (тревог) респондентов. Пример ФОМ: «Если говорить о вашей повседневной жизни, то какие страхи, опасения вы испытываете, что вызывает у вас тревогу прежде всего?». Вопрос об общем уровне обеспокоенности ситуацией. Пример Левада-Центра[6]: «Боитесь ли вы и в какой мере?» (варианты ответа – «совершенно не боюсь», «скорее не боюсь», «скорее боюсь», «постоянно испытываю страх», «затрудняюсь ответить»).

Качество атмосферного воздуха понимается как степень его соответствия потребностям людей. Отсюда вопрос об оценке качества воздуха может давать информацию не только о восприятии ситуации, но и о степени актуализированности потребности. Следовательно, целесообразно ввести контрольный вопрос, позволяющий респонденту описать объект без апелляции к категориям «качество», «удовлетворенность» и «потребность».

Качество атмосферного воздуха предлагается оценить либо в дихотомии хорошее / плохое, либо по 5- и 10-балльной шкале. Пример ФОМ: «Как вы оцениваете качество … там, где вы живете? Это качество хорошее или плохое?». Пример ВЦИОМ: «Оцените, пожалуйста, в среднем по пятибалльной шкале < качество атмосферного воздуха в вашем микрорайоне (районе вашего проживания) > … Оценка «пять» – это «отлично», оценка «один» – «очень плохо». Имеет смысл оценивать ситуацию в динамике (ретроспективная и перспективная). Пример ФОМ: «Как вы думаете, … в последние годы улучшается, ухудшается или практически не меняется?». Также имеет смысл оценка ситуации в динамике по отдельным характеристикам состояния атмосферного воздуха, определяющим его качество (вариант вопроса: «Чувствовали ли вы изменения ниже перечисленных характеристик атмосферного воздуха … в последний год…?». Характеристики: загрязняющие вещества; неприятные запахи; прозрачность; негативные проявления состояния здоровья (кашель, усталость, головная боль и т.п.). Шкала: меньше, слабее, реже / так же / больше, сильнее, чаще).

Характеристика состояния атмосферного воздуха может осуществляться без обращения к категории «качество». Пример ФОМ: «Как бы вы оценили < состояние атмосферного воздуха > в вашем микрорайоне (районе вашего проживания) – оно отличное, хорошее, среднее, плохое или очень плохое?»

Оценку отдельных характеристик качества атмосферного воздуха можно базировать на основе анализа частоты / силы их выраженности. Оценка частоты применяется для показателей: а) наличие / отсутствие воспринимаемого воздействия на

[5] Тревоги и опасения людей. Что беспокоит людей в повседневной жизни, в стране и мире [Электронный ресурс] // Официальный сайт ФОМ. – URL: https://fom.ru/Nastroeniya/14685 (дата обращения: 11.04.2023).

[6] АНО «Левада-Центр» внесена Минюстом в реестр некоммерческих организаций, выполняющих функции иностранного агента.

здоровье (першение в горле, скрип на зубах, слезящиеся глаза и пр.) – «Как часто вы ощущаете следующие последствия загрязненности атмосферного воздуха?»; б) прозрачность / запыленность – «Как часто воздух в вашем микрорайоне (районе вашего проживания) можно назвать грязным, запыленным», в) наличие / отсутствие посторонних запахов – «Как часто вы чувствуете в воздухе (во дворе, на улице) посторонние запахи?». Варианты шкал: шкала частоты с вариантами «Постоянно», «Время от времени», «Редко», «Никогда»; шкала частоты с указанием конкретных временных интервалов. Пример ВЦИОМ: «Каждый день», «Несколько раз в неделю», «Несколько раз в месяц», «Несколько раз в год», «Раз в год или реже».

Оценка интенсивности выраженности применяется для следующих характеристик: а) наличие / отсутствие в атмосферном воздухе загрязняющих веществ; б) наличие / отсутствие вредного воздействия для здоровья человека. Примеры вопросов: 1) «Оцените по 7-балльной шкале уровень загрязненности атмосферного воздуха в вашем микрорайоне (районе вашего проживания), где “1” – очень низкий, а “7” – очень высокий». Возможное ограничение вопроса – для респондентов «оценка качества атмосферного воздуха» и «оценка уровня его загрязненности» могут звучать синонимично. Вариант преодоления ограничения – введение в формулировку вопроса уточнений «химическое загрязнение» или «загрязнение вредными веществами»; 2) «Как вы думаете, влияет ли состояние атмосферного воздуха в вашем микрорайоне (районе вашего проживания) на здоровье жителей?» (шкала: «Влияет сильно», «Скорее влияет», «Скорее не влияет», «Не влияет», «Затрудняюсь ответить»).

Характеристика источников загрязнения может осуществляться через оценку вклада каждого из источников (теплоэлектростанции, промышленные предприятия, транспорт, печное отопление в частных домах, бензозаправки, лесные пожары) в загрязнение атмосферного воздуха и оцениваться отдельно. Пример вопроса: «Ниже приведен список возможных источников загрязнения атмосферного воздуха. Как вы думаете, какой вклад вносят эти источники в загрязнение воздуха в вашем микрорайоне? Оцените по 5-балльной шкале, где “1” – вносит очень небольшой вклад в загрязнение атмосферного воздуха, “5” – вносит очень большой вклад в загрязнение атмосферного воздуха».

Субъективное восприятие риска, в том числе ощущение защищенности и безопасности, предлагается оценивать через анализ возможных последствий для собственного здоровья и здоровья близких вследствие загрязненности атмосферного воздуха. Пример вопроса: «Ниже приводится перечень заболеваний, которые некоторые люди связывают с загрязнением атмосферного воздуха. Как вы думаете, какова вероятность возникновения данных заболеваний *у* тех жителей вашего микрорайона, у которых их нет? (заболевания: бронхиальная астма, бронхит, ишемическая болезнь сердца, инсульт, хроническая обструктивная болезнь легких, рак легких)»; шкала: «Исключительно вероятно», «Почти полностью вероятно», «Очень вероятно», «Вероятно», «Примерно одинаковая вероятность», «Маловероятно», «Очень маловероятно».

Субъективное ощущение защищенности связано с восприятием таких характеристик риска, как привычность / новизна, контролируемость / неконтролируемость, добровольность / принуждение, происхождение риска (природный / искусственный), и уровнем доверия к информирующей и защищающей сторонам (СМИ, органы власти). Пример вопроса: «Ниже представлены некоторые характеристики… Дайте свою оценку этим характеристикам относительно рисков, связанных с загрязнением атмосферного воздуха».

Оценка доверия / недоверия может осуществляться по униполярной или биполярной шкале. Например: «Насколько вы доверяете или не доверяете органам власти в части их работы по управлению рисками, связанными с загрязнением атмосферного воздуха в районе вашего проживания?»; «Насколько вы доверяете или не доверяете информации, связанной с загрязнением атмосферного воздуха в районе вашего проживания, поступающей из СМИ?» (варианты ответа: «Полностью доверяю», «Скорее доверяю», «Ни то, ни другое», «Скорее не доверяю», «Полностью не доверяю» – от 1 до 5 или от -2 до +2).

Важно определить идеальное состояние атмосферного воздуха, например, по вопросу «Представьте идеальное состояние атмосферного воздуха. Насколько это состояние соответствует действительности?» (варианты ответов: «Полностью соответствует», «Скорее соответствует», «Скорее несоответствует», «Полностью не соответствует»).

Определение уровня приемлемости рисков неблагоприятных последствий для здоровья, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, производится с помощью прямых вопросов, предлагающих назвать этот уровень. Парные шкалы для приемлемости и неприемлемости: «Насколько вы считаете приемлемыми риски, связанные с загрязнением атмосферного воздуха в районе вашего проживания?» (от 0 – «приемлемость отсутствует» до 4 – «полностью приемлемы») и «Насколько вы НЕ считаете приемлемыми риски, связанные с загрязнением атмосферного воздуха в районе вашего проживания?» (от 0 – «неприемлемость отсутствует» до 4 – «полностью неприемлемы»). Далее осуществляется расчет индексов приемлемости и неприемлемости.

Желание изменить и готовность действовать с целью изменения ситуации можно определять на основе общего вопроса «Готовы ли Вы мириться с уровнем загрязнения в месте Вашего проживания?» (варианты ответов: «Да, меня всё устраивает», «да, но есть то, что меня не устраивает», «Нет, но меры для борьбы с загрязнением принимать не готов(а)», «Нет, абсолютно не готов мириться с загрязнением воздуха и готов(а) принимать меры»).

На основе представленных вопросов может быть рассчитан интегральный индекс удовлетворенности населения качеством атмосферного воздуха. Использование в данном индексе всех перечисленных выше переменных, вероятно, нецелесообразно, так как сделает невозможным принятие на его основе управленческих решений. Для каждого из компонентов удовлетворенности целесообразно выбрать одну описывающую его переменную. Важно, чтобы измерение переменных осуществлялось в сопоставимых шкалах (порядковых или интервальных). Для характеристики отдельных компонентов атмосферного воздуха также имеет смысл использовать по одной переменной. Это не означает, что эмпирическое исследование удовлетворенности должно быть сведено к сбору данных только по тем переменным, которые войдут в интегральный индекс. Напротив, чем подробнее будут изучены факторы удовлетворенности, особенности отношения населения к ситуации и восприятие риска, тем более наглядную картину получит исследователь, тем более обоснованы будут решения, принятые по итогам анализа результатов.

Список литературы

1. Балацкий Е.В. Факторы удовлетворенности жизнью: измерение и интегральные показатели // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. – 2005. – № 4 (76). – С. 42.

2. Бессокирная Г.П., Темницкий А.Л. Отношение к труду молодых рабочих в советское и постсоветское время // Ядовские чтения: перспективы социологии: сборник научных докладов конференции / под ред. О.Б. Божкова, С.С. Ярошенко, В.Ю. Бочарова. – СПб.: Эйдос, 2016. – С. 136–155.

3. Блам Ю.Ш., Мкртчян Г.М. Качество окружающей среды и удовлетворенность жизнью в России // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2009. – Т. 9, № 4. – С. 56–66.

4. Гехт И.А., Артемьева Г.Б. К вопросу об изучении удовлетворенности населения системой здравоохранения // Менеджер здравоохранения. – 2014. – № 4. – С. 6–12.

5. Давыдова И., Козьмина Я. Профессиональный стресс и удовлетворенность работой преподавателей российских вузов // Вопросы образования. – 2014. – № 4. – С. 169–183. DOI: 10.17323/1814-9545-2014-4-169-183

6. Перова М.Б. Оценка удовлетворенности российского населения жизнью за период 1993–2013 гг. // Вестник РГГУ. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2016. – № 4. – С. 43–57.

7. Солонина Д.О., Ошмарина К.Е., Карев И.О. Экология и счастье: влияние загрязнения воздуха на счастье населения // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. – 2019. – Т. 11, № 3 (33). –С. 55–69.

8. Степанова О.Н., Латушкина Е.Н. Квалиметрическая методика оценки удовлетворенности населения качеством окружающей среды города // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 3–2. – С. 286–289.

9. Харченко К.В. Удовлетворенность населения уровнем безопасности // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. – 2009. – № 4 (92). – С. 58–69.

Анализ результатов исследования микробной безопасности пищевой продукции животного происхождения на потребительском рынке Российской Федерации

М.Ю. Мазунина[1], Н.В. Никифорова[2]

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

Большое количество заболеваний человека, определяющих его здоровье и способность к выполнению общественно-социальных функций, связаны с нарушениями питания. В частности, к таким нарушениям приводит употребление в пищу некачественной продукции животного происхождения, так как именно эта пища является источником многих необходимых для жизни

питательных веществ. Вспышки многих инфекционных заболеваний, вызванных патогенными агентами, содержащимися в пищевой продукции, обусловлены, в первую очередь, недостаточным контролем за выполнением санитарно-эпидемиологических требований, предъявляемых к процессу обеспечения населения продуктами питания. Предупреждение подобных заболеваний должно обеспечиваться, прежде всего, контролем за качеством продукции, используемой потребителями. В ходе исследования уровня микробного загрязнения продукции животного происхождения были проанализированы данные по качеству пищевой продукции ряда категорий с выявлением частоты и доли нарушений в ней санитарно-гигиенических требований. Данные послужат для обсуждения более эффективной организации риск-ориентированного надзора за товарами на потребительском рынке Российской Федерации

Ключевые слова: пищевая продукция, безопасность, риск-ориентированный контроль.

Рацион питания человека во многом определяет его здоровье и способность к выполнению общественно-социальных функций. Важную роль в питании и обеспечении здоровья играют продукты животного происхождения – мясные и молочные. Контроль безопасности и качества данных групп продуктов – важнейшая составляющая надзора за потребительским рынком страны [1]. Через пищевые продукты животного происхождения передаются возбудители многих заболеваний, в том числе сальмонеллеза, эшерихиоза, бруцеллеза, туберкулеза, сибирской язвы, псевдотуберкулеза, туляремии, микозов, стафилококковых инфекций и других болезней [5, 11]. Определенную эпизоотическую и эпидемическую напряженность сохраняют и паразитарные болезни, передающиеся через корма и продукты питания (трихинеллез, цистицеркоз, токсоплазмоз, описторхоз, дифиллоботриоз и др.).

Известны более 100 инфекционных болезней, передающихся человеку через продукты животного происхождения. Возбудители многих пищевых инфекций имеют широкое распространение в природе, способны длительный срок сохраняться в окружающей среде и оставаться факультативными паразитами для теплокровных, в том числе продуктивных животных [6].

В нашей стране ежегодно регистрируется более сотни случаев массовых острых кишечных заболеваний. Количество заболевших пищевыми инфекциями в мире составляет от 305 до 325 человек на 100 тыс. населения или около 1 млн человек в год, из которых дети составляют 60–70 %. Основным источником заражения людей возбудителями пищевых инфекций являются сырье и продукты питания животного происхождения, прежде всего выработанные с нарушением гигиены и технологических режимов на различных участках производственных процессов [10].

Вспышки пищевых инфекций у человека достаточно часто возникают вследствие потребления продуктов, полученных от больных животных или после вторичной контаминации возбудителями болезней продуктов животного происхождения. Известно также, что продукция животного происхождения может быть причиной заболеваний, обусловленных попаданием в организм человека не живых микробов, а их токсинов. К таким отравлениям относятся стафилококковые и стрептококковые интоксикации, а также ботулизм, случаи которого регистрируют во всех странах мира, в том числе и в России [9].

С целью установления безопасности пищевой продукции, обращаемой на потребительском рынке, проводится выборочный отбор и лабораторный анализ проб пищевой продукции. В частности, некачественной и опасной, т.е. способной нанести вред потребителю, признается пищевая продукция, не соответствующая обязательным требованиям качества и безопасности, установленным санитарными и ве-

теринарно-санитарными правилами и нормами, государственными стандартами и технической документацией (далее – нормативная и техническая документация), или имеющая явные признаки недоброкачественности, не вызывающие сомнений у компетентного лица, осуществляющего проверку качества и безопасности продукции [8]. Любое из указанных несоответствий может являться причиной возникновения инфекционных или неинфекционных заболеваний потребителя. Кроме того, приобретение товара, не соответствующего требованиям законодательства, в ряде случаев приводит к его неиспользованию по назначению и соответствующим имущественным потерям приобретателя.

Цель исследования – оценка уровня микробного загрязнения продукции животного происхождения для задач организации риск-ориентированного надзора за товарами на потребительском рынке Российской Федерации.

Материалы и методы. В ходе исследования были проанализированы материалы формы № 18 статистической отчетности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» (Раздел 8. Гигиеническая характеристика продовольственного сырья и пищевых продуктов) за 2012–2021 гг. Рассматривали результаты как в разрезе Российской Федерации, так и в разрезе отдельных регионов. Всего рассмотрено 1786 отчетных форм, содержащих данные о нарушении санитарно-эпидемиологических требований к микробному загрязнению 20 видов пищевой продукции животного происхождения отечественного и зарубежного производства: мясо и мясные продукты, птица и птицеводческие продукты, молоко и молочные продукты, масложировая продукция, рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них, все виды консервов из животного сырья, продукты детского питания.

Проводился анализ нарушений санитарно-эпидемиологических требований к паразитологическим и микробиологическим показателям, в том числе с выделением патогенных возбудителей сальмонеллеза, среди данной продукции.

Результаты. Установлено, что ежегодно на территории Российской Федерации органами и организациями Роспотребнадзора отбирается и исследуется порядка 2 млн проб отечественной и импортной пищевой продукции [12].

Нарушения микробиологических показателей фиксируются при контроле практически всех групп товаров животного происхождения, которые отбираются в розничной товарной сети и на объектах общественного питания страны. Результаты микробиологических лабораторных исследований пищевой продукции, выполненные Роспотребнадзором в период 2015–2021 гг., приведены в табл. 1, где основные группы пищевых товаров животного происхождения проранжированы по данным 2021 г.

В целом за период 2015–2021 гг. произошло снижение доли проб пищевой продукции, не соответствующей санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям (с 4,75 % в 2012 г. до 3,26 % в 2021 г.). Однако для ряда групп товаров эта доля продолжает оставаться высокой.

По итогам 2021 г. к приоритетным группам продукции по микробиологическим показателям, доли проб по которым превышали среднероссийский уровень удельного веса проб в отечественной (в 3,26 %) продукции, относятся: «Кулинарные изделия» – 3,47 %, за счет кулинарных изделий, выработанных по нетрадиционной технологии (6,99 %), и кулинарных изделий цехов и предприятий общественного питания, реализующих свою продукцию через торговую сеть (4,45 %). В основном к этой группе относится продукция паназиатской кухни (роллы, суши, сашими) – това-

ры с коротким сроком безопасного хранения и требующие высокой степени соблюдения гигиенических требований при приготовлении, транспортировке и хранении.

Таблица 1

Частота нарушений обязательных санитарно-эпидемиологических требований к микробиологической безопасности пищевой продукции, %

Продукция	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Кулинарные изделия нетрадиционной технологии	14,8	13,5	17,9	16,1	16,3	14,9	6,99
Пресервы		0,93	11,1	12,6	13,6	9,70	5,49
Рыба, нерыбные объекты и продукты их них	7,31	7,05	6,04	4,98	4,79	5,64	4,70
Птица, яйца и продукты из них	5,19	5,12	5,02	4,99	5,05	4,45	3,92
Мясо и мясные продукты	4,10	3,83	4,06	3,81	4,05	3,55	3,80
Продукция общественного питания	4,13	4,28	3,87	4,07	4,05	3,60	3,32
Молоко и молочные продукты	4,59	4,90	4,19	4,03	4,11	3,64	3,26
Консервы молочные		1,17	1,93	1,05	1,77	1,13	0,66
Масложировая продукция	2,37	2,29	2,40	1,85	1,57	1,64	1,42
Продукты детского питания	1,08	1,17	2,53	1,05	1,26	1,09	0,93
Консервы мясные		1,51	1,38	0,55	0,76	0,69	0,74

Следует отметить, что порядка 4–5 проб из 100 не соответствовали требованиям микробиологической безопасности: продукты из группы «Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них» – 4,7 %; «Птица, яйца и продукты их переработки» – 3,92 %; «Мясо и мясные продукты» – 3,8 %.

Из импортируемой продукции высокий удельный вес проб относительно среднероссийского (1,99 %), не соответствующей продукции по микробиологическим показателям, установлен в группе «Консервы» – 3,4 %, за счет консервов рыбных (13,0 %), в том числе пресервов (15,0 %).

По показателю «Доля исследований с нарушением требований по содержанию патогенных микроорганизмов» приоритетными являются товары из групп «Птица, яйца и продукты из них» и «Мясо и мясные продукты» (табл. 2).

Таблица 2

Доля исследований продукции животного происхождения с выявленными несоответствиями в части наличия патогенных микроорганизмов

Продукция	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Птица, яйца и продукты из них	2,10	2,06	1,74	2,25	2,16	1,49	1,44
Мясо и мясные продукты	0,44	0,46	0,51	0,65	0,68	0,69	0,68
Пресервы			0,73	0,35	0,35	0,65	0,88
Консервы рыбные		0,00	0,66	0,36	0,31	0,58	0,83
Рыба, нерыбные объекты и продукты из них	0,30	0,42	0,28	0,24	0,33	0,48	0,45
Кулинарные изделия нетрадиционной технологии	0,05	0,05	0,11	0,28	0,47	0,30	0,21
Продукты детского питания	0,00	0,12	0,11	0,18	0,29	0,11	0,13
Продукция предприятий общественного питания	0,07	0,02	0,03	0,04	0,05	0,08	0,04
Масложировая продукция	0,04	0,04	0,00	0,02	0,00	0,04	0,03

Следует отметить, что в части обеспечения микробиологической безопасности регионы существенно различаются между собой.

Так, выявлено, что наибольшая частота проб с нарушениями норм по паразитологическим показателям среди рыбной продукции (по сумме) ежегодно выявляется в Республике Саха (Якутия), что корреспондируется с повышенной частотой случаев заболеваний описторхозом и дифиллоботриозом на данной территории.

По микробиологическим показателям наибольшее количество нарушений отмечается в Северо-Западном федеральном округе – в Республике Коми, для рыбных консервов – в Белгородской области.

Полученные данные являются информационной основой для организации риск-ориентированного контроля за продукцией [2, 3, 7]. Товары с подтвержденными высокими уровнями нарушений требований к микробиологической безопасности должны относиться к объектам высокой степени риска и проверяться существенно более часто, чем иные товары.

Представляется, что немаловажным является углубленный анализ причин сложившейся ситуации, выявление тех хозяйствующих субъектов, которые характеризуются наиболее низким уровнем «законопослушности» и допускают различного рода нарушения требований к микробиологической безопасности.

Перспективой развития исследования являются выявление связи частоты нарушений требований к микробной безопасности продукции в обороте с уровнем заболеваемости населения инфекционными и паразитарными заболеваниями пищевой этиологии, формирование региональных реестров пищевой продукции, подлежащей первоочередному контролю, и разработка предупредительных, профилактических мероприятий, направленных на минимизацию инфекционных и паразитарных рисков для потребителей [4].

Выводы. Продукция животного происхождения, обращаемая на потребительском рынке Российской Федерации, за последние 10 лет характеризуется частотой нарушений обязательных требований к микробиологической безопасности на уровне 3–5 %. Стабильного снижения частоты выявляемых нарушений за последние годы не выявлено.

Наибольшая частота нарушений (более 3 % ежегодно) регистрируется при контроле таких групп товаров животного происхождения, как «Кулинарные изделия нетрадиционной технологии», «Пресервы», «Рыба, нерыбные объекты и продукты их них», «Птица, яйца и продукты из них», «Мясо и мясные продукты», «Продукция общественного питания», «Молоко и молочные продукты».

Регионы существенно различаются между собой по части обеспечения микробиологической безопасности, что требует обоснования региональных риск-ориентированных реестров пищевой продукции, учитывающих специфику истории проверок на конкретной территории, особенности потребления продукции и частоту вероятных ответов со стороны здоровья населения.

Список литературы

1. Белякова З.Ю. Качество и безопасность органической пищевой продукции животного происхождения // Безопасность и качество товаров: материалы XIII Международной научно-практической конференции. – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2019. – С. 32–37.

2. Зайцева Н.В., Май И.В. Риск-ориентированный надзор как стратегический инструмент повышения уровня безопасности пищевой продукции на потребительском рынке России // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 12. – С. 1398–1406.

3. Национальные проекты «Здравоохранение» и «Демография» [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения Российской Федерации. – URL: https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie (дата обращения: 01.02.2023).

4. О внесении изменений в Перечень продукции животного происхождения, на которую уполномоченные лица организаций, являющихся производителями подконтрольных товаров и (или) участниками оборота подконтрольных товаров, и индивидуальные предприниматели, являющиеся производителями подконтрольных товаров и (или) участниками оборота подконтрольных товаров, могут оформлять ветеринарные сопроводительные документы, утвержденный приказом Минсельхоза России от 18 декабря 2015 г. № 646: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 15.04.2019 № 195 [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201904290034 (дата обращения: 13.03.2023).

5. О качестве и безопасности пищевых продуктов: Федеральный закон от 02.01.2000 № 29-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_25584/ (дата обращения: 04.04.2023).

6. О контроле за пищевой продукцией, находящейся в обороте и ввозимой на территорию Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=19533 (дата обращения: 04.04.2023).

7. О контроле за пищевой продукцией, находящейся в обороте и ввозимой на территорию Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=19239 (дата обращения: 01.02.2023).

8. О небезопасной пищевой продукции [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Краснодарскому краю – URL: http://23.rospotrebnadzor.ru/content/325/56694/ (дата обращения: 04.04.2023).

9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=21796 (дата обращения: 13.03.2023).

10. Об учете животных и продукции животного происхождения, и внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон (проект) [Электронный ресурс] // Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору. – URL: https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/laws/1416.html (дата обращения: 13.03.2023).

11. Питание – важнейший фактор, влияющий на здоровье человека [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Краснодарскому краю. – URL: http://23.rospotrebnadzor.ru/content/325/54257/ (дата обращения: 04.04.2023).

12. Рацион питания в России и его особенности. Проблема загрязнения продуктов питания [Электронный ресурс] // ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Адыгея». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_25584/ (дата обращения: 04.04.2023).

Антропогенная техногенная нагрузка на среду обитания по результатам социально-гигиенического и экологического мониторинга в г. Таганроге Ростовской области

Б.И. Марченко, К.С. Тарасенко

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Проведен анализ уровней, структуры и тенденций комплексной антропогенной техногенной нагрузки на компоненты среды обитания по данным, полученным в ходе ведения социально-гигиенического и экологического мониторинга в г. Таганроге Ростовской области за период 2013–2022 гг. Выявлены и количественно определены определенные тенденции в пофакторных оценках загрязнения атмосферного воздуха и почвы, параметров качества и безопасности питьевой воды, уровней шума. Установлено, что одним из приоритетных компонентов комплексной антропогенной техногенной нагрузки в настоящее время становится химическое загрязнение городской почвы, в том числе 3,4-бенз(а)пиреном и цинком. Отмечен недостаточный уровень межведомственного взаимодействия систем социально-гигиенического и экологического мониторинга, что определяет высокую актуальность разработки мероприятий по его оптимизации при реализации «Концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года».

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, экологический мониторинг, антропогенная техногенная нагрузка, окружающая среда, экополлютанты, ксенобиотики.

Интегральная характеристика параметров качества и безопасности среды обитания является базисом, снижающим влияние фактора неопределенности при разработке адекватных ситуации оптимизационных управленческих решений оздоровительного и профилактического характера. Уровень комплексной антропогенной техногенной нагрузки на среду обитания (КН) традиционно определяется как сумма пофакторных показателей качества и безопасности атмосферного воздуха, воды и почвы, уровней шума и ряда других характеристик [3, 4, 6, 8, 9].

Успешная реализация «Концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года» предусмат-

ривает необходимость полноценного межведомственного информационно-аналитического взаимодействия систем социально-гигиенического и экологического мониторинга на муниципальном, региональном и федеральном уровнях, что рассматривается как ключевое условие повышения результативности и эффективности деятельности по минимизации или элиминации неблагоприятного воздействия вредных и опасных факторов на состояние здоровья населения [1, 2, 5, 7].

Цель исследования – гигиеническая оценка состояния и современных тенденций комплексной антропогенной техногенной нагрузки на среду обитания в г. Таганроге, промышленном центре Ростовской области с населением около 248 тысяч человек.

Материалы и методы. Проведен анализ сведений из баз данных системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ), осуществляемого специалистами филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» в г. Таганроге, за период 2013–2022 гг. о динамическом наблюдении за состоянием атмосферы (45 519 исследований, 18 загрязнителей), питьевой воды (29 147 исследование, 35 показателей) и почвы (8016 исследования, 9 показателей), а также шумовой нагрузки.

Сведения о загрязнении атмосферного воздуха, полученные при ведении социально-гигиенического мониторинга, сопоставлялись с данными экологического мониторинга за период 2018–2022 гг. При формировании баз данных и обработке материалов исследования на основе комплекса традиционных методов вариационной статистики применено программное обеспечение собственной разработки, реализующее алгоритмы комплексных аналитических исследований эпидемиологического типа, включая программу Turbo Dynamics version 1.02 (анализ многолетней динамики и экстраполяционное прогнозирование), а также профессиональный пакет статистических программ IBM SPSS Statistics (Statistical Package for Social Science) version 19.0.

Результаты. С 2008 г. в г. Таганроге реализуется региональная модель социально-гигиенического мониторинга с контролем в фиксированных мониторинговых точках параметров среды обитания: атмосферный воздух – 9 точек (в том числе 3 точеки опробования на территориях муниципальных дошкольных образовательных учреждений (МДОУ) и 6 – вблизи перекрестков автомагистралей); питьевой воды – 3 точки на выходе из очистных сооружений и насосных городского водопровода; почвы – 19 точек (в том числе 8 – на территориях МДОУ, 8 – вблизи перекрестков крупных автомагистралей и 3 – в зонах рекреации); шума – 12 точек с замерами в дневное и ночное время.

Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха в г. Таганроге вносит автомобильный транспорт, а в выбросы от стационарных источников – ОАО «Тагмет», ОАО ТПТС «Теплоэнерго», ОАО ТКЗ «Красный котельщик», ОАО «ТАНТК им. Бериева», ОАО «Таганрогский морской торговый порт» и ОАО «Стройдеталь». В рамках подсистемы экологического мониторинга состояния атмосферного воздуха наблюдения за содержанием вредных примесей проводятся на единственной стационарной станции ФГБУ «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», расположенной в центре города вблизи автомагистрали и работающей по безлабораторному типу (850–900 проб ежегодно). Кроме того, в период с апреля по сентябрь осуществляется маршрутное обследование уровня загрязнения атмосферного воздуха в трех точках опробования, распо-

ложенных на селитебных территориях в зоне влияния выбросов предприятия черной металлургии – ОАО «Тагмет» (по 300 проб ежегодно).

Для Таганрога свойственен повышенный потенциал загрязнения атмосферы с высокой повторяемостью приземных инверсий (до 30–40 %), скорости ветра 0–1 м/с (20–40 %) и застоев воздуха, сочетанием приземных инверсий и слабых ветров (8–18 %). Вследствие существенного уменьшения объемов промышленного производства за последние 30 лет суммарные выбросы от стационарных источников снизились в 6,7 раза (с 44,65 до 6,69 тыс. т), в настоящее время приоритетный вклад в загрязнение атмосферы вносит автотранспорт с его долевым участием более 80 %.

При оценке загрязнения атмосферного воздуха в мониторинговых точках по данным системы социально-гигиенического мониторинга за период 2013–2022 гг. установлено, что комплексный индекс загрязнения атмосферы ($КИЗА_{18}$), рассчитанный в соответствии с РД 52.04.186-89 по результатам исследований на содержание 18 веществ, варьировался в диапазоне от 3,24 в 2014 г. до 10,95 в 2011 г., а его осредненное по количеству определяемых поллютантов (от 8 до 18) значение – соответственно от 0,25 до 0,84. Анализ многолетней динамики выявил тенденции к снижению данных показателей при среднегодовых темпах прироста (СгТП) составляющих соответственно –11,01 и –6,29 %.

За последние 10 лет наибольший удельный вес проб воздуха со сверхнормативным содержанием приходится на диоксид серы (2,06 %), на втором месте находится бензол (0,81 %), на третьем – 3,4-бенз(а)пирен (0,39 %). Превышение $ПДК_{мр}$ зарегистрировано также по оксиду углерода (0,17 %) и азота диоксиду (0,02 %). Наибольшие показатели загрязнения атмосферного воздуха отдельной примесью (ИЗА) приходятся на серы диоксид (2,15), азота диоксид (1,16) и марганец (1,12). По долевому вкладу в комплексный индекс загрязнения атмосферы ($КИЗА_{18}$) лидируют серы диоксид (23,88 %), азота диоксид (12,88 %), марганец (12,40 %), оксид азота (10,45 %), оксид углерода (7,19 %), взвешенные вещества (6,75 %) и формальдегид (6,53 %); доля прочих одиннадцати примесей составляет 19,92 % (рис. 1, табл. 1).

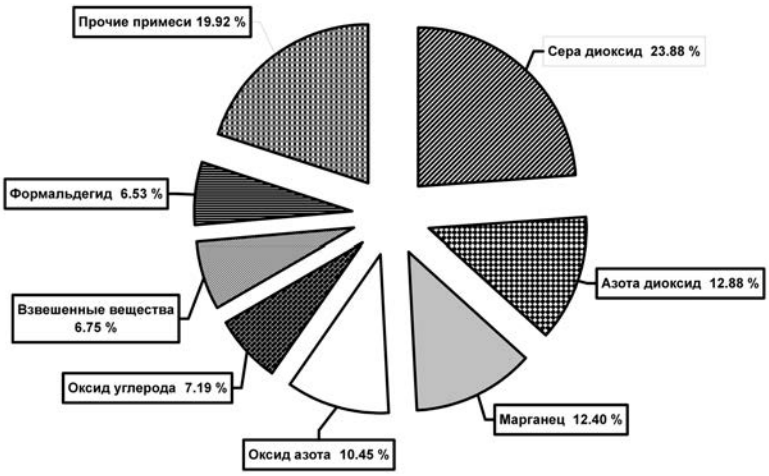


Рис 1. Долевой вклад отдельных примесей в комплексный индекс загрязнения атмосферного воздуха ($КИЗА_{18}$) в мониторинговых точках г. Таганрога за период 2013–2022 гг.

Таблица 1

Показатели загрязнения атмосферного воздуха в мониторинговых точках г. Таганрога за период 2013–2022 гг.

	Азота диоксид	Бенз(а)пирен (мкг/м3)	Бензол	Взвешенные вещества	Сера диоксид	Ксилол
Класс опасности	**3**	**1**	**2**	**3**	**3**	**3**
Число проб	4826	515	2600	2851	4851	200
- в т.ч. с превышением ПДК	1	2	21	0	100	0
- % проб с превышением ПДК	*0,02*	*0,39*	*0,81*	*0,00*	*2,06*	*0,00*
Максимальная концентрация (мг/м3)	0,22000	0,00240	2,33400	0,50000	3,20000	0,19300
- в ПДК м.р.	1,10	2,40	7,78	1,00	6,40	0,97
- индекс загрязнения примесью	**1,10**	**4,43**	**14,40**	**1,00**	**6,40**	**0,97**
Среднегодовой темп прироста тенденции индекса загрязнения (%)	*-1,51*	*-39,82*	*0,37*	*-3,43*	*-45,07*	*н/о*
Средняя концентрация (мг/м3)	0,04647	0,00024	0,01641	0,09129	0,10774	0,01088
- в ПДК с.с.	1,16	0,24	0,16	0,61	2,15	0,05
- индекс загрязнения примесью	**1,16**	**0,24**	**0,16**	**0,61**	**2,15**	**0,05**
Среднегодовой темп прироста тенденции индекса загрязнения (%)	*16,45*	*1,02*	*-3,81*	*-37,20*	*-13,15*	*н/о*
Вклад примеси в индекс загрязнения атмосферы (%)	12,88	2,72	1,82	6,75	23,88	0,60
Ранг вклада примеси в индекс загрязнения атмосферы	**2**	10	13	**6**	**1**	16
	Марганец	**Оксид азота**	**Оксид углерода**	**Свинец**	**Серная кислота**	**Сероводород**
Класс опасности	**2**	**3**	**3**	**1**	**2**	**2**
Число проб	400	775	5451	1200	800	1200
- в т.ч. с превышением ПДК	0	0	9	0	0	0
- % проб с превышением ПДК	*0,00*	*0,00*	*0,17*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Максимальная концентрация (мг/м3)	0,01000	0,40000	7,20000	0,00090	0,08000	0,00800
- в ПДК м.р.	1,00	1,00	1,44	0,90	0,27	1,00
- индекс загрязнения примесью	**1,00**	**1,00**	**1,39**	**0,90**	**0,27**	**1,00**
Среднегодовой темп прироста тенденции индекса загрязнения (%)	*н/о*	*н/о*	*3,33*	*н/о*	*н/о*	*н/о*
Средняя концентрация (мг/м3)	0,00109	0,05660	1,94628	0,00012	0,00263	0,00216
- в ПДК с.с.	1,09	0,94	0,65	0,40	0,03	0,27
- индекс загрязнения примесью	**1,12**	**0,94**	**0,65**	**0,40**	**0,03**	**0,27**
Среднегодовой темп прироста тенденции индекса загрязнения (%)	*н/о*	*н/о*	*7,11*	*н/о*	*н/о*	*н/о*
Вклад примеси в индекс загрязнения атмосферы (%)	12,40	10,45	7,19	4,46	0,29	2,99
Ранг вклада примеси в индекс загрязнения атмосферы	**3**	**4**	**5**	8	17	9
	Толуол	**Углеводороды алканы С12-19**	**Углеводороды (по бензину)**	**Формальдегид**	**Водород хлорид**	**Этилбензол**
Класс опасности	**3**	**4**	**4**	**2**	**2**	
Число проб	200	2400	2200	1400	800	200
- в т.ч. с превышением ПДК	0	0	0	0	0	0
- % проб с превышением ПДК	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Максимальная концентрация (мг/м3)	0,14200	3,00000	3,00000	0,05300	0,10000	0,01600
- в ПДК м.р.	0,24	3,00	0,60	1,06	0,50	0,80
- индекс загрязнения примесью	**0,24**	**2,69**	**0,60**	**1,08**	**0,50**	**0,80**
Среднегодовой темп прироста тенденции индекса загрязнения (%)	*н/о*	*н/о*	*-10,76*	*н/о*	*н/о*	*н/о*
Средняя концентрация (мг/м3)	0,00664	0,12778	0,34771	0,00589	0,01713	0,00188
- в ПДК с.с.	0,01	0,13	0,23	0,59	0,17	0,09
- индекс загрязнения примесью	**0,01**	**0,13**	**0,23**	**0,59**	**0,17**	**0,09**
Среднегодовой темп прироста тенденции индекса загрязнения (%)	*н/о*	*н/о*	*-20,52*	*н/о*	*н/о*	*н/о*
Вклад примеси в индекс загрязнения атмосферы (%)	0,12	1,42	2,57	6,53	1,90	1,04
Ранг вклада примеси в индекс загрязнения атмосферы	18	14	11	**7**	12	15

В целях обеспечения сопоставимости результатов оценки антропотехногенной нагрузки в динамике при расчете комплексного индекса загрязнения атмосферы приоритетными веществами ($КИЗА_6$) нами учитываются в качестве маркерных шесть поллютантов атмосферного воздуха, которые определялись на протяжении всего периода 2012–2022 гг. – азота диоксид, 3,4-бенз(а)пирен, бензол, взвешенные вещества, серы диоксид и оксид углерода.

Установлено, что на протяжении исследуемого периода в отношении $КИЗА_6$ сформировалась тенденция к снижению при среднегодовом темпе прироста составляющем – 3,95 %, наиболее адекватно описываемая логарифмической кривой (рис. 2).

В соответствии с принятой в системе экологического мониторинга Ростовской области схемой оценки загрязнения атмосферы в качестве основных показателей качества воздуха применяются: индекс загрязнения атмосферы отдельной примесью (ИЗА); комплексный индекс загрязнения атмосферы ($ИЗА_5$) пятью приоритетными (маркерными) примесями (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид и оксид азота); стандартный индекс (СИ) – значение максимальной зарегистрированной концентрации, приведенное к $ПДК_{мр}$; наибольшая повторяемость (в %) превышения $ПДК_{мр}$. Уровень загрязнения атмосферы считается повышенным при $ИЗА_5$ от 5 до 6, СИ менее 5 и НП менее 20 %; высоким – при $ИЗА_5$ от 7 до 13, СИ от 5

до 10, НП от 20 % до 50 %; очень высоким при ИЗА$_5$, равном или больше 14, СИ более 10, НП более 50 %. Если ИЗА$_5$, СИ и НП соответствуют разным градациям, то степень загрязнения атмосферы оценивается по ИЗА$_5$ (табл. 2).

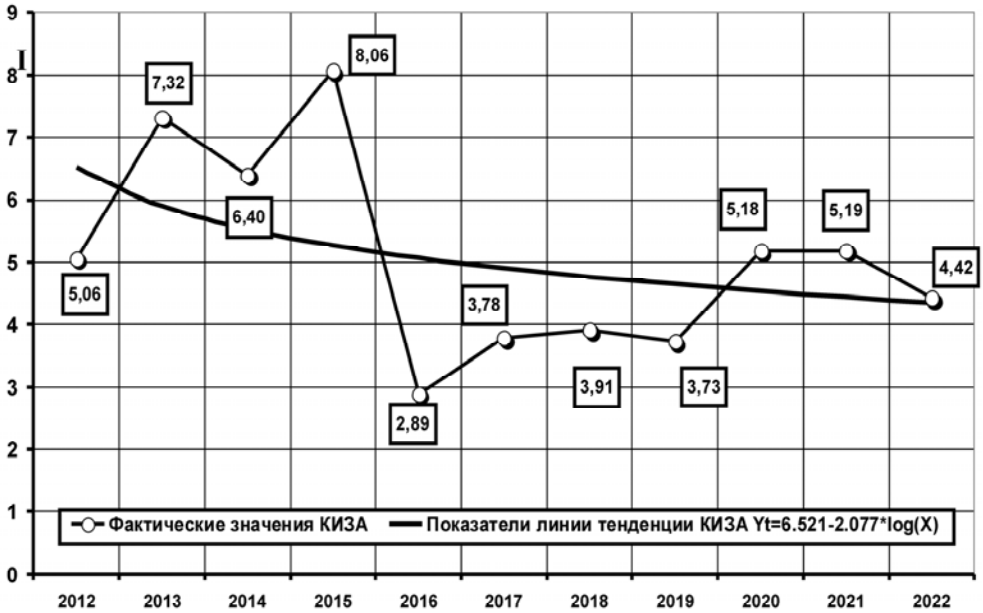


Рис. 2. Динамика и тенденция комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА$_6$) по шести маркерным загрязнителям в мониторинговых точках г. Таганрога за период 2012–2022 гг.

Таблица 2

Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха в г. Таганроге по данным системы экологического мониторинга за период 2018–2022 гг.

Наименование примеси	Наименование показателей	Единица измерения	Год наблюдения					Среднегодовой темп прироста тенденции, %
			2018	2019	2020	2021	2022	
Взвешенные вещества	Среднегодовая концентрация ($Q_{ср}$)	мг/м^3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,22	+7,15
	Стандартный индекс (СИ)	ПДК	3,4	1,6	6,0	3,2	2,8	+2,75
	Наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП)	%	1,7	0,9	1,7	12,4	7,9	+18,85
Диоксид серы	Среднегодовая концентрация ($Q_{ср}$)	мг/м^3	0,002	0,002	0,004	0,005	0,006	+39,16
	Стандартный индекс (СИ)	ПДК	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	н/о
	Наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП)	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	н/о

Окончание табл. 2

Наименование примеси	Наименование показателей	Единица измерения	Год наблюдения					Среднегодовой темп прироста тенденции, %
			2018	2019	2020	2021	2022	
Оксид углерода	Среднегодовая концентрация ($Q_{ср}$)	мг/м^3	2,3	1,7	1,7	2,1	1,8	–4,06
	Стандартный индекс (СИ)	ПДК	2,4	1,8	1,5	1,9	1,3	–11,49
	Наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП)	%	1,2	0,8	0,1	2,7	1,3	+14,76
Диоксид азота	Среднегодовая концентрация ($Q_{ср}$)	мг/м^3	0,08	0,04	0,03	0,03	0,038	–19,30
	Стандартный индекс (СИ)	ПДК	2,9	2,4	1,7	1,7	1,2	–18,46
	Наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП)	%	2,9	0,2	0,2	0,1	0,1	–56,15
Оксид азота	Среднегодовая концентрация ($Q_{ср}$)	мг/м^3	0,06	0,02	0,03	0,03	0,026	–14,94
	Стандартный индекс (СИ)	ПДК	1,1	0,7	0,9	1,3	0,4	–8,78
	Наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП)	%	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	–4,01
Хлорид водорода	Среднегодовая концентрация ($Q_{ср}$)	мг/м^3	0,09	0,06	0,05	0,10	0,077	+1,88
	Стандартный индекс (СИ)	ПДК	6,9	4,5	2,9	2,2	3,4	–21,28
	Наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП)	%	9,0	2,5	1,6	7,8	2,1	–20,61
Интегральные показатели	Стандартный индекс (СИ)	ПДК	6,9	4,5	6,0	3,2	3,4	–15,62
	Наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП)	%	9,0	2,5	1,7	12,4	7,9	+12,41
	Комплексный индекс загрязнения атмосферы ($ИЗА_5$)	б/р	6	3	3	5	11	+25,74

Результаты маршрутных обследований уровня загрязнения атмосферного воздуха, проводящихся в рамках экологического мониторинга ежегодно с апреля по сентябрь в трех точках опробования, относящихся к зоне негативного воздействия выбросов стационарных источников ОАО «Тагмет», за период 2018–2022 гг. свидетельствуют, что концентрации сероводорода, диоксида серы, диоксида и оксида азота не превышали ПДК ни в одной из 1500 исследованных проб. Средняя концентрация оксида углерода превышает гигиенический норматив в 1,34 раза при максимальной зарегистрированной 8,8 $ПДК_{мр}$; хлорида водорода – соответственно 1,57 $ПДК_{сс}$ и 5,5 $ПДК_{мр}$.

Экологический мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в Ростовской области реализуется на базе государственной наблюдательной сети Росгидромета, располагающей четырнадцатью стационарными постами наблюдения в шести наиболее крупных промышленных городах областного подчинения – Ростове-на-Дону, Азове, Волгодонске, Шахтах, Таганроге и Цимлянске. Программами стационарных

наблюдений предусматривается ежесуточный трехразовый контроль за содержанием в атмосфере от 6 до 14 приоритетных поллютантов. В зависимости от местоположения посты наблюдения подразделяются на городские фоновые (в селитебных зонах), промышленные (в зоне влияния промышленных предприятий) и автомобильные (вблизи крупных автомагистралей, в том числе в Таганроге). Следует отметить, что до настоящего времени информационно-аналитическое взаимодействие систем экологического и социально-гигиенического мониторинга фактически отсутствует. Поэтому комплексное определение антропогенной техногенной нагрузки в районах селитебного освоения г. Таганрога проводится только по результатам исследований, выполняемых специалистами филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» в городе Таганроге.

При определении комплексной антропогенной техногенной нагрузки годовых показателей загрязнения атмосферы ($К_{атм.}$ по формуле К.А. Буштуевой) рассчитывались по содержанию трех индикаторных поллютантов (азота диоксид, серы диоксид и оксид углерода). Установлено, что за период 2008–2022 гг. при вариабельности показателей загрязнения атмосферы от 1,47 до 7,72 и среднемноголетнем значении $К_{атм}$, равном 3,27, сформировалась тенденция к росту при среднегодовом темпе прироста +4,99 %. Показатель качества и безопасности питьевой воды ($К_{вода}$) характеризовался тенденцией к снижению со среднегодовым темпом прироста –5,78 % с варьированием в диапазоне от 1,19 до 4,71 и средним значением за изучаемый пятнадцатилетний период 3,37.

Благоприятная тенденция к существенному улучшению показателей качества и безопасности питьевой воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с 2018 г. обусловлена выводом из эксплуатации грунтового водозабора в историческом центре г. Таганрога, что привело к нормализации содержания в воде нитратов. Тем не менее сохраняются влияние на величины $К_{вода}$ сверхнормативных значений показателей жесткости и общей минерализации. Сверхнормативное содержание натрия обнаруживалось в 45,22 % проб питьевой воды при долевом вкладе в $К_{вода}$ 9,89 %, сульфатов – соответственно 42,77 и 9,05 %, магния – 30,91 и 6,67 %; по данным показателям сформировались тенденции к снижению при среднегодовых темпах прироста соответственно –5,34; –7,12 и –4,14 %. В городской почве за последний пятнадцать лет не обнаружено превышения ПДК по содержанию меди, никеля и ртути. Среди определяемых металлов приоритетным является цинк при сверхнормативном содержании в 14,42 % проб (до 5,91 ПДК), средней концентрации 183,81 ± 7,11 мг/кг и долевом вкладе в $К_{почва}$ 17,33 %. Второе место занимает свинец с превышением ПДК в 2,24 % проб (до 1,95 ПДК), среднем содержании 37,46 ± 2,08 мг/кг и доле в $К_{почва}$ 6,81 %. В единичных пробах обнаружено превышение ПДК кадмия (до 5,30 ПДК) и хрома (до 3,98 ПДК).

За период 2013–2022 гг. с внедрением метода высокоэффективной жидкостной хроматографии выявлена крайне высокая степень загрязнения почв селитебных территорий и зон рекреации 3,4-бенз(а)пиреном с превышением ПДК в 67,50 % исследованных проб (до 45,53 ПДК), средней концентрацией 0,048 ± 0,011 мкг/кг (2,0 ПДК) и долей в $К_{почва}$ 54,18 %, что обусловило тенденцию к росту $К_{почва}$ при среднегодовом темпе прироста +5,67 % и среднемноголетнем значении 4,03. Суммарная шумовая нагрузка ($К_{шум}$) характеризовалась тенденцией к росту при среднегодовом темпе прироста +2,75 %, среднемноголетним значением 3,14 и варьированием в пределах от 1,45 до 4,40. Годовые показатели комплексной антропогенной

техногенной нагрузки (КН) рассчитывались как средние арифметические от пофакторных показателей качества и безопасности атмосферного воздуха, воды и почвы, уровней шума; они варьировались в пределах от 2,54 до 4,48, их многолетняя динамика характеризовалась среднегодовым темпом прироста +2,20 % и среднемноголетним значением 3,18 (табл. 3).

Таблица 3

Комплексная антропогенная техногенная нагрузка на среду обитания в районах селитебного освоения г.Таганрога в динамике за 2008–2022 гг.

Наименование показателей	Показатель загрязнения атмосферы		Показатель загрязнения воды		Показатель загрязнения почвы		Гигиеническая характеристика шума		Комплексная антропогенная техногенная нагрузка **КН**
	Катм.	доля в КН (%)	**Квода**	доля в КН (%)	**Кпочва**	доля в КН (%)	**Кшум**	доля в КН (%)	
2008	**2,27**	20,30	**4,71**	42,13	**2,75**	24,60	**1,45**	12,97	**2,54**
2009	**2,54**	23,01	**3,21**	29,08	**3,13**	28,35	**2,16**	19,57	**2,76**
2010	**1,47**	11,23	**3,93**	30,02	**3,29**	25,13	**4,40**	33,61	**3,02**
2011	**2,56**	20,30	**4,10**	32,51	**2,86**	22,68	**3,09**	24,50	**2,90**
2012	**2,77**	23,01	**3,80**	31,56	**2,62**	21,76	**2,85**	23,67	**2,82**
2013	**4,92**	30,24	**4,31**	26,49	**4,19**	25,75	**2,85**	17,52	**3,59**
2014	**5,73**	29,70	**4,59**	23,79	**5,40**	27,99	**3,57**	18,51	**3,16**
2015	**7,72**	37,73	**4,11**	20,09	**4,51**	22,04	**4,12**	20,14	**3,36**
2016	**1,83**	12,44	**4,53**	30,80	**4,15**	28,21	**4,20**	28,55	**3,41**
2017	**3,03**	20,95	**4,25**	29,39	**3,71**	25,66	**3,47**	24,00	**3,07**
2018	**3,15**	24,87	**1,19**	9,38	**4,34**	34,25	**3,99**	31,50	**3,02**
2019	**3,39**	25,69	**1,89**	14,34	**5,64**	42,76	**2,27**	17,20	**3,58**
2020	**4,28**	31,12	**1,95**	14,17	**4,45**	32,39	**3,07**	22,32	**3,97**
2021	**4,32**	29,63	**2,31**	15,84	**4,77**	32,72	**3,18**	21,81	**4,48**
2022	**3,54**	28,82	**1,71**	13,94	**4,62**	37,63	**2,41**	19,62	**3,27**
2008-2022	**3,27**	23,68	**3,37**	24,40	**4,03**	29,18	**3,14**	22,74	**3,18**
Среднегодовой темп прироста тенденции (%)	+4.99		−5.78		+4.67		+2.75		+2.20

Таким образом, оценка в динамике комплексной антропогенной техногенной нагрузки на окружающую среду (КН) в г. Таганроге Ростовской области по сумме пофакторных оценок ($К_{атм.}$, $К_{вода}$, $К_{почва}$ и $К_{шум}$) за период 2008–2022 годы свидетельствует о тенденции к росту и изменении ее структуры в основном за счет учета высокого содержания в почве 3,4-бенз(а)пирена, а также улучшения показателей качества и безопасности питьевой воды.

Список литературы

1. Дмитренко В.П., Сотникова Е.В., Кривошеин Д.А. Экологическая безопасность в техносфере. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 524 с.

2. Информационно-аналитическая поддержка управления риском для здоровья населения на основе реализации концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года /

А.Ю. Попова, С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 9 (318). – С. 4–12.

3. Комплексное определение антропотехногенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения: Методические рекомендации Госкомсанэпиднадзора РФ от 26 февраля 1996 года № 01-19/17-17. – М., 1996.

4. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 5–9.

5. Опыт организации и проведения санитарно-эпидемиологических исследований по выявлению и доказательству связи нарушений здоровья населения с качеством атмосферного воздуха в зонах влияния хозяйствующих субъектов / Н.В. Зайцева, И.Г. Жданова-Заплесвичко, М.А. Землянова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – № 1 (334). – С. 4–15.

6. 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.

7. Приоритеты научной поддержки деятельности санитарно-эпидемиологической службы в области гигиены: поиск ответов на известные угрозы и новые вызовы / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, С.В. Кузьмин, И.В. Май // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 1. – С. 4–14.

8. 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.

9. Риск нарушения здоровья в условиях техногенного загрязнения среды обитания / Р.С. Гильденскиольд, И.Л. Винокур, О.В. Бобылева [и др.] // Здравоохранение Российской Федерации. – 2003. – № 3. – С. 23–24.

Обоснование необходимости гигиенической оценки продуктов здорового питания, реализуемых среди населения Воронежской области

И.Г. Ненахов[1,2], Ю.И. Стёпкин[1,2], А.А. Константинова[2], А.С. Шпилевая[2]

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России,
г. Воронеж, Россия

Вопрос качественного состава, безопасности и калорийности продукции, позиционируемой для здорового питания, является актуальной темой для научного исследования. Осуществлена оценка адекватности требований и необходимости гигиенической оценки для

продукции, позиционируемой для здорового питания. Всего для исследования был осуществлен отбор 58 образцов продукции, которые были исследованы в испытательном лабораторном центре (ИЛЦ) ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», также были проанализированы нормативные документы, регламентирующие качество и безопасность продуктов питания, и проведено социологическое исследование среди 150 респондентов различного возраста (от 18 до 68 лет), проживающих в Воронежской области.

В результате работы было установлено, что 23 % потребителей регулярно покупают продукты питания, позиционируемые как «здоровый выбор», 42 % потребителей предпочитают классические продукты питания, нежели покупать то, что рекламируется под данным лозунгом. В результате проведенных лабораторных исследований среди 58 отобранных образцов несоответствия были обнаружены только по микробиологическим показателям – в одном образце (продукт соевый пищевой ферментированный «Соевый десерт Манго») по показателю БКГП (колиформы). Отвечая на вопрос «Всегда ли продукты питания, которые позиционируются как здоровое питание, соответствуют своему названию и являются доброкачественными?», можно сделать вывод, что нет, не всегда. Маркетинговые приемы маркировки пищевых продуктов могут вводить в заблуждение и не всегда точно отражают истинную питательную ценность продукта.

Ключевые слова: здоровое питание, гигиена питания, качество и безопасность пищевых продуктов.

В Российской Федерации принципы здорового питания установлены № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов», а именно – редакцией закона от 01.03.2020 № 47-ФЗ, МР 2.3.6.0233-21 «Методические рекомендации к организации общественного питания населения», рекомендациями ВОЗ, Минздрава РФ и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Согласно анализу представленной нормативной документации, ежедневный рацион должен удовлетворять физиологическим потребностям человека в макроэлементах (белки, жиры и углеводы) и микроэлементах (витамины, минералы и биологически активные вещества). Ежедневный рацион также должен содержать продукты с низким содержанием насыщенных жиров, простых сахаров и поваренной соли, а также продукты, обогащенные витаминами, пищевыми волокнами и биологически активными веществами.

Федеральный закон № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» определяет качество и безопасность пищевых продуктов. Согласно закону, качество пищевых продуктов относится к характеристикам пищевого продукта, который может удовлетворить потребности человека при заявленных изготовителем условиях использования, в то время как безопасность пищевых продуктов определяется как обоснованная уверенность в том, что пищевые продукты не являются вредными и не представляют угрозы для здоровья нынешнего и будущих поколений при заявленных изготовителем условиях использования. Технический регламент ТР ТС 021/2011 дополнительно разъясняет понятие безопасности как отсутствие неприемлемого риска вредного воздействия на людей и будущие поколения, обусловленного наличием в пищевых продуктах загрязняющих веществ, которые представляют угрозу для жизни или здоровья человека. Также в вопросах качества и безопасности пищевой продукции следует руководствоваться требованиями ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», а также указанием понятной информации для потребителя, которая

содержится в ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». Концепция «доброкачественности» пищевых продуктов включает в себя такие факторы, как безопасность, питательная ценность, содержание энергии и пригодность для вторичной переработки. Концепция «доброкачественности» в пищевой промышленности охватывает два важнейших аспекта: подлинность и безопасность. Эти требования распространяются на состав пищевых продуктов и связанные с ними показатели безопасности [3].

Показатели подлинности относятся к техническим характеристикам продукта, включая его пищевую и энергетическую ценность (белки, жиры, углеводы, витамины, минералы, пищевые волокна и прочие биологически активные вещества, которыми продукт может быть обогащен). Кроме того, санитарная и микробиологическая безопасность продукта должна соответствовать установленным стандартам для данного типа продукта, что является не подлежащим обсуждению требованием для использования обогащенных компонентов в пищевых продуктах. Однако, когда дело доходит до продуктов, которые позиционируются как здоровое питание, простого соблюдения этих требований может оказаться недостаточно. Таким образом, вопрос качественного состава, безопасности и калорийности продукции, позиционируемой для здорового питания, является актуальной темой для научного исследования.

Целью исследования выступила оценка адекватности требований для продукции, позиционируемой для здорового питания, и вывод предполагает, что для обеспечения безопасности и эффективности пищевых продуктов, обогащенных микроэлементами, следует применять более широкое понятие «доброкачественность», которое должно охватывать не только такие понятия, как «подлинность» и «безопасность» продукта, но и его эффективность в предоставлении желаемых преимуществ потребителю.

Задачи работы:

1. Провести оценку состава некоторых групп пищевых продуктов, позиционируемых для здорового питания. Выделить основные характеристики продуктов питания, благодаря которым данная продукция позиционируется данным образом.

2. Провести опрос среди различных групп населения о том, приобретаются ли потребителями целенаправленно для питания продукты, позиционируемые как «здоровый выбор»?

3. Оценить качество и безопасность продуктов питания, исходя из их состава, согласно действующей в Российской Федерации нормативно-правовой документации в области гигиены питания.

Материалы и методы. Всего для исследования был осуществлен отбор 58 образцов продукции, из них 9 питательных батончиков, 4 напитка, 15 продуктов, содержащих в своем составе преимущественно сою, 4 вида печенья, преимущественно для диетического питания (без сахара), 3 вида «здорового» завтрака, 17 продуктов для приготовления «здоровых блюд», что заявлено на упаковке (крупы для приготовления каш, блюда из мясных продуктов, продукты с преимущественным содержанием крахмала и т.д.), 6 видов биологически активных добавок. Отбор образцов пищевой продукции осуществлялся в магазинах «шаговой» доступности согласно ГОСТ 31904-2012 на микробиологические показатели, ГОСТ 26929 для определения токсичных микроэлементов, а также действующей нормативно-технической документации, которая указывалась производителем в случае изготов-

ления продукции по техническим условиям (ТУ). Основные характеристики пищевых продуктов были определены путем анализа информации о пищевой ценности, нанесенной изготовителем в качестве маркировки на потребительскую упаковку продукта.

Социологическое исследование проводилось на 150 респондентах различного возраста от 18 до 68 лет среди населения Воронежской области. Исследование проводилось с помощью платформы «Яндекс.Формы», что позволило осуществить большой охват различных слоев населения с различающимися пищевыми привычками.

Качество пищевых продуктов оценивали в соответствии с действующими нормативными документами в области гигиены питания (в частности, ТР ТС 021/2011 и т.д.), стандартами здорового питания и рекомендациями Роспотребнадзора. Безопасность пищевых продуктов оценивали по их составу, определяемому с помощью лабораторных методов анализа. Исследования включали анализ наличия тяжелых металлов (Pb, Cd, Cr, Ni и т.д.), химических веществ, которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека (микробиологические агенты, пестициды, некоторые химические загрязнители, такие, как бенз(а)пирен, и т.д.), патогенных и условно-патогенных микроорганизмов [4].

Результаты проведенного опроса позволили сформулировать нижеприведенные утверждения о целенаправленной покупке потребителями продуктов питания, позиционируемых как «здоровый выбор»:

1) 23 % потребителей регулярно покупают продукты питания, позиционируемые как «здоровый выбор». Между тем 42 % потребителей предпочитают классические продукты питания, нежели продукцию «здорового выбора»; 65 % опрошенных сообщили, что не совершали подобных покупок вовсе;

2) потребители в возрастной группе 25–34 года чаще всего покупали продукты питания, позиционируемые как «здоровый выбор» (42 % положительных ответов). Потребители старше 55 лет были менее склонны к этому – всего 18 % положительных ответов среди всех респондентов данной возрастной категории;

3) потребители женского пола с большей вероятностью покупали продукты питания, позиционируемые как «здоровый выбор», по сравнению с потребителями мужского пола – 38 % к 15 % опрошенных соответственно.

Пищевые продукты, продаваемые населению как полезные для здоровья, часто характеризуются определенными свойствами, которые делают их привлекательными для потребителей, ищущих питательные варианты. Некоторые из основных характеристик, отмеченных респондентами:

1. Насыщенность питательными веществами. Продукты питания богатые витаминами, минералами и другими необходимыми питательными веществами часто рекламируются как полезные. На такую информацию на этикетке обращают внимание 32 % респондентов из тех, кто приобретает подобную продукцию.

2. Низкое содержание «вредных» ингредиентов. Пищевые продукты с низким содержанием вредных ингредиентов, таких как добавленный сахар, жиры и искусственные консерванты, часто рекламируются как полезные для здоровья варианты. На такую информацию на этикетке обращают внимание 13 % респондентов из тех, кто приобретает подобную продукцию.

3. Полностью натуральные продукты. Многие потребители считают, что «полностью натуральные» продукты полезнее, чем те, которые содержат искусственные ингредиенты. В результате пищевые продукты, приготовленные из минимально об-

работанных ингредиентов и не содержащие искусственных добавок, часто позиционируются как полезные для здоровья. На такую информацию на этикетке обращают внимание 34 % респондентов из тех, кто приобретает подобную продукцию.

4. Высокое содержание клетчатки. Продукты с высоким содержанием клетчатки часто рекламируются как полезные, поскольку клетчатка необходима для поддержания здоровой пищеварительной системы и связана со снижением риска хронических заболеваний, таких как болезни сердца и диабет 2-го типа. На подобную информацию на этикетке обращают внимание 6 % респондентов из тех, кто приобретает подобную продукцию.

5. Без глютена. Для людей с целиакией или непереносимостью глютена продукты без глютена являются ключевым компонентом здорового питания. В результате продукты без глютена часто продаются как полезные для здоровья варианты для более широкой аудитории, хотя наше исследование показало малую заинтересованность в подобной информации – всего лишь 4 % респондентов ответили положительно.

6. Без ГМО. Продукты, изготовленные без добавления компонентов ГМО, часто продаются как более полезные варианты, поскольку некоторые потребители считают, что продукты, содержащие ГМО, менее безопасны или менее питательны. На такую информацию на этикетке обращают внимание 11 % респондентов из тех, кто приобретает подобную продукцию.

Важно отметить, что эти результаты основаны на конкретной выборке в 150 человек и могут не быть репрезентативными для всего потребительского рынка Воронежской области. Для более точных выводов необходимо проведение дальнейших исследований.

Отобранные пищевые продукты были проанализированы на наличие основных питательных веществ, таких как клетчатка, витамины и минералы, которые необходимы для поддержания определенного уровня здоровья. Анализ показал, что большинство продуктов богаты клетчаткой (образцы № 3 и № 5), сывороточными белками (образцы № 1, 3, 5, 7, 9), а также такими минералами, как железо, кальций и калий (образцы № 4, 6, 8), витаминами A, D и E (образец № 6).

Батончики для здорового питания часто продаются как удобный и питательный вариант перекуса для тех, кто придерживается здорового питания. Данные продукты могут содержать такие ингредиенты, как орехи, сухофрукты, семена и цельные зерна (образцы № 2, 8, 9).

Некоторые батончики для здорового питания могут также содержать дополнительные витамины и минералы, клетчатку и растительные источники белка, такие как соевый белок или его изоляты (образцы № 2, 5, 6). При оценке полезности этих продуктов важно обратить внимание на список ингредиентов, количество калорий и количество жира, сахара и натрия, содержащихся в них. Питательные батончики, несмотря на позиционирование «здоровых продуктов», могут содержать большое количество сахара, искусственных ароматизаторов и консервантов, а также значительное количество жира и калорий, что может не подходить для тех, кто придерживается здорового питания (образцы № 2, 6 и 8 имеют пищевую ценность 449, 410 и 555 Ккал соответственно). С другой стороны, некоторые батончики для здорового питания могут содержать мало сахара и много клетчатки, что делает их более питательным вариантом (образцы № 3, 5, 7). Подробная информация представлена в табл. 1.

Таблица 1

Состав питательных батончиков, позиционируемых для здорового питания

Пищевой продукт	Ккал на 100 г	Основные вещества в составе	Соотношение «Б: Ж: У»	Наличие витаминов и клетчатки в составе
Образец № 1 (батончик низкокалорийный), 40 г	271	Отруби овсяные, белки молочные (концентрат сывороточного белка, концентрат молочного белка)	10: 4,2: 5,2	Не указано
Образец № 2 (батончик глазированный Фисташка и карамель), 50 г	449	Молоко сухое обезжиренное, эмульгатор (соевый лецитин), ароматизаторы, подсластитель (сукралоза)	9: 17: 4	Не указано
Образец № 3 (батончик без глазури (вкус: малина-йогурт)), 40 г	333,3	Сывороточного белка изолят, зомальтоолигосахарид; молоко обезжиренное сухое; кукурузное волокно	20: 8: 9	Клетчатки – 14 г в порции
Образец № 4 (батончик глазированный, шоколад), 40 г	160	Кокос, водорастворимые волокна кукурузы, инулин (пищевые волокна), олигофруктоза (пищевые волокна)	7,9: 11: 3,5	В составе указано наличие Ca
Образец № 5 (батончик с экстрактом гуараны), 40 г	300	Протеиновый комплекс (изолят сывороточного белка, концентрат молочного белка, изолят соевого белка), зерна кофе обжаренные	10: 4: 5	Клетчатки – 12 г в порции
Образец № 6 (батончик протеиновый без сахара, какао в молочном шоколаде), 40 г	410	Масло какао, молоко сухое цельное, какао тертое, инулин, олигофруктоза, подсластитель эритрит, эмульгаторы: лецитины (соевые), жир специального назначения	25: 27: 17	Содержит витамины A, D, E. В составе K, Na, Ca
Образец № 7 (протеиновый батончик Extra 25 %, манго-папайя), 40 г	300	Протеиновый комплекс (концентрат молочного белка, изолят сывороточного белка), пребиотик, растворимое кукурузное волокно	10: 5: 6	Клетчатки – 8 г в порции
Образец № 8 (Батончик протеиновый), 60 г	555	Белковая смесь, водорастворимые волокна кукурузы; ароматизаторы.	30: 14,1: 3,8	В составе K, Na
Образец № 9 (батончик без сахара), 40 г	275	Концентрат молочного белка, концентрат сывороточного белка, пищевые волокна	12: 2,4: 2,4	Не указано

Состав напитков для здорового питания сильно различается, но обычно они включают такие ингредиенты, как вода, сок из фруктов, овощей, семена, специи и экстракты трав. Подробная информация представлена в табл. 2. Основными веществами, входящими в состав этих продуктов, являются витамины, минералы, антиоксиданты, клетчатка.

Такие ингредиенты, как сок из фруктов и овощей, содержат витамины и минералы, необходимые для поддержания здоровья, а также антиоксиданты, которые помогают защитить организм от вредных свободных радикалов (образец № 4). Орехи и семена богаты полезными жирами и белком, которые также важны для поддержания здорового питания (образец № 2). Специи и растительные экстракты

обеспечивают дополнительные преимущества, такие как противовоспалительные свойства и улучшение пищеварения (образцы № 2 и 3).

Однако не все ингредиенты в этих напитках всегда полезны для здоровья. Некоторые продукты могут содержать добавленный сахар, искусственные подсластители и консерванты, которые могут быть вредны в количествах, превышающих допустимые уровни (образец № 3). Важно внимательно читать этикетку и выбирать продукты с минимальным содержанием сахара и искусственных ингредиентов, что часто не знают лица, соблюдающие диеты [2].

Таблица 2

Состав напитков, позиционируемых для здорового питания

Пищевой продукт	Ккал на 100 г	Основные вещества в составе	Соотношение «Б: Ж: У»	Наличие витаминов в составе
Образец № 1 (Напиток безалкогольный изотонический маракуйя-апельсин негазированный), 0,5 л	25	Вода питьевая подготовленная, сироп глюкозно-фруктозный, регуляторы кислотности: лимонная кислота, цитрат натрия; ароматизаторы, хлорид натрия, стабилизатор эфиры глицерина и смоляных кислот, консерванты	0: 0: 5	Витамин С
Образец № 2 (Нектар Гранат с семенами базилика 30 %), 290 мл	36	Сок граната 30 %, семена базилика, лимонная кислота, сахар, вода, геллановая камедь, ароматизатор граната, красители (Е124, Е150d)	0,1: 0,01: 9	Витамины С, Е
Образец № 3 (напиток Манго), 1,5 л	40	Вода, сахар, сок алоэ вера (8 %), вера-гелиевый порошок алоэ (7 %), регулятор кислотности – лимонная кислота, цитрат натрия, ароматизатор (манго), эмульгатор: геллановая камедь, антиоксиданты	0: 0: 9	Витамины С, Е
Образец № 4 (Морс, брусника), 1,5 л	36	Сок прямого отжима из ягод брусники, сахар, вода питьевая	0: 0: 9	Витамины С, Е

В заключение можно отметить, что лучшие напитки для здорового питания – это те, которые приготовлены из полностью натуральных ингредиентов с низким содержанием сахара и искусственных добавок. Эти напитки могут принести целый ряд преимуществ для здоровья, включая улучшение пищеварения, повышение общего тонуса организма и улучшение состояния здоровья. При оценке справочных данных этикеток биологически активных добавок к общему знаменателю продукцию привести не получилось. Состав биологически активных добавок разнился от продукта к продукту. Пищевые добавки для здорового питания включают в себя различные витамины, минералы, экстракты трав, растительные компоненты, аминокислоты и другие ингредиенты.

Основной состав БАДов и добавок в пищу:

1. Витамины: C, D и E. Эти витамины необходимы для поддержания жизненно важных функций организма, например, помогают функционированию иммунной системы.

2. Минералы. Популярные минералы, содержащиеся в пищевых добавках – железо, кальций и магний. Присутствие данных микроэлементов было обнаружено нами в 12 из 15 отобранных БАДов.

3. Травы и растительные компоненты. В отобранных нами образцах наиболее часто встречающимися добавками оказались женьшень, экстракт зеленого чая и куркума.

4. Аминокислоты. Аминокислоты, такие как L-карнитин, часто входят в состав пищевых добавок для здорового питания. L-карнитин способствует стимуляции энергетического обмена, обладает антиоксидантным и антигипоксантным свойствами (в 7 образцах был указан в составе L-карнитин, в 4 – прочие аминокислоты). Важно отметить, что не все пищевые добавки полезны для здоровья, а некоторые могут даже иметь негативные побочные эффекты.

Следующая группа продукции, позиционируемая для здорового питания, а также достаточно популярная в среде вегетерианцев, это соевая продукция. Продукты, содержащие сою, производятся из соевых бобов, которые являются разновидностью бобовых, богатых белком, клетчаткой, витаминами и минералами. Некоторые распространенные продукты, содержащие сою, включают тофу, соевое молоко, темпе и эдамаме.

Соевые бобы являются одним из немногих растительных источников белка и источником пищевых волокон, которые могут помочь поддерживать здоровое пищеварение и регулировать уровень сахара в крови. Соевые бобы богаты витаминами и минералами, такими как калий, железо, магний и витамины группы В. Кроме того, соевые продукты содержат соединения, известные как фитоэстрогены, которые представляют собой соединения, имитирующие гормон эстроген в организме. Некоторые исследования показывают, что фитоэстрогены могут иметь преимущества для здоровья, такие как снижение риска некоторых видов рака, сердечных заболеваний и остеопороза.

Соевые продукты, помеченные этикеткой «для здорового питания», среди отобранных нами проб включали: чистую сою для пищевых целей, муку соевую, продукты соевые пищевые ферментированные (десертные), сыры тофу и т.д. Подробная информация о составе по группам продукции представлена в табл. 3.

Таблица 3

Состав соевых продуктов, позиционируемых для здорового питания

Группа соевых пищевых продуктов	Ккал на 100 г (среднее по группе)	Основные вещества в составе	Соотношение «Б: Ж: У» (среднее по группе)	Наличие добавок
Группа соевых продуктов № 1 (сыры тофу)	121	Соевые бобы, вода и коагулянты (чаще сульфат кальция, лимонный сок/уксус или нигари)	14: 5: 6	Без добавок
Группа соевых продуктов № 2 (соевое мясо)	122	Вода, масло растительное, глютен пшеничный, мука пшеничная, пшеничный белок, соевый белок, пшеничный крахмал, кукурузный крахмал, картофельный крахмал, соль, глюкозный сироп	15: 18: 7,5	Без добавок
Группа соевых продуктов № 3 (соевые напитки)	49	Соевые бобы, вода и коагулянты	3: 1,4: 4,8	Вкусовые добавки в зависимости от указанного вкуса напитка

С позиции воздействия на здоровье продукты, содержащие сою, обычно считаются полезной частью сбалансированного рациона. Однако у некоторых людей могут возникнуть проблемы с пищеварением при употреблении сои, поскольку соевые бобы содержат вещества, которые могут препятствовать усвоению определенных питательных веществ [1]. Хлопья быстрого приготовления, крупы для приготовления и каши для здорового питания очень сильно различаются по составу, но обычно они содержат комбинацию злаков, сахара, клетчатки, витаминов и минералов. Основными веществами, входящими в состав этих продуктов, являются:

1. Злаки. Цельное зерно, овсянка, кукурузная мука и пшеница – это обычные злаки, используемые в кашах быстрого приготовления и для здорового питания. Цельные злаки считаются полезным выбором, потому что они богаты клетчаткой, витаминами и минералами.

2. Сахар. Некоторые каши быстрого приготовления (образцы № 1, 2, 3) содержат сахар для улучшения вкуса. В среднем содержание сахара в каше быстрого приготовления составляет 17 г добавленного сахара на 100 г продукта. В утренней порции хлопьев (образцы № 2 и 4), в том числе и в мюсли (30–40 г на завтрак), содержится минимум 4–5 г сахара. В некоторых хлопьях (образцы № 3, 4) этот показатель еще выше – до 15–20 г на порцию, а по калорийности такой продукт приближается к шоколаду.

3. Клетчатка. Клетчатка важна для здорового питания, поскольку способствует пищеварению и снижению веса. Каши быстрого приготовления и полезные диетические каши обычно содержат либо натуральную клетчатку, либо добавленную клетчатку.

4. Витамины и минералы. Каши быстрого приготовления для здорового питания часто обогащены витаминами и минералами, такими как витамины B, D и E, а также минералами, такими как железо, кальций и цинк (образцы № 2, 3 и 4).

Как правило, каши для здорового питания готовятся из цельного зерна, содержат низкий уровень сахара и богаты клетчаткой, витаминами и минералами. Хлопья быстрого приготовления также могут быть полезным вариантом, но важно проверять этикетку и выбирать те, которые приготовлены из цельного зерна, с низким содержанием сахара и обогащены витаминами и минералами.

По результатам лабораторных испытаний в испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» отобранных нами образцов на соответствие ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»; ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» несоответствия среди 58 отобранных образцов были выявлены: по микробиологическим показателям – в одном образце (продукт соевый пищевой ферментированный «Соевый десерт Манго») (результат испытаний: (БКГП (колиформы) в 1,0 г – обнаружено, величина допустимого уровня: (БКГП (колиформы) в 1,0 г – не допускается)).

Во всех остальных случаях все продукты, реализуемые потребителям с маркировкой «для здорового питания», соответствуют требованиям качества и безопасности.

Выводы:

1. Пищевые продукты, продаваемые населению как «полезные для здоровья», часто характеризуются определенными свойствами, которые делают их привлека-

тельными для потребителей. Некоторые из основных характеристик включают: насыщенность питательными веществами (витаминами, минералами и т.д.); низкое содержание вредных ингредиентов: сахар, жиры, искусственные консерванты и т.д.; полностью натуральный состав; высокое содержание клетчатки, без глютена и ГМО.

2. 23 % потребителей регулярно покупают продукты питания, позиционируемые как «здоровый выбор». Между тем 42 % потребителей предпочитают классические продукты питания, нежели покупать то, что рекламируется под данным лозунгом. Необходима проработка подходов к гигиеническому воспитанию и обучению населения [5].

3. В результате проведенных лабораторных исследований несоответствия среди 58 отобранных образцов были обнаружены только по микробиологическим показателям – в одном образце (продукт соевый пищевой ферментированный «Соевый десерт Манго») по показателю БКГП (колиформы).

4. Отвечая на вопрос «Всегда ли продукты питания, которые позиционируются как здоровое питание, соответствуют своему названию и являются доброкачественными?», можно сделать вывод, что нет, не всегда. Маркетинговые приемы маркировки пищевых продуктов могут вводить в заблуждение и не всегда точно отражают истинную питательную ценность продукта. Некоторые пищевые продукты, которые продаются как полезные, могут содержать скрытые ингредиенты, вредные для здоровья, такие как добавленный сахар, вредные жиры или искусственные добавки (каши быстрого приготовления, напитки, биологически-активные добавки), что может внести коррективы к подходам здоровьесбережения среди населения [6].

Список литературы

1. Ахматова В.С., Колнет И.В., Ненахов И.Г. Оценка пищевого статуса студентов медико-профилактического факультета // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 101–105.

2. Гигиена питания: мифы о диетах и их распространенность среди студенческой молодежи / Е.А. Черномор, А.А. Зацепина, И.Г. Ненахов, Ю.И. Стёпкин // Молодежь – практическому здравоохранению: сборник материалов XIII Всероссийской с международным участием научной конференции студентов и молодых ученых-медиков. – 2019. – С. 441–444.

3. Контроль фальсификации пищевой продукции как основа обеспечения безопасности здоровья и качества жизни населения / Ю.И. Степкин, И.Г. Ненахов, А.В. Платунин, И.И. Механтьев // Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы. – М., 2019. – Т. 3. – С. 307–323.

4. Морозова С.А., Радченко К.А., Ненахов И.Г. Сведомленность студентов медицинского вуза в вопросах влияния на здоровье безалкогольных и энергетических напитков // Молодежь и медицинская наука: материалы VII Всероссийской межвузовской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. – Тверь, 2020. – С. 434–438.

5. Мызникова И.А., Ненахов И.Г. Вопросы гигиенического обучения сотрудников объектов общественного питания, продовольственной торговли и пищевой промышленности // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях: материалы XII всероссийской научно-практической интернет-конференции

молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием. – Саратов, 2022. – С. 159–162.

6. Якимова И.А., Минченко К.Ю., Ненахов И.Г. К вопросу здоровьесбережения студенческой молодежи (изучение аспектов питания обучающихся методом социального опроса) // Новой школе – здоровые дети: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж, 2020. – С. 212–216.

Уровень безопасности рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов на потребительском рынке России: анализ результатов санитарно-эпидемиологического контроля 2013–2020 гг.

Н.В. Никифорова

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

Проблема качества и безопасности продуктов питания является одной из приоритетных составляющих национальной безопасности, так как обеспечивает устойчивое производство основных продуктов питания. Несмотря на не большую долю рыбы в рационе питания, опросы населения показывают, что 80 % опрошенных признают значимость регулярного потребления рыбы для рациона. Таким образом, качество и безопасность данного вида продукции являются актуальными для изучения.

Результаты настоящего исследования показали, что рыба и рыбная продукция чаще всего не соответствуют гигиеническим требованиям по физико-химическим, микробиологическим, паразитологическим показателям – в среднем 1,1–10,8 % проб ежегодно. Углубленный анализ показателей качества и безопасности рыбы и рыбной продукции свидетельствует, что наиболее часто нарушения санитарно-эпидемиологических требований регистрируются по таким показателям, как дрожжи, массовая доля глазури, КМАФАнМ, БГКП (колиформы), патогенные, в том числе сальмонеллы и *L. monocytogenes*, плесени, ртуть. Для формирования профилей риска данной категории продукции с разбивкой на отдельные виды рыбы и рыбной продукции требуется дополнительный сбор материала для анализа.

Ключевые слова: безопасность, рыба, рыбные продукты, нестандартные пробы, лабораторный надзор.

Проблема качества и безопасности продуктов питания является одной из приоритетных составляющих национальной безопасности, так как обеспечивает устойчивое производство основных продуктов питания. В рационе питания человека преобладают такие виды продукции, как молоко и молочные продукты – 38,6 % в структуре потребления основных продуктов питания: овощи и бахчевые – 14,8 %, хлеб и хлебные продукты – 13,6 %, мясо и мясные продукты – 13,1 %, фрукты и ягоды – 10,9 %, кондитерские изделия и сахар – 4,4 %. Потребление рыбы и рыбных продук-

тов в структуре питания составляет всего 2,2 % [7]. Несмотря на небольшую долю рыбы в рационе питания опросы населения показывают, что 80 % опрошенных признают значимость регулярного потребления рыбы для рациона. По мнению населения, рыба превосходит мясо и птицу по полезным свойствам для организма [5]. И действительно, рыба и рыбная продукция являются важным источником полезных веществ, в том числе полноценного животного белка, минеральных элементов, легкоусвояемых жиров и витаминов [4]. Употребление рыбы в пищу снижает риск развития сердечно-сосудистой патологии, в том числе риск развития сердечной недостаточности, риск смерти от инфаркта миокарда, частоту инсультов и др. [1, 11]. Диета, богатая рыбьим жиром, оказывает благоприятное воздействие на течение таких воспалительных заболеваний, как ревматоидный артрит и астма [10]. Установлено, что потребление свежей рыбы снижает риски развития болезни Паркинсона [12].

Другим важным аспектом употребления рыбы в пищу является то, что рыба может аккумулировать и сорбировать токсичные химические элементы и вещества, присутствующие в водных объектах. Например, ввиду того, что биогеохимическое превращение ртути происходит в основном в водной среде, ртуть накапливается в рыбе и морепродуктах [3]. Ртуть оказывает нейротоксическое воздействие, отрицательно влияет на сердечно-сосудистую систему, репродуктивную функцию и приводит к нарушениям эмбрионального развития [3]. Рыба, наряду с мясными и молочными продуктами, является источником поступления в организм человека диоксинов, которые являются высокотоксичными и оказывают влияние на репродуктивное здоровье и процессы развития организма, отрицательно действуют на нейроэндокринную и иммунную системы [9]. По некоторым источникам 10,5 % заболеваний человека пищевого происхождения обусловливают рыбы и беспозвоночные, они же являются причиной 20,0–35,0 % всех пищевых токсикоинфекций [6]. Рыба может являться источником передачи человеку ряда гельминтозов: дифиллоботриоза, анизакидоза и пр. [2, 8]. Кроме того, в последнее время результаты маркетинговых исследований свидетельствуют, что потребители не удовлетворены качеством доступной рыбы и указывают на ухудшение рыбной продукции на полках в торговых сетях.

Факт возможного негативного влияния факторов опасности рыбы и рыбной продукции на здоровье населения актуализирует изучение вопроса качества и безопасности рыбы и рыбной продукции, в том числе для задач организации контрольно-надзорной деятельности, чему и посвящена данная работа.

Цель исследования – провести анализ текущей ситуации, характеризующей качество и безопасность рыбы и рыбной продукции, циркулирующей на рынке Российской Федерации, с целью установления приоритетных факторов риска для последующих контрольно-надзорных мероприятий.

Материалы и методы. Объектом исследований являлась отраслевая статистическая форма 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» (раздел 7) за 2013–2022 гг. Изучали динамику и частоту нарушений санитарно-эпидемиологических требований, предъявляемых к изучаемому типу продукции. Также изучали результаты лабораторных исследований качества рыбы и рыбной продукции, проведенных ФБУЗ ЦГиЭ одного из регионов Российской Федерации, за трехлетний период, при этом из анализа были исключены такие показатели, как нитрозамины – сумма НДМА и НДЭА, яйца и личинки гельминтов, неспорообразующие микроорганизмы, *Diphyllobothrium latum*, белки, вкус, массовая доля фосфатов, плесени и дрожжи, стафилококковые энтеротоксины, энергетическая ценность,

Cl. botulinum, бензоат натрия в пересчете на бензойную кислоту, ДНК-генетически модифицированная, жизнеспособные яйца гельминтов, масса глазури, массовая концентрация сорбиновой кислоты и ее солей в пересчете на сорбиновую кислоту, род *Proteus*, содержание влаги, удельная активность стронция-90, удельная активность цезия-137, так как количество исследований на данные показатели было менее трех.

Результаты. Анализ результатов контрольно-надзорной деятельности за безопасностью рыбы и рыбной продукции за десятилетний период показал, что наибольшая частота несоответствий санитарно-эпидемиологическим требованиям фиксируется по физико-химическим показателям – в среднем 7,2 % проб, в том числе по показателям фальсификации – 10,8 %, микробиологическим показателям – 6,0 %, в том числе патогенным микроорганизмам – 0,3 %, паразитологическим показателям – 1,1 %. По остальным показателям безопасности частота нарушений находится на уровне менее 1 % либо нарушения санитарно-эпидемиологических требований не регистрируются. Результаты лабораторных исследований пищевой продукции, выполненных за период 2013–2022 гг., приведены в табл. 1. Представлены показатели, по которым наиболее часто регистрируются несоответствия гигиеническим требованиям по анализируемому виду продукции.

Таблица 1

Частота нарушений обязательных санитарно-эпидемиологических требований, предъявляемых к рыбе и рыбной продукции, %

Показатели качества и безопасности	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее значение, 2013–2022
Физико-химические показатели	-	15,8	10,1	9,0	7,0	5,7	5,4	3,8	3,5	4,1	7,2
Фальсификация продукции	-	-	-	13,7	7,8	14,8	14,2	15,9	7,4	1,9	10,8
Микробиологические показатели	7,6	6,8	7,3	7,1	6,0	5,0	4,8	5,6	4,7	4,9	6,0
Патогенные микроорганизмы	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3
Паразитологические показатели	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	0,8	1,6	0,8	0,6	0,4	1,1
Антибиотики	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2
Санитарно-химические	0,03	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
Бенз(а)пирен	-	0,2	0,2	0,4	2,6	2,2	0,3	0,0	0,3	0,0	0,7
Мышьяк	0,1	0,2	0,4	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
Гистамины		0,8	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2
Ртуть	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Кадмий	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Свинец	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Радиоактивные вещества	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2
Цезий-137	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2
Пестициды	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Примечание: «-» – данные отсутствуют.

В целом за анализируемый период доля проб рыбной продукции, не соответствующей санитарно-эпидемиологическим требованиям по физико-химическим показателям, в том числе по показателям фальсификации продукции, микробиологическим показателям, антибиотикам, паразитологическим показателям, радиоактивным веществам, снизилась в 1,5–7,2 раза. По санитарно-химическим показателям отмечен прирост в 6 раз доли проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям.

Что касается более углубленного анализа качества и безопасности рыбы и рыбной продукции на примере одного из регионов Российской Федерации, то наиболее часто нарушения санитарно-эпидемиологических требований регистрировались по таким показателям, как дрожжи, массовая доля глазури, КМАФАнМ, БГКП (колиформы), патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и *L. monocytogenes*, плесени, ртуть (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика качества и безопасности рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов в разрезе исследуемых показателей

Показатель	Количество исследований	Количество исследований с неудовлетворительным результатом	%
Дрожжи	22	17	77,3
Массовая доля глазури	10	6	60,0
КМАФАнМ	92	48	52,2
БГКП (колиформы)	77	33	45,8
Патогенные в том числе сальмонеллы и *L. monocytogenes*	9	4	44,4
Плесени	6	1	16,7
Ртуть	6	1	16,7
Личинки дифиллоботриумов	11	1	9,1
Личинки анизакисов	13	1	7,7
S. aureus	45	3	6,7
L. monocytogenes	33	1	3,0
Фосфаты	90	0	0,0
Патогенные, в том числе сальмонеллы	40	0	0,0
Сульфитредуцирующие клостридии	19	0	0,0
V. parahaemolyticus	15	0	0,0
Кадмий	14	0	0,0
Свинец	14	0	0,0
Гексахлорциклогексан (альфа,бета,гамма-изомеры)	9	0	0,0
ДДТ и его метаболиты	9	0	0,0
Мышьяк	5	0	0,0
Органолептика	4	0	0,0

Превышение нормативных уровней содержания в рыбе, рыбных продуктах и других гидробионтах таких показателей, как *S. aureus*, БГКП, дрожжи, плесени, КМАФАнМ, может приводить к развитию у потребителей таких нарушений здоровья, как кишечные инфекции, расстройства желудочно-кишечного тракта, сопровождающихся повышением температуры тела, рвотой, диареей, явлениями дисбактериоза, обострения болезней системы пищеварения.

Разбивка по отдельным видам продукции результатов лабораторных исследований качества и безопасности рыбы и рыбной продукции не позволила однозначно сформировать профили риска данной группы товаров ввиду недостаточного количества исследований. Необходимо провести дополнительный сбор данных для формирования профилей риска данной группы товара. Вместе с тем определенную направленность в отношении показателей качества и безопасности можно отследить. Так, результаты лабораторных исследований свидетельствуют, что в рыбных пресервах в 100 % (10 из 10) проведенных исследований содержание дрожжей не соответствовало гигиеническим требованиям. Рост дрожжей в пресервах может быть обусловлен особенностями производственного процесса – добавлением сахара в заливку, а также неоднократным циклом заморозки и дефростации рыбного сырья.

Таким образом, при формировании плана проверок безопасности рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов необходимо учитывать следующее:

– наибольшая частота нарушений гигиенических требований регистрируется по физико-химическим показателям, в том числе по показателям фальсификации, микробиологическим показателям, в том числе патогенным микроорганизмам, паразитологическим показателям, – в среднем 1,1–10,8 % проб ежегодно;

– углубленный анализ показателей качества и безопасности рыбы и рыбной продукции свидетельствует, что наиболее часто нарушения санитарно-эпидемиологических требований регистрируются по таким показателям, как дрожжи, массовая доля глазури, КМАФАнМ, БГКП (колиформы), патогенные, в том числе сальмонеллы и *L. monocytogenes*, плесени, ртуть;

– для формирования профилей риска данной категории продукции с разбивкой на отдельные виды рыбы и рыбной продукции требуется дополнительный сбор материала для анализа.

Список литературы

1. Васильев А.П., Стрельцова Н.Н. Омега-3-жирные кислоты в кардиологической практике // Consilium Medicum. – 2017. – Т. 19, № 10. – Р. 96–104. DOI: 10.26442/2075-1753_19.10.96-104

2. Гугушвили Н.Н., Инюкина Т.А., Когденко Н.В., Меньшенин В.В. Качество и безопасность различных видов рыб при Анизакидозе // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2018. – Т. 7, № 2. – С. 200–204.

3. Иванова Е.С., Корнилова А.И., Румянцева О.Ю. Накопление ртути в организме и ее влияние на биохимические показатели крови женщин детородного возраста (на примере г. Череповца Вологодской области) // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2020. – Т. 28, № 1. – С. 47–56. DOI: 10.22363/2313-2310-2020-28-1-47-56

4. Козлов А.И., Козлова Т.В., Бубырь И.В. Современное состояние и перспективы развития переработки рыбной продукции в Белоруссии // Международный научный журнал – 2013. – № 4. – С. 45–51.

5. Лаборатория ритейла: выпуск 9. Как увеличить потребление рыбы в России? [Электронный ресурс] // Платформа: центр социального проектирования. – URL: https://pltf.ru/wp-content/uploads/2021/07/kak-uvelichite-potreblenie-ryby-v-rossii.pdf (дата обращения: 05.03.2023).

6. Ларцева Л.В. Рыба и другие гидробионты – как источник и фактор передачи возбудителей сапронозных инфекций человека // Человек и животные: материалы VII Международной заочной конференции. – Астрахань, 10–30 мая 2014 г. – Астрахань: Нижневолжский экоцентр, 2014. – С. 11–14.

7. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации [Электронный ресурс] // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13278 (дата обращения: 05.03.2023).

8. Сердюков А.М., Витомскова Е.А. Распространение дифиллоботриоза в популяциях морских и пресноводных рыб водоемов Магаданской области // Вестник ДВО РАН. – 2022. – № 1 (221). – С. 108–112. DOI: 10.37102/0869-7698_2021_221_01_09

9. Цгоев Т.Ф. Диоксины и их опасность. Проблемы и меры по снижению их негативного воздействия // Chronos. – 2019. – № 8 (35). – С. 3–6.

10. Hartert T.V., Peebles R.S. Dietary antioxidants and adult asthma // Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol. – 2001. – Vol. 1, № 5. – P. 421–429. DOI: 10.1097/01.all.0000011055.59442.37

11. Inake of fish and omega-3 fatty acids and risk of stroke in women / H. Iso, K.M. Rexrode, M.J. Stampfer [et al.] // JAMA. – 2000. – Vol. 285, № 3. – P. 304–312. DOI: 10.1001/jama.285.3.304

12. Prospective study of dietary pattern and risk of Parkinson disease / X. Gao, H. Chen, T.T. Fung [et al.] // Am. J. Clin. Nutr. – 2007. – Vol. 86, № 5. – P. 1486–1494. DOI: 10.1093/ajcn/86.5.1486

Качество питьевой воды централизованных систем питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения Российской Арктики

Ю.А. Новикова[1], Н.А. Тихонова[1], Р.В. Бузинов[1], О.И. Копытенкова[1,2]

[1]ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Качество питьевой воды является важнейшим направлением охраны здоровья и улучшения качества жизни населения.

Осуществлена оценка качества питьевой воды, подаваемой населению Российской Арктики, в 2007–2020 гг.

В 2020 г. качество питьевой воды централизованных систем питьевого и хозяйственно бытового водоснабжения контролировалось во всех девяти арктических субъектах, в

2007 г. не проводились исследования в Чукотском автономном округе. Во всех регионах АЗРФ в течение 14 лет регистрировались превышения гигиенических нормативов по таким показателям, как железо, алюминий, никель, марганец, колифаги, общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии.

Небольшое количество точек контроля и недостаточный перечень анализируемых показателей не позволяют объективно оценить санитарно-эпидемическую обстановку в отдельных регионах. Например, качество питьевой воды в арктических районах Республики Саха (Якутия) контролировалось лишь в одной точке Булунского района. Для повышения эффективности СГМ на территории АЗРФ целесообразно актуализировать программы мониторинга в соответствии с действующей нормативно-методической документацией, возможно, следует разработать методические документы по организации мониторинга с учетом особенностей арктических территорий.

Ключевые слова: питьевая вода, централизованные системы питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, социально-гигиенический мониторинг, Арктическая зона Российской Федерации.

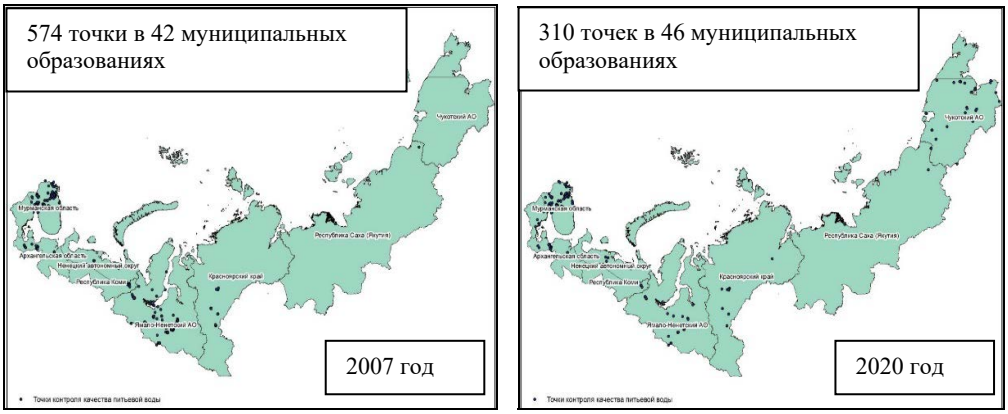
Качество питьевой воды является важнейшим направлением охраны здоровья и улучшения качества жизни населения [1, 4]. Наиболее информативным и надежным источником для оценки качества питьевой воды являются результаты систематических лабораторных исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга (СГМ) [2, 5]. Существующая на территории Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) система СГМ не позволяет объективно оценить состояние санитарно-эпидемиологического благополучия проживающего населения, так как не учитываются климатические особенности Российской Арктики, различия индустриально развитых и малонаселенных районов, удаленность населенных пунктов от административных центров территорий и другие особенности северных территорий [6].

Цель исследования – оценка качества питьевой воды, подаваемой населению Российской Арктики.

Материалы и методы. В данном исследовании были проанализированы данные Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга по разделу «Питьевая вода систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения», формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта» за 2007–2020 гг. по муниципальным образованиям Арктической зоны Российской Федерации. Оценивались программы контроля качества питьевой воды, результаты лабораторных исследований по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, удельный вес проб, не соответствующих гигиеническим нормативам. Исследование выполнялось в рамках научно-исследовательской работы рег. № АААА-А20-120021390020-6.

Результаты. Организация централизованного питьевого и хозяйственно бытового водоснабжения, особенно на территориях с низкой плотностью населения: Ненецкий автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ, арктические территории Красноярского края (за исключением г. Норильска) и Республика Саха (Якутия), – является сложной технической и технологической задачей. Помимо этого, существуют проблемы с обеспечением сельского населения качественной питьевой водой: это подтверждается показателями доли проб питьевой воды, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям.

В 2020 г. качество питьевой воды централизованных систем питьевого и хозяйственно бытового водоснабжения контролировалось во всех девяти арктических субъектах, в 2007 г. не проводились исследования в Чукотском автономном округе (рис. 1).



а *б*

Рис. 1. Распределение точек контроля качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения населенных пунктах АЗРФ в 2007 (*а*) и 2020 гг. (*б*)

В 2020 г. удельный вес проб воды из распределительной сети централизованных систем питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, на территории АЗРФ составил 5,65 %, превышения регистрировались на территории всех субъектов АЗРФ, за исключением Республики Саха (Якутия) (рис. 2). Следует принять во внимание тенденцию к снижению данного показателя за последние 14 лет (2007 год – 11,52 %).

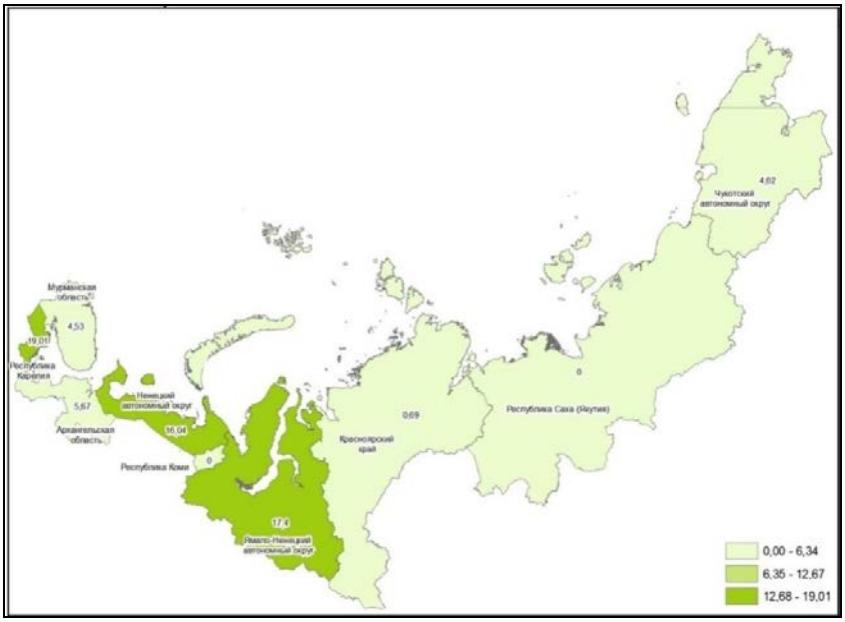


Рис. 2. Удельный вес исследованных в рамках СГМ проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в 2020 г.

Во всех регионах АЗРФ в течение 14 лет регистрировались превышения гигиенических нормативов по таким санитарно-химическим показателям, как железо, алюминий, никель, марганец (табл. 1).

Таблица 1

Превышения гигиенических нормативов по химическим веществам в 2007 и 2020 гг. (по результатам СГМ)

Наименование показателя	Наименование субъекта	
	2007 г.	2020 г.
Алюминий	Мурманская область, арктические территории Архангельской области	Мурманская область, арктические территории Архангельской области
Аммиак и аммоний-ион	Ямало-Ненецкий автономный округ	–
Гидроксибензол	Мурманская область	–
Железо	Мурманская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, арктические территории Архангельской области, Красноярского края, Республики Коми, Республики Саха (Якутия)	Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, арктические территории Архангельской области, Красноярского края, Республики Карелия
Никель	Мурманская область	Мурманская область, арктические территории Архангельской области
Кремний	Ямало-Ненецкий автономный округ	–
Марганец	Мурманская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, арктические территории Архангельской области	Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, арктические территории Архангельской области, Красноярского края
Нитраты	–	Арктические территории Красноярского края
Свинец	–	Арктические территории Архангельской области
Фтор	Ямало-Ненецкий автономный округ	–
Хлориды	Ямало-Ненецкий автономный округ	–
Формальдегид	–	Арктические территории Архангельской области
Хлороформ	–	Мурманская область, арктические территории Архангельской области

Удельный вес проб воды из распределительной сети централизованных систем питьевого и хозяйственно бытового водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, на территории АЗРФ в 2020 г. составил 0,91 %. Превышения регистрировались в населенных пунктах Мурманской области, Ненецкого, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, арктических территорий Архангельской области, Красноярского края и Республики Карелия (рис. 3).

Во всех регионах АЗРФ с 2007 по 2020 г. регистрировались превышения гигиенических нормативов по таким микробиологическим показателям, как колифаги, общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии (табл. 2).

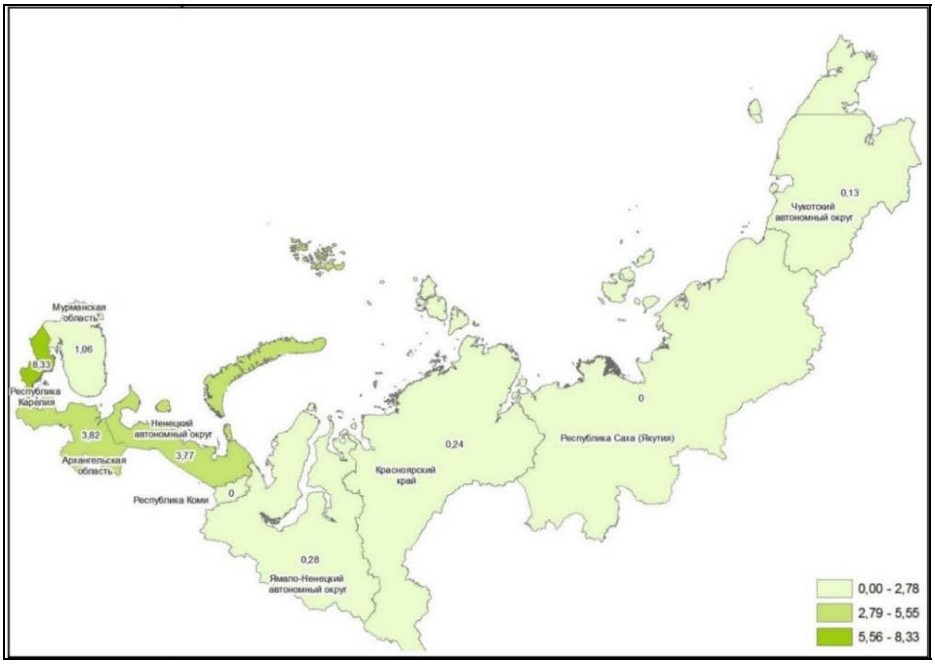


Рис. 3. Удельный вес исследованных в рамках СГМ проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, в 2020 г.

Таблица 2

Превышения гигиенических нормативов по микробиологическим показателям в 2007 и 2020 гг. (по результатам СГМ)

Наименование показателя	Наименование субъекта	
	2007 г.	2020 г.
Колифаги	Мурманская область, арктические территории Архангельской области, арктические территории Красноярского края	Мурманская область, арктические территории Архангельской области
Общие колиформные бактерии	Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, арктические территории Архангельской области, Красноярского края, Республики Карелия, Республики Коми, Республики Саха (Якутия)	Мурманская область, Чукотский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, арктические территории Архангельской области, Красноярского края, Республики Карелия
Термотолерантные колиформные бактерии	Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ; арктические территории Архангельской области, Красноярского края, Республики Карелия, Республики Саха (Якутия)	Мурманская область, Ненецкий автономный округ, арктические территории Архангельской области, Красноярского края, Республики Карелия

В 2020 г. самые высокие значения удельного веса проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам как по санитарно-химическим, так и по микробиологическим показателям, регистрировались в арктических районах Республики Карелия (19,01 и 8,33 % соответственно).

Качество питьевой воды в населенных пунктах арктических территорий Республики Карелия в течение 14 лет наблюдения не соответствовало гигиеническим нормативам по содержанию железа, общих колиформных бактерий, термотолерантных колиформных бактерий, колифагов.

Выводы. Во всех регионах АЗРФ с 2007 по 2020 г. регистрировались превышения гигиенических нормативов по санитарно-химическим и микробиологическим показателям.

Небольшое количество точек контроля и недостаточный перечень анализируемых показателей не позволяют объективно оценить санитарно-эпидемиологическую обстановку в отдельных регионах. Например, качество питьевой воды в арктических районах Республике Саха (Якутия) контролировалось лишь в одной точке Булунского района.

Для повышения эффективности СГМ на территории АЗРФ целесообразно актуализировать программы мониторинга в соответствии с действующей нормативно-методической документацией [3], возможно, следует разработать методические документы по организации мониторинга с учетом особенностей арктических территорий.

Список литературы

1. К вопросу оценки качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения в современных условиях / Ю.А. Новикова, К.Б. Фридман, В.Н. Федоров, А.А. Ковшов, Н.А. Тихонова, И.О. Мясников [Электронный ресурс] // Гигиена и санитария. – 2020. – № 6. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-otsenki-kachestva-pitievoy-vody-sistem-tsentralizovannogo-vodosnabzheniya-v-sovremennyh-usloviyah (дата обращения: 14.04.2023).

2. Методические подходы к организации программ мониторинга качества питьевой воды / Ю.А. Новикова, И.О. Мясников, А.А. Ковшов, Н.А. Тихонова, Н.С. Башкетова [Электронный ресурс] // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. – № 10 (331). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-organizatsii-programm-monitoringa-kachestva-pitievoy-vody (дата обращения: 14.04.2023).

3. МР 2.1.4.0176-20. Организация мониторинга обеспечения населения качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения [Электронный ресурс]. – https://docs.cntd.ru/document/565982142 (дата обращения: 14.04.2023).

4. Приоритетные факторы нарушения здоровья населения Российской Федерации, ассоциированные с качеством питьевой воды систем централизованного водоснабжения / В.Б. Алексеев, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, А.М. Андришунас, М.В. Глухих // Здравоохранение Российской Федерации. – 2022. – Т. 66, № 5. – С. 366–374. DOI 10.47470/0044-197X-2022-66-5-366-374 (дата обращения: 14.04.2023).

5. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, Д.В. Горяев, С.В. Клейн [Электронный ресурс] // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-gigienicheskiy-monitoring-na-sovremennom-etape-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-v-sopryazhenii-s-risk-orientirovannym (дата обращения: 14.04.2023).

6. Фридман К.Б., Новикова Ю.А., Тихонова Н.А. К вопросу совершенствования социально-гигиенического мониторинга в Арктической зоне Российской Федерации [Электронный ресурс] // Российская Арктика. – 2019. – № 6. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-sovershenstvovaniya-sotsialno-gigienicheskogo-monitoringa-v-arkticheskoy-zone-rossiyskoy-federatsii (дата обращения: 14.04.2023).

О некоторых промежуточных результатах реализации федерального проекта «Чистый воздух» с учетом новых гигиенических нормативов

Е.Л. Овчинникова[1,2], А.С. Крига[3], А.С. Колчин[1], М.Н. Черкашина[2], И.Г. Винокурова[2]

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

Утверждение новых гигиенических нормативов – предельно допустимых среднегодовых концентраций для атмосферного воздуха (СанПиН 1.2.3685-21) позволило оценить качество атмосферного воздуха с точки зрения длительного, хронического воздействия вредных химических веществ на здоровье человека.

Осуществлена гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха по контролируемым показателям в системе социально-гигиенического мониторинга и экологического мониторинга с учетом среднегодовых предельно допустимых концентраций за весь период действия федерального проекта «Чистый воздух», реализуемого на территории г. Омска.

Были определены вещества, в отношении которых было установлено сверхнормативное значение среднегодовых концентраций: взвешенные вещества ($PM_{2.5}$), бенз(а)пирен, бензол, формальдегид, сероводород и ряд металлов (хром, никель, марганец). В сравнении со средними данными по России для Омска характерно сверхнормативное загрязнение воздуха бенз(а)пиреном, взвешенными веществами, сероводородом. Гигиеническая оценка среднегодовых концентраций контролируемых веществ с учетом новых нормативов позво-

лила акцентировать внимание на установленных химических загрязнителях в ряду всех приоритетных веществ.

Несмотря на снижение объемов выбросов от стационарных источников на 20,5 % и выбросов от транспорта на 55,0 % в 2017–2021 гг., в отношении ряда приоритетных веществ, влияющих на здоровье населения, продолжает сохраняться сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха. Учитывая увеличение сроков реализации федерального проекта «Чистый воздух», важно обеспечить целевое контролируемое снижение указанных веществ.

Ключевые слова: приоритетные вещества, предельно допустимая концентрация, мониторинг, федеральный проект «Чистый воздух».

В ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории г. Омска была сформирована ведомственная система лабораторного контроля качества атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга.

Наблюдения проводятся с 2020 г. по полной программе (четыре раза в сутки, 300 проб в год) на четырех маршрутных постах за 18 химическими веществами (серы диоксид, азот диоксид, сероводород, углерода оксид, бензол, углерод (сажа), диметилбензол (ксилол), гидроксибензол (фенол), аммиак, метилбензол (толуол), этилбензол, 3,4-бензпирен, формальдегид, хром (шестивалентный), никеля оксид (в пересчете на никель), взвешенные вещества, PM_{10}, $PM_{2.5}$).

Перечень приоритетных загрязнителей был получен в результате предварительного анализа качества атмосферного воздуха с использованием оценки риска здоровью на основе многолетних натурных лабораторных исследований и сводных расчетов приземных концентраций.

Все посты расположены в селитебных зонах, находящихся под влиянием крупных промышленных узлов: северного узла (нефтехимическое производство) и юго-западного узла (приборостроение, машиностроение).

Экологический мониторинг загрязнения окружающей среды на территории г. Омска осуществляет Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды ФГБУ «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Росгидромет) на девяти стационарных постах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха (семь федеральных и два региональных). Пробы воздуха отбираются по полной программе наблюдения на содержание 32 показателей.

За период реализации федеральной программы «Чистый воздух» экологическая сеть наблюдения расширилась, количество контролируемых веществ увеличилось за счет ароматических углеводородов (ортоксилол, метаксилол, параксилол, изопропилбензол) и хлорсодержащих веществ (хлорбензол). Информация о результатах экологического мониторинга представляется в Управление Роспотребнадзора по Омской области и Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области в соответствии с трехсторонними соглашениями.

Расширение сети наблюдения качества атмосферного воздуха соответствует санитарно-эпидемиологическим и природоохранным задачам крупного промышленного города с миллионным населением, в котором работает более 400 промышленных предприятий – источников выбросов в атмосферный воздух. По данным государственного доклада Министерства природных ресурсов и экологии Россий-

ской Федерации[1], в 2021 г. Омск занимал 10-е место в ранжированном перечне городов и городских округов Российской Федерации, характеризующихся наибольшими значениями выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников.

Результаты. Утверждение новых гигиенических нормативов[2] для атмосферного воздуха – среднегодовых предельно допустимых концентраций – позволило оценить качество атмосферного воздуха, прежде всего, с точки зрения хронического длительного воздействия химических веществ на здоровье человека. Новые нормативы обеспечивают допустимые (приемлемые) уровни риска при хроническом (не менее года) воздействии химических веществ. Такая оценка значительно более точная, чем применение среднесуточных ПДК для оценки среднегодовых концентраций загрязняющих веществ (ЗВ).

Это особенно важно, если учесть, что уровень загрязнения атмосферного воздуха не оценивается экологами как высокий (индекс ИЗА – не более 5) и отсутствуют случаи высокого и экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха на постах государственной наблюдательной сети, что может снизить настороженность к вредному воздействию ряда химических веществ на здоровье населения.

В связи с этим мы провели гигиеническую оценку качества атмосферного воздуха по контролируемым показателям в системе социально-гигиенического мониторинга и экологического мониторинга с учетом среднегодовых ПДК в текущем моменте (2021 г.) и ретроспективно за весь период действия федерального проекта с 2017 г. (таблица).

Гигиеническая оценка среднегодовых концентраций загрязняющих веществ по данным маршрутных постов социально-гигиенического мониторинга и стационарных постов Росгидромета в г. Омске в 2021 г.

Загрязняющие вещества	Среднегодовая концентрация, мг/м^3 (посты СГМ)	Отношение среднегод. концентрации к ПДК$_{сг}$ (посты СГМ)	Среднегодовая концентрация, мг/м^3 (посты Гидромета)	Отношение среднегод. концентрации к ПДК$_{сг}$ (посты Гидромета)[3]	Отношение среднегод. концентрации к ПДК$_{сг}$ (в среднем по РФ)[4]
Азота диоксид	0,025	0,6	0,021	0,5	0,7
Аммиак	0,012	0,3	0,013	0,3	0,6
Без(а)пирен, мг/м^3·10^{-6}	$1{,}67 \cdot 10^{-6}$	1,7	$0{,}91 \cdot 10^{-6}$	0,9	1,3
Бензол	0,013	2,5	0,0	< 0,1	Нет данных

[1] О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России, 2022.

[2] СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания / утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102030022?index=2&rangeSize=1 (дата обращения: 15.03.2023).

[3] По данным Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды ФГБУ «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Росгидромет).

[4] По данным Государственного доклада Минприроды России, 2022 г.

Окончание таблицы

Загрязняющие вещества	Среднегодовая концентрация, мг/м^3 (посты СГМ)	Отношение среднегод. концентрации к ПДК$_{сг}$ (посты СГМ)	Среднегодовая концентрация, мг/м^3 (посты Гидромета)	Отношение среднегод. концентрации к ПДК$_{сг}$ (посты Гидромета)	Отношение среднегод. концентрации к ПДК$_{сг}$ (в среднем по РФ)
Взвешенные вещества	0,177	2,3	0,053	0,7	1,3
Фенол	0,0016	0,5	0,0005	0,1	0,7
Сероводород	0,0025	1,3	0,0002	0,1	0,4
Ксилол	0,0231	0,2	0,0	0	Нет данных
Никель оксид, мкг/м^3	0,00024	4,8	0,00010	2,0	Нет данных
Сера диоксид	0,016	0,3	0,003	< 0,1	0,1
Углерод (черный пигмент)	0,017	0,7	0,004	0,2	Нет данных
Углерод оксид	2,8	0,9	0,6	0,2	0,3
Формальдегид	0,0041	1,4	0,0061	2,0	3,1
Этилбензол	0,0085	0,2	0,0	0,1	Нет данных
Хлорид водорода	Не исслед.	–	0,016	0,8	Нет данных
Хром шестивалентный, мкг/м^3	0,00024	30,2	0,00002	Не оценена	Нет данных
Марганец, мкг/м^3	Не исслед.		0,00008	1,6	Нет данных

Примечание: цветом выделены вещества, у которых установлено превышение среднегодовой ПДК.

По результатам гигиенической оценки были определены вещества, в отношении которых было установлено сверхнормативное значение среднегодовых концентраций, а значит и риск развития дополнительных к фоновому уровню хронических неинфекционных заболеваний у населения: взвешенные вещества ($PM_{2.5}$ – превышение ПДКсг в 2,5 раза), бенз(а)пирен, бензол, формальдегид, сероводород и ряд металлов (хром, никель, марганец).

При этом превышение среднегодовых ПДК по формальдегиду и никелю фиксировалось и по данным постов Роспотребнадзора, и по данным постов Росгидромета.

Как отмечено в Государственном докладе Минприроды России[5], формальдегид – единственное загрязняющее вещество, среднегодовая концентрация которого, по данным регулярных наблюдений национальной экологической мониторинговой сети, увеличилась в 2021 г. на 6,0 %, по остальным веществам среднегодовые концентрации снизились.

Надо отметить, что формальдегид на территории г. Омска формирует риски здоровью населения как канцерогенные (средний многолетний канцерогенный риск – 1,06E-04 оценивается как настораживающий), так и неканцерогенные (среднемноголетний коэффициент опасности *HQ* – 2,7 оценивается как настораживающий уровень риска). Вклад формальдегида в общий канцерогенный риск составляет в среднем 14,2 % и по объему вклада находится на втором месте после хрома. Вклад формаль-

[5] Государственный доклад Минприроды РФ, 2022.

дегида в хронический неканцерогенный риск развития болезней органов дыхания составляет 14,0 %, в развитие болезней иммунной системы – 39,9 %.

В проведенных ранее наших исследованиях была установлена изменчивость территориальных уровней заболеваемости болезнями органов дыхания у детей в возрасте 0–14 лет под воздействием формальдегида и взвешенных веществ. Максимальные показатели респираторных рисков и заболеваемости органов дыхания были установлены на территориях, где фиксировались максимальные среднегодовые концентрации этих веществ [3].

В сравнении со средними данными по России для Омска более характерно сверхнормативное загрязнение воздуха бенз(а)пиреном, взвешенными веществами, сероводородом.

Динамика значений среднегодовых концентраций контролируемых веществ указывает на снижение основных вредных загрязнителей в период 2019–2020 гг. и новый рост в 2021 и 2022 гг.

Такая динамика содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе соответствует изменению объемов выбросов от стационарных источников (рисунок). Снижение выбросов от стационарных источников к 2021 г., по сравнению с 2017 г., произошло на 20,5 %, снижение выбросов от транспорта составило 55,0 %[6]. Тем не менее в отношении ряда приоритетных веществ, влияющих на здоровье населения, продолжает сохраняться сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха.

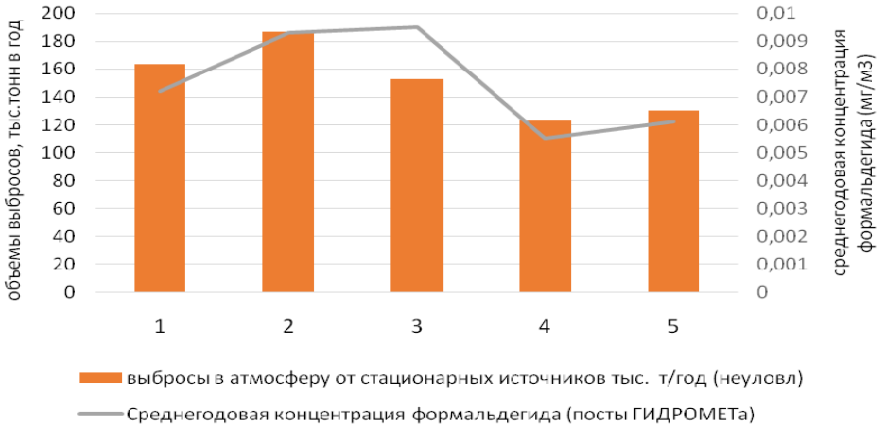


Рис. Динамика выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников (неуловленные) в атмосферный воздух г. Омска и изменение среднегодовой концентрации формальдегида по годам, в период 2017–2021 гг.

По результатам оценки риска здоровью населения г. Омска, проведенной ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора на основании сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха для г. Омска, была подтверждена необходимость включения в перечень приоритетных загрязняющих веществ – хрома, се-

[6] Доклад об экологической ситуации в Омской области за 2021 год // Министерство природных ресурсов и экологии Омской области. – 2022.

роводорода, взвешенных веществ, бензола, бенз(а)пирена, марганца, никеля [2]. Но в то же время результаты этих работ не выявили риска, связанного с формальдегидом, хотя авторы этой работы уточняют, что полученные значения риска могут быть недооценены.

Среди новых, неконтролируемых ранее веществ, имеющих повышенные риски здоровью, были предложены акрилонитрил, мазутная зола электростанций, угольная зола, бута-1,3-диен [2].

Ведущие специалисты в области оценки и управления рисками отмечают, что перечень приоритетных веществ, подлежащих квотированию, является динамичным, изменяющимся в результате появления новых или передислокации известных источников загрязнения, изменения сводной базы данных об источниках в целом по городу. Реализация полномочий Роспотребнадзора по управлению качеством среды обитания населения, в том числе в рамках федерального проекта «Чистый воздух», имеет целью максимальную ориентацию всей природоохранной деятельности на показатели состояния здоровья населения [1].

Выводы. Таким образом, гигиеническая оценка среднегодовых концентраций контролируемых веществ с учетом новых нормативов позволила акцентировать внимание на отдельных химических загрязнителях в ряду всех приоритетных веществ и предложить их для квотирования.

Несмотря на снижение объемов выбросов от стационарных источников на 20,5 % и выбросов от транспорта на 55,0 % в 2021 г., по сравнению с 2017 г., в отношении ряда приоритетных веществ, влияющих на здоровье населения, продолжает сохраняться сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха.

Учитывая увеличение сроков реализации ФП «Чистый воздух»[7], важно уделить внимание целевому контролируемому снижению указанных веществ, включить их в квотирование выбросов. В отношении формальдегида целесообразно провести инвентаризацию выбросов.

Список литературы

1. Научное обоснование приоритетных веществ, объектов квотирования и направлений действий по снижению аэрогенных рисков здоровью населения при реализации полномочий санитарной службы Российской Федерации / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, Д.В. Горяев // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 4. – С. 4–17. DOI: 10.21668/health.risk/2022.4.01

2. Практика применения оценки риска здоровью в федеральном проекте «Чистый воздух» в городах-участниках (Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк): проблемы и перспективы / С.В. Кузьмин, С.Л. Авалиани, Н.С. Додина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100, № 9. – С. 890–896. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896

3. Респираторные риски, обусловленные загрязнением атмосферного воздуха, и заболеваемость органов дыхания у жителей города Омска / Е.Л. Овчинникова, С.В. Никитин, А.С. Колчин [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2022. – Т. 61, № 1. – С. 36–42.

[7] О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 26.03.2022 № 71-ФЗ [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203260008 (дата обращения: 10.04.2023).

Особенности подготовки к проведению измерений шума для целей научных исследований

А.Л. Пономарев, О.А. Молок

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

Инструментальные измерения являются основой любых исследований шума. Рассматриваются вопросы определения точек измерений, условий проведения измерений, выбора измеряемых параметров шума в зависимости от целей исследования, проанализированы литературные источники информации, включающие публикации в специализированных изданиях и методических документах. Сделан вывод о зависимости результатов исследований от условий проведения измерений, выбора места проведения измерений, от определяемых параметров акустического воздействия и их соотношения между собой.

Ключевые слова: акустическое воздействие, измерение шума, автотранспорт, селитебная территория, жилая застройка, условия проведения измерений.

Шумом считается любой раздражающий звук, мешающий воспринимать человеческую речь. С увеличением площади городов, с увеличением количества автомобильного транспорта, с приближением границ жилой застройки к автомобильным трассам, железнодорожным путям, границам аэропортов, увеличивается влияние шума на проживающее население. Вместе с увеличением влияния шума на население увеличивается необходимость в оценке его влияния. Одним из инструментов получения информации о воздействии шума на население является проведение натурных измерений шума. В отличие от измерений шума, направленных на определение соответствия уровня шума санитарным нормам, при научных исследованиях цель проведения измерений состоит в определении влияния шумового фактора на население. При подготовке к измерениям выбираются параметры шумового воздействия, определяются условия проведения исследований, оцениваются места проведения измерений.

Цель исследования – определение критериев выбора мест и условий проведения измерений, исследуемых параметров шума при проведении научных исследований.

Материалы и методы. Был проведен анализ 20 публикаций в специализированных изданиях за период 2011–2021 гг. Анализ проводился с целью определения принципов формирования программ исследования шума, включающих выбор параметров, мест и условий проведения измерений.

Результаты. Перед проведением научных исследований шумовой обстановки часто возникает вопрос «как проводить измерения шума». И также часто слышится ответ «по методике». Проводить измерения по «методике» важно и правильно. Но стоить заметить, что при научных исследованиях можно и нужно отходить от стандартных требований. Изменение условий проведения измерений, определяемые параметры шума, исключение определенных источников шума, методы

обработки результатов измерений способны дать информацию, ранее недоступную для исследований.

Перед проведением измерений шума решаются следующие задачи:

1) определение мест проведения измерений;

2) условий, времени, длительности проведения измерений;

3) выбор измеряемых параметров акустического воздействия (эквивалентный, максимальный уровень звука, пиковый уровень звука, эквивалентный уровень ультразвука, уровень инфразвука).

Выбор места проведения измерений зависит от того, какой шум будет подлежать измерениям, транспортный или от производственных источников. Это зависит от задачи исследования, например, шум от транспорта может измеряться как шум от транспортных потоков, а может измеряться его влияние на селитебную территорию и проживающее население. В зависимости от этого будут выбираться точки измерения. В исследовании шума от транспорта в г. Усть-Каменогорске точки измерений выбирались как на расстоянии, кратном 7,5 м от оси первой полосы движения или источника шума, так и на расстоянии 1 м от границ спортивной, детской площадок, хозяйственного двора. В первом случае точки выбирались для оценки шума от транспортного потока, во втором случае точки измерения шума характеризовали воздействие шума на население [9]. При исследованиях уровней шума в г. Томске точки проведения измерений размещались в местах наибольшего скопления транспорта и населения, в двух районах города, являющихся его деловым центром. Анализ мест расположения точек измерения показал, что размещены они в основном на перекрестках дорог и по периметру промышленной зоны города.

Цель исследования – определение мест городской территории с наиболее высоким уровнем акустических шумов [1].

При исследовании влияния шума перекрестков в г. Томске измерения шума проводились как в 7,5 м от оси первой полосы движения, так и в 2 м от фасадов зданий. Определялся как шум от транспортных потоков, так и его влияние на население. При исследовании шума от промышленной площадки целлюлозно-бумажного комбината в г. Соликамска измерения проводились на границе СЗЗ и в жилой застройке. Целью работы было определить влияние шума комбината на население и разработать мероприятия по его снижению [8]. При проведении измерений шума по жалобам населения точки измерения шума выбираются в помещениях жалобщиков [10]. При проведении измерений шума от Кольцевой автомобильной дороги (КАД) и Западного скоростного диаметра (ЗСД) измерения шума проводились в квартирах десятиэтажного жилого дома. Это было связано с наличием жалоб на ухудшение качества жизни от жильцов дома [7].

Определение условий времени и длительности проведения измерений зависит от характеристик источника шума: в какой период суток работает источник шума, длительность работы источника шума; наиболее шумных периодов работы источника, зависимость интенсивности источника шума от дней недели и от периода года.

При проведении измерений шума от Кольцевой автомобильной дороги (КАД) и Западного скоростного диаметра (ЗСД) измерения шума проводились в дневное и ночное время, в теплый и холодный периоды года, в наиболее шумные периоды дня и ночи [7].

В ходе проведения социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург» осуществлял измерения

уровней шума от стационарных источников и автотранспорта два раза в год по пять замеров в течении суток (в 10.00; в 14.00; в 17.00; в 20.00 и в период 23.00–7.00) [5].

При проведении исследований с целью получения гигиенической оценки фактических уровней шума в зоне жилой застройки г. Владивостока измерения проводились в летне-осенний период с 7 до 23 ч и с 2015 по 2018 г. [3].

При оценке антропогенного воздействия в виде шумовой нагрузки автотранспорта на акустическую среду г. Саранска измерения проводились с понедельника по пятницу с 7.00 до 23.00 ч. Длительность одного замера составила 20 мин [6].

При проведении исследований по оценке риска воздействия транспортного шума в г. Воронеже на здоровье человека измерения шума от транспортных потоков проводились в утреннее время с 8.00 до 9.30, когда интенсивность движения транспорта была максимальная [4].

Выбор измеряемых параметров акустического воздействия. Нормирование допустимых уровней шума для дневного и ночного времени суток в соответствии с нормативными требованиями осуществляется по эквивалентному уровню звука, максимальному уровню звука, уровню звука, уровням звукового давления в октавных полосах частот, дБ.

Основной определяемой величиной при измерениях шума является эквивалентный уровень звука с частотной коррекцией А, так как данный параметр является одночисловой характеристикой шума, определяющей его воздействие на организм человека. Дополнительные параметры акустического воздействия зависят от источников шума и от характера шума.

Влияние источников шума. Так, при проведении измерений шума от транспортных потоков необходимо обращать внимание на состав транспорта. При большой доле в транспортном потоке машин с дизельными двигателями дополнительно необходимо контролировать уровень инфразвука. Многолитровые дизельные двигатели, работающие на низких оборотах, являются источниками инфразвука. Также источниками инфразвука может быть промышленное оборудование. Источники аэродинамического шума (шума вызванного истеканием струи газа) дополнительно могут являться источниками ультразвука.

Влияние характера шума. При оценке влияния постоянного шума (такого шум, где разность между минимальным и максимальным значением шума составляет 5 дБА и менее) дополнительными оцениваемыми параметрами будет уровень звука в октавных полосах частот и уровень звука с частотной коррекцией А. Часто вместо уровня звука в качестве параметра для исследования выбирают эквивалентный уровень звука. При непостоянном шуме (такой шум, где разность между минимальным и максимальным значением шума составляет более 5 дБА) определяемым – параметром будет эквивалентный уровень звука с частотной коррекцией А. Дополнительно к эквивалентному уровню звука можно исследовать эквивалентные уровни звукового давления в октавных полосах частот [2] и максимальный уровень звука с частотной коррекцией А [10].

При исследовании транспортных потоков в г. Усть-Каменогорске оценка шума проводилась по параметру эквивалентного уровня звука [9]. Максимальный уровень звука при этом исследовании не учитывался. Неиспользование данного параметра в ряде исследований связано с тем, что данный параметр часто регист-

рируется не от исследуемого шума, а от шума случайного характера. И строить выводы, исходя из величины данного параметра, будет некорректно.

При исследованиях уровней шума в г. Томске проводились измерения как уровней звука так и уровней инфразвука. Также определялось соотношение между интенсивностями звука и инфразвука. Выбор данных параметров был обусловлен набором источников шумового загрязнения: транспорт, промышленные предприятия, предприятия электроэнергетики. По соотношению шума и инфразвука определялся «звуковой портрет» района. Так, в жилых районах преобладал инфразвук, рядом с автомагистралями и промышленными предприятиями соблюдался баланс в соотношении между звуком и инфразвуком [1].

При исследовании шума от промышленной площадки целлюлозно-бумажного комбината в г. Соликамске измеряемым параметром шума был выбран эквивалентный уровень звука. В данном случае этот параметр наиболее точно характеризовал шум от промышленной площадки комбината [8].

При исследовании антропогенного шума в городах Самарской области оценка шума проводилась по эквивалентному уровню звука и максимальному уровню звука, также определялись спектральные уровни в октавных и третьоктавных полосах частот [2].

Выводы. Результат исследования зависит от выбора параметров шума, мест проведения измерений, периода года и суток проведения измерений, выбора источников шума. Подбором этих параметров можно запрограммировать результат измерений. Важно понимать, к каким результатам приведет выбор того или иного параметра шума, выбор точек измерений шума, выбор периода времени, когда будут производиться измерения шума, определение того, что будет являться исследуемым источником шума. Важно понимать, что не всякий результат измерений можно использовать.

При измерениях шума от транспортных потоков в большинстве случаев точки измерения шума располагаются на расстоянии 7,5 м или на расстоянии, кратном 7,5 м от оси крайней полосы. При измерениях шума, воздействующего на население чаще всего измерения проводятся на границах СЗЗ, на границах спортивных, детских площадок, на определенном расстоянии от фасадов домов (чаще всего это 2 м от фасадов зданий) или в квартирах.

Измерения шума проводятся в дневное и в ночное время, что связано с различным нормированием шума для ночного и дневного времени суток. При проведении измерений в дневное и в ночное время выбираются периоды времени, когда шум от источника максимален. Дни недели и сезоны года выбираются как с максимальным, так и с минимальным воздействием шума. Это связано с желанием определить зависимость интенсивности шума от дней недели и времени года.

Выбор измеряемых величин и их параметров зависит от целей исследования, от характера шума, от того, что является источником акустического шума.

Список литературы

1. Бочаров А.А., Колесник А.Г., Соловьев А.В. Акустические шумы урбанизированных территорий на примере г. Томска // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321, № 1. – С. 191–196.

2. Васильев А.В. Шум как фактор экологического риска в условиях урбанизированных территорий // Noise Theory and Practice. – 2015. – Т. 1, № 2 (2). – С. 27–40.

3. Гигиеническая оценка шумового загрязнения города Владивостока / И.Л. Иванова, Д.С. Жигаев, Л.В. Кислицына [и др.] // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2019. – № 2 (78) . – С. 9–13. DOI: 10.5281/zenodo.3262050

4. Гладышева О.В. Оценка влияния транспортного шума на здоровье населения города Воронежа // Наукосфера. – 2022. – № 4 (2). – С. 1–6.

5. К вопросу гигиенической оценки акустического воздействия на население жилых зон г. Санкт-Петербурга / Т.Е. Лим, М.А. Косьянов, И.В. Чернявская [и др.] // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – 2018. – С. 233–235.

6. Кузнецов А.Н., Махинин Д.В. Гигиеническая оценка шума автомобильного транспорта на территории г. Саранска [Электронный ресурс] // Научное обозрение. Международный научно-практический журнал: Электронное сетевое издание. – 2020. – № 3. – С. 1–8. – URL: https://srjournal.ru/2020/id253/ (дата обращения: 09.11.2022).

7. Обоснование принципов формирования программы мониторинга акустической обстановки на селитебной территории вблизи автомагистрали / А.В. Мельцер, Н.М. Кордюков, Е.Б. Кузнецова [и др.] // Профилактическая и клиническая медицина. – 2016. – № 2 (59). – С. 5–13.

8. Оценка и регулирование акустического режима жилой застройки в зоне влияния целлюлозно-бумажного комбината / С.В. Максимова, Л.В. Сосновских, Т.Ю. Запольских [и др.] // Экология урбанизированных территорий. 2012. – № 4. – С. 89–93.

9. Проблема шума как экологического фактора на урбанизированных территориях / Т.А. Таткеев, Д.С. Абитаев, Л.Ш. Сексенова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 6. – С. 17–19.

10. Спиридонов П.Ю. Основные источники шумовой нагрузки мегаполисов на примере г. Нижнего Новгорода и проблемы нормирования и оценки коммунальных шумов // Защита от повышенного шума и вибрации: доклады V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Россия, Санкт-Петербург, 18–20 марта 2015 года / под ред. Н.И. Иванова. СПб.: Изд-во «Айсинг», 2015. – С. 311–318.

Влияние загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость болезнями системы кровообращения в г. Архангельске

Т.Н. Растокина, Т.Н. Унгуряну

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России,
г. Архангельск, Россия

Загрязнение воздуха является одной из самых значимых экологических проблем и существенным фактором, увеличивающим смертность от болезней системы кровообращения (БСК). Изучены связи между концентрацией загрязняющих веществ и первичной заболеваемостью БСК. Первичная заболеваемость БСК в г. Архангельске изучена с использованием данных учетной формы 025-2/у. В анализ включены основные рубрики, соответствующие кодам МКБ-10: I00–I02, I05–I09, I10–I13, I20–I25, I60–I69, I70.2 и I73.1. Рассчитаны среднемноголетние концентрации загрязняющих веществ: взвешенные частицы, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, сероуглерод, формальдегид, метилмеркаптан, бенз(а)пирен. Для оценки связи выполнен корреляционный анализ Спирмена. Выявлены статистически значимые корреляционные связи между первичной заболеваемостью БСК и концентрацией основных загрязняющих веществ (взвешенные вещества, диоксид серы, диоксид азота, оксида азота, формальдегид, метилмеркаптан и бенз(а)пирен). Не обнаружено связи с концентрацией сероводорода, сероуглерода и оксида углерода. Для всех изученных БСК, кроме болезней, характеризующихся повышенным давлением, обнаружены прямые связи среднего и сильного характера.

Ключевые слова: болезни системы кровообращения, загрязняющие вещества, взвешенные частицы.

По данным ВОЗ, основанным на мониторинге качества воздуха более чем в 6000 городов из 117 стран мира, в 2019 г. 99 % людей в мире дышали воздухом, загрязненным сверх установленных ВОЗ допустимых норм качества [6]. Объем научных доказательств вредного воздействия загрязнения воздуха растет с каждым годом и указывает на более значимое влияние на сердечно-сосудистую и дыхательную системы [1, 3, 4]. Согласно исследованиям ВОЗ, 35 % общего бремени ишемической болезни сердца и 42 % бремени инсульта связаны с факторами окружающей среды, в том числе с загрязнением воздуха и погодными факторами [5]. Загрязнение воздуха взвешенными частицами имеет наибольший вклад в смертность от болезней системы кровообращения [2].

Цель исследования – изучить влияние загрязняющих веществ на первичную заболеваемость болезнями системы кровообращения взрослого населения г. Архангельска.

Материалы и методы. Проанализирована первичная заболеваемость БСК в г. Архангельске за 11-летний период – с 2009 по 2020 г. Для анализа использованы данные учетной формы 025-2/у «Статистический талон для регистрации заключительных (уточненных) диагнозов», полученные в ФБУЗ «Центр гигиены и

эпидемиологии в Архангельской области». База данных содержит 1025 685 установленных впервые диагнозов БСК, в том числе 24 случая острой ревматической лихорадки (I00–I02), 4934 случая хронической ревматической болезни сердца (I05–I09), 474 683 случая заболеваний, характеризующихся повышенным кровяным давлением (I10–I13), 199613 случаев ишемической болезни сердца (I20–I25), из них 35 324 стенокардии (I20) и 4609 острого инфаркта миокарда (I21), 189 745 случаев цереброваскулярной болезни (I60–I69), из них 306 субарахноидального кровоизлияния (I60), 1745 внутричерепного и других внутримозговых кровоизлияний (I61–I62), 10 325 инфаркта мозга (I63), а также 12 746 случаев атеросклероза артерий нижних конечностей и облитерирующего тромбангиита (I70.2 и I73.1) Рассчитаны показатели первичной заболеваемости на 1000 населения в возрастной группе 18 лет и старше.

Данные о концентрации загрязняющих веществ получены в ФГБУ Северное УГМС. В анализ включены основные загрязняющие вещества: взвешенные частицы, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, сероуглерод, формальдегид, метилмеркаптан, бенз(а)пирен. Проанализированы среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в г. Архангельске за 2009–2020 гг. с расчетом среднемноголетнего уровня.

Для анализа корреляционной связи между первичной заболеваемостью БСК и концентрациями загрязняющих веществ применялся корреляционный анализ Спирмена ввиду нелинейной зависимости между переменными. Статистический анализ данных проведен с помощью программы Stata 12 (StataCorp LLC, USA).

Результаты. В структуре первичной заболеваемости БСК преобладают болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (46,4 %), среднемноголетний показатель первичной заболеваемости составил 136 случаев на 1000 населения старше 18 лет. На долю ишемической болезни сердца приходится 19,5 % случаев первичной заболеваемости БСК, среднемноголетний показатель первичной заболеваемости составил 57 случаев на 1000 населения старше 18 лет. Первичная заболеваемость цереброваскулярными болезнями занимает третье место (18,6 %) при среднемноголетнем показателе 54 случая на 1000 населения старше 18 лет.

Анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха в г. Архангельске показал, что среднемноголетние концентрации загрязняющих веществ не превышали предельно допустимые концентрации. Среднемноголетние концентрации составляли: взвешенные вещества – 0,0599 мг/м^3, диоксид серы – 0,0027 мг/м^3, оксид углерода 1,3509 мг/м^3, диоксид азота – 0,0287 мг/м^3, оксид азота – 0,0323 мг/м^3, сероводород – 0,0011 мг/м^3, сероуглерод 0,0035 мг/м^3, формальдегид – 0,0055 мг/м^3, метилмеркаптан – 0,0001 мг/м^3, бенз(а)пирен – 0,8931 мкг/м^3.

При оценке связи между концентрацией взвешенных веществ, оксидом азота, а также бензпиреном и первичной заболеваемостью БСК выявлена прямая корреляционная связь среднего и сильного характера для большинства нозологических форм (таблица). Между диоксидом серы, сероводородом, сероуглеродом и заболеваемостью всеми формами БСК корреляционных связей не установлено.

Выявлена статистически значимая прямая сильная корреляционная связь между первичной заболеваемостью острой ревматической лихорадкой (ОРЛ) и концентрацией взвешенных веществ, диоксида серы и бенз(а)пирена, средняя по силе связь с концентрацией диоксида азота и оксида азота.

Корреляционная зависимость между первичной заболеваемостью болезнями системы кровообращения у взрослого населения и концентрациями загрязняющих веществ в г. Архангельске

Взвешенные вещества	Диоксид серы	Диоксид азота	Оксид азота	Формальдегид	Метилмеркаптан	Бенз(а)пирен
I00–I02/Острая ревматическая лихорадка						
$r = 0{,}83$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}86$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}63$; $p = 0{,}027$	$r = 0.64$; $p = 0{,}025$	–	–	$r = 0{,}87$; $p < 0{,}001$
I05–I09/Хронические ревматические болезни сердца						
$r = 0{,}89$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}78$; $p = 0{,}003$	$r = 0{,}80$; $p = 0{,}002$	$r = 0{,}83$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}62$; $p = 0{,}032$	$r = 0{,}66$; $p = 0{,}020$	$r = 0{,}93$; $p < 0{,}001$
I20–I25/Ишемическая болезнь сердца						
$r = 0{,}75$; $p = 0{,}005$	–	$r = 0{,}90$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}76$; $p = 0{,}004$	$r = 0{,}57$; $p = 0{,}052$	–	–
I21/Острый инфаркт миокарда						
$r = 0{,}88$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}77$; $p = 0{,}004$	$r = 0{,}81$; $p = 0{,}002$	$r = 0{,}84$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}57$; $p = 0{,}052$	$r = 0{,}67$; $p = 0{,}018$	$r = 0{,}93$; $p < 0{,}001$
I20/Стенокардия						
$r = 0{,}86$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}64$; $p = 0{,}026$	$r = 0{,}78$; $p = 0{,}003$	$r = 0{,}77$; $p = 0{,}003$	–	–	$r = 0{,}83$; $p < 0{,}001$
I60–I69/Цереброваскулярные болезни						
$r = 0{,}76$; $p = 0{,}004$	–	$r = 0{,}80$; $p = 0{,}002$	$r = 0{,}71$; $p = 0{,}01$	$r = 0{,}76$; $p = 0{,}004$	$r = 0{,}61$; $p = 0{,}036$	$r = 0{,}70$; $p = 0{,}011$
I60/Субарахноидальное кровоизлияние						
$r = 0{,}68$; $p = 0{,}015$	$r = 0{,}84$; $p < 0{,}001$	–	$r = 0{,}65$; $p = 0{,}024$	–	$r = 0{,}71$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}66$; $p = 0{,}019$
I61, I62/Внутримозговое и другое внутричерепное кровоизлияние						
$r = 0{,}82$; $p = 0{,}001$	$r = 0{,}71$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}82$; $p = 0{,}001$	$r = 0{,}90$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}57$; $p = 0{,}054$	$r = 0{,}63$; $p = 0{,}029$	$r = 0{,}84$; $p < 0{,}001$
I63/Инфаркт мозга						
$r = 0{,}87$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}66$; $p = 0{,}019$	$r = 0{,}82$; $p = 0{,}001$	$r = 0{,}88$; $p < 0{,}001$	–	–	$r = 0{,}79$; $p = 0{,}002$
I70,2, I73.1/Атеросклероз артерий нижних конечностей, тромбангиит облитерирующий						
$r = 0{,}89$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}61$; $p = 0{,}034$	$r = 0{,}87$; $p < 0{,}001$	$r = 0{,}79$; $p = 0{,}002$	–	–	$r = 0{,}80$; $p = 0{,}002$

Результаты расчета показали, что существует сильная прямая связь между заболеваемостью хроническими ревматическими болезнями сердца (ХРБС) и концентрацией взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота, оксида азота и бенз(а)пирена, а также средней силы связь с концентрацией формальдегида и метилмеркаптана.

Первичная заболеваемость ишемической болезнью сердца (все нозологии I20–I25) имеет сильные прямые корреляционные связи с концентрацией взвешенных веществ, диоксида и оксида азота, а также прямую связь средней силы с концентрацией формальдегида. Для двух нозологических форм рубрики – стенокардии (I20) и острого инфаркта миокарда (I21) – обнаружены сильные прямые связи с концентрацией взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота, оксида азота и бенз(а)пирена. Дополнительно для заболеваемости острым инфарктом миокарда

(ОИМ) выявлена прямая связь средней силы с концентрацией формальдегида и метилмеркаптана.

Первичная заболеваемость цереброваскулярными болезнями (ЦВБ) имеет прямую корреляционную связь средней и слабой силы в зависимости от нозологических форм с концентрацией взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота, оксида азота, формальдегида, метилмеркаптана и бенз(а)пирена.

Выявлена прямая корреляционная связь средней силы между первичной заболеваемостью атеросклерозом артерий нижних конечностей и облитерирующим тромбангиитом и концентрацией диоксида серы, а также сильная прямая связь с концентрацией взвешенных веществ, диоксида азота, оксида азота и бенз(а)пирена.

Выводы. По результатам исследования выявлены статистически значимые корреляционные связи между первичной заболеваемостью БСК и концентрацией основных загрязняющих веществ (взвешенные вещества, диоксид серы, диоксид азота, оксида азота, формальдегид, метилмеркаптан и бенз(а)пирен). Не обнаружено связи с концентрацией сероводорода, сероуглерода и оксида углерода. Для всех основных рубрик МКБ-10 (ОРЛ, ХРБС, ИБС, ЦВБ, атеросклероз артерий нижних конечностей) обнаружены прямые связи среднего и сильного характера.

Список литературы

1. Глобальные рекомендации ВОЗ по качеству воздуха: касающиеся твердых частиц (ТЧ2,5 и ТЧ10), озона, двуокиси азота, двуокиси серы и окиси углерода. Резюме [WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2,5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary]. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2021.

2. Петров С.Б. Эколого-эпидемиологическая оценка влияния взвешенных веществ в атмосферном воздухе на развитие болезней системы кровообращения // Экология человека. – 2011. – № 2. – С. 3–7.

3. Салтыкова М.М., Бобровницкий И.П., Балакаева А.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения арктического региона: обзор литературы // Экология человека. – 2020. – № 4. – С. 48–55.

4. Эколого-гигиенические факторы и распространенность болезней системы кровообращения / П.Ф. Кику, С.Н. Бениова, В.Г. Морева [и др.]. // Здравоохранение Российской Федерации. – 2019. – Т. 63, № 2. – С. 92–97.

5. Ambient air pollution: a global assessment of explosure and burder of disease. – WHO, 2016. – 121 p.

6. Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment. – WHO, 2022. – 189 p.

Антропогенные и природно-обусловленные показатели качества воды подземных источников централизованного водоснабжения Ленинградской области

А.А. Степанян[1], Г.Б. Еремин[1], В.В. Шилов[2], А.А. Шварц[3], Н.А. Мозжухина[2]

[1]ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России,
[3]Санкт-Петербургское отделение ФГБУН «Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Приведены результаты исследований качества воды основных водоносных горизонтов, используемых в качестве источников централизованного водоснабжения на территории Ленинградской области. Определены основные качественные и количественные характеристики, обусловливающие защищенность подземных вод. Выявлены показатели, превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК) в воде подземных водоисточников, обусловленные как природными условиями, так и воздействием хозяйственной деятельности человека.

Ключевые слова: подземные воды, водоносный горизонт, антропогенное загрязнение.

Подземные воды, содержащиеся в водоносных горизонтах, – это ценнейший ресурс Российской Федерации. Они являются надежным источником вод питьевого качества для множества регионов нашей страны благодаря двум важнейшим характеристикам: первой – постоянству качественных и количественных параметров химического состава, второй – защищенности от поступления загрязнения извне.

В естественных условиях химический состав подземных вод формируется геолого-тектоническими характеристиками пород, а также гидрогеологическими и гидрогеохимическими особенностями водоносного горизонта [2, 11, 13, 15]. Таким образом, одним из ключевых источников поступления различных элементов в подземные воды является их природное содержание в составе пород, образующих водоносный горизонт.

В Ленинградской области активно используются девять водоносных горизонтов и комплексов: каменноугольный (C), девонский (D), ордовикский (O) кембро-ордовикский (Є-O), вендский (V), нижнепротерозойский (PR1), архейско-нижнепротерозойский (AR-PR_1) водоносные комплексы, а также нижнекембрийский водоносный горизонт (Є) и подземные воды четвертичных отложений (Q).

Водовмещающие породы каменноугольного водоносного комплекса (C) представлены в различной степени трещиноватыми и закарстованными известня-

ками и доломитами, которые переслаиваются с песчано-глинистыми породами. Характерной особенностью рассматриваемого горизонта является закарстованность карбонатных пород. Девонский водоносный комплекс (D) разделяется на четыре горизонта: франско-фаменский, среднефранский, верхнеэйфельско-нижнефранский и нижнеэйфельский водоносные горизонты. В восточном и юго-восточном направлениях водоносный комплекс перекрывается песчано-глинистыми отложениями, а в подошве комплекса залегают глины и алевролиты. Франско-фаменский водоносный горизонт представляет собой сложную слоистую песчано-глинистую толщу с прослоями карбонатных пород, реже карбонатную с прослоями песчано-глинистых пород. Основными водовмещающими породами являются пески, песчаники, известняки и доломиты. Среднефранский водоносный горизонт образован карбонатными породами – известняками, доломитизированными известняками, доломитами с развитием мергелей и глин. Верхнеэйфельско-нижнефранский водоносный горизонт представлен песками и песчаниками с прослоями глин и алевролитов. Нижнеэйфельский водоносный горизонт представлен мелко- и среднезернистыми слабосцементированными песчаниками и песками с подчиненными прослоями глин, алевролитов, доломитов и мергелей. Ордовикский водоносный комплекс (O) представлен трещиноватыми закарстованными известняками. Кембро-ордовикский водоносный комплекс (Є-O) представлен тонко- и мелкозернистыми песками и слабосцементированными песчаниками с маломощными прослоями глин и алевролитов. Водоупорной кровлей горизонта служат диктионемовые сланцы. Нижнекембрийский водоносный горизонт (Є) представлен мелко- и среднезернистыми песчаниками с прослоями алевролитов и глин. Вендский водоносный комплекс (V) разделяется на верхнекотлинский водоупорный горизонт, сложенный глинами с редкими песчаными прослоями, нижнекотлинский водоносный горизонт, сложенный преимущественно песчаниками и алевролитами и нижележащий редкинский водоносный горизонт, сложенный мелкозернистыми песчаниками с прослоями алевролитов, а также сменяющихся вниз по разрезу туфами. Нижнепротерозойский водоносный комплекс (PR_1) представлен песчаниками, кварцитами с прослоями алевролитов и глинистых сланцев, известняков и шунгитов. Архейско-нижнепротерозойский водоносный комплекс ($AR-PR_1$) сложен разнообразными кристаллическими сланцами, гранито-гнейсами, гнейсами, гранитами и другими метаморфическими и интрузивными горными породами. Водоносный комплекс терригенных отложений рифея (R) образован разнозернистыми песчаниками, гравелитами и аргиллитами.

В рамках научно-исследовательской работы «Сравнительная оценка показателей здоровья населения административных территорий Ленинградской области, ассоциированных с качеством питьевой воды централизованных систем холодного водоснабжения из подземных источников» проведен анализ результатов исследований качества воды основных водоносных горизонтов, выполненных в рамках оценки запасов подземных вод, производственного контроля и социально-гигиенического мониторинга.

В результате анализа составлен перечень веществ, превышающих ПДК в водоносных горизонтах и комплексах, эксплуатируемых в Ленинградской области, представленный в табл. 1.

Таблица 1

Вещества, превышающие ПДК в воде подземных источников на территории Ленинградской области, обусловленные природными факторами

Горизонты и приуроченные к ним воды	Вещества природного характера, превышающие ПДК
Воды архейско-нижнепротерозойских трещиноватых пород (AR-PR)	Se, Ba, Cd Al, Mn, F, Fe, Be, B
Воды карбоновых отложений (C)	Pb, Al, As, Cr, Mn, Fe, B
Воды девонских отложений (D)	Ba, Pb, Al, Mn, SO_4, Cl, Na, Mg, Fe, H_2S, Sr, B, Ni, Hg
Воды ордовикских отложений (O)	Ba, Al, As, Mn, Na, Mg, Fe, B, F, SO_4
Воды четвертичных отложений (Q)	Mn, F, Fe, Cd, Cl, Na, B
Воды вендских отложений (V)	Ba, Al, Mn, Cl, F, Na, Fe, H_2S, Be, B, Ni, Hg
Воды нижнекембрийских отложений (Є)	Mn, Fe, B, F
Воды трещиноватых пород раннего протерозоя (PR1)	B, Mn, Cl, Na, Mg, Fe
Воды кембро-ордовикских отложений (Є-O)	Ba, Al, Cr, Mn, Mg, Fe, Mo, Ni, B

Наличие повышенных концентраций железа в подземных водах объясняется содержанием в породе железняка или гематита [6]. Наличие марганца обусловлено наличием манганооксидолитов и манганокарбонатолитов [18], бария – барита и баритокальцита [21]. Бор может обнаруживаться при наличии в породе глин, имеющих связи с морскими водами [2, 17, 21]. Содержание фтора в воде обусловлено наличием в породах фторапатита, биотита и амфибол, однако его концентрация напрямую зависит от концентраций кальция в воде, образующего с ним нерастворимые соли [19]. Алюминий, а также в ряде случаев бериллий могут поступать в воду при выветривании алюмосиликатов [12]. Источником магния в воде являются магнезитовые и бруситовые руды, например, доломиты [10]. Причиной появления кадмия [16] и хрома [20] в подземных водах являются сланцы и песчаники, а свинца – базальты, диориты и граниты [9]. Кроме того, гранит может быть источником молибдена [8]. Наличие в составе водоносного горизонта осадочных горных пород может объяснить наличие в воде мышьяка [13]. Наличие в структуре горизонта месторождений киновари или метациннабарита может стать источником поступления ртути в подземную воду [1].

Особенности содержания и форм миграции этих элементов в воде определяется двумя основными параметрами – водородным показателем (pH) и окислительно-восстановительным потенциалом (Eh). Сдвиги значений pH и Eh играют решающую роль в формировании химического состава подземных вод, так как они определяют растворимость различных соединений в воде [3, 12].

Защищенными водоносными горизонтами на территории Ленинградской области являются нижнепротерозойский (PR_1), нижнекембрийский (Є), кембро-ордовикский (Є-O), вендский (V), рифейский (R). Слабо защищенным – девонский (D), а четвертичный (Q), каменноугольный (C), ордовикский (O) и архейско-нижнепротерозойский ($AR\text{-}PR_1$) горизонты являются незащищенными.

Под термином «защищенность» понимается перекрытость водоносного горизонта глинистыми отложениями, препятствующими проникновению загрязняющих веществ с поверхности земли или из вышележащего горизонта [4]. К факторам, характеризующим защищенность, относятся глубина залегания подземных вод, нали-

чие в разрезе слабопроницаемых пород и их мощность, литологический состав и сорбционные свойства водовмещающих пород и почвенного слоя, соотношение уровней исследуемого и вышележащего водоносных горизонтов. К факторам, определяющим миграцию загрязнений, относятся химический состав загрязняющих веществ, определяющий такие их параметры, как миграционная способность, сорбируемость, химическая стойкость, время распада, характер взаимодействия с породами и подземными водами; условия нахождения загрязняющих веществ на поверхности земли и характер их проникновения в подземные воды.

Ресурсы подземных вод пополняются путем поступления поверхностных вод через области питания; инфильтрации атмосферных осадков через перекрывающие породы, перетекание подземных вод из сопредельных горизонтов, а также поступление поверхностных вод в долинах рек. Теми же путями в подземные воды способно поступать загрязнение.

Содержание загрязняющих веществ в подземных водах может значительно изменяться в течение короткого времени. Это относится как к увеличению концентраций вещества, так и к уменьшению. Если не рассматривать перетекание из нижележащих горизонтов, то загрязнение подземных вод происходит по четырем основным механизмам: первый – инфильтрация загрязненных атмосферных осадков или поверхностных вод; второй – инфильтрация чистых атмосферных осадков и поверхностных вод через загрязненную поверхность земли и почвенный слой; третий – фильтрация жидких отходов производства и сточных вод (отстойники, шламонакопители и др.); четвертый – инфильтрация атмосферных осадков и поверхностных вод на участках складирования твердых отходов.

Для того чтобы подземные воды оказались загрязненными, необходимо наличие самого источника загрязнения. Для безнапорных, плохо защищенных участков водоносных горизонтов и комплексов, у которых область распространения совпадает с областью питания, наибольшую опасность представляют площадные источники загрязнения, так называемые техногенно-измененные ландшафты [5]. К таким ландшафтам относятся промышленные зоны горнорудных предприятий, представленные шламо-золонакопителями, хвостохранилищами, терриконами и отвалами вскрышных пород, техногенными карьерами и выработками, зачастую используемыми под свалки промышленно-бытовых отходов [22]. Другим видом техногенно-измененных ландшафтов являются территории расположения крупных агропромышленных комплексов, где на больших площадях возможно загрязнение подземных вод отходами животноводства, минеральными удобрениями, а также нефтепродуктами на машинно-технологических станциях. Среди техногенных ландшафтов особое место занимают территории садоводческих массивов, обладающие большой плотностью малоэтажной застройки, развитой дорожной сетью с периодически интенсивным движением автотранспорта, значительным объемом отбора грунтовых и подземных вод в летний период, практическим отсутствием организованных бытовых стоков, большим числом неорганизованных свалок бытовых отходов на прилегающих площадях и ненормативным использованием агрохимикатов.

На территории Ленинградской области отмечается антропогенное загрязнение подземных вод соединениями азота, нефтепродуктами и в единичных случаях пестицидами, концентрации которых превышают ПДК, что представлено в табл. 2.

Таблица 2

Вещества антропогенного происхождения, превышающие ПДК в воде подземных источников на территории Ленинградской области

Горизонты и приуроченные к ним воды	Антропогенные вещества, превышающие ПДК
Воды четвертичных отложений (Q)	NH_4
Воды архейско-нижнепротерозойских трещиноватых пород (AR-PR)	Нефтепродукты, NH_4
Воды карбоновых отложений (C)	Нефтепродукты
Воды девонских отложений (D)	Нефтепродукты, NH_4, NO_3, NO_2
Воды ордовикских отложений (O)	Нефтепродукты, NH_4, NO_3, NO_2, 2,4-Д
Воды нижнекембрийских отложений (Є)	Нефтепродукты
Воды кембро-ордовикских отложений (Є-O)	Нефтепродукты, NH_4, NO_2

Источниками азотного загрязнения на территории области являются сельскохозяйственные угодья, животноводческие фермы, птицефабрики, склады удобрений, а также промышленные предприятия по производству азотистых удобрений [14], хотя нельзя исключить и вклад природного загрязнения соединениями азота. Загрязнение нефтепродуктами вод архейско-нижнепротерозойских трещиноватых пород (AR-PR), нижнекембрийских (Є) и кембро-ордовикских отложений (Є-O) может быть связано с несоблюдением требований к организации зон санитарной охраны и / или невыполнением регламента эксплуатации и обслуживания водоподъемного оборудования. В случаях, когда девонские образования не перекрыты слабопроницаемыми четвертичными отложениями, в воде горизонта фиксируется загрязнение азотными соединениями и нефтепродуктами [7]. В ордовикском водоносном горизонте отмечены все признаки антропогенного загрязнения, а именно превышения по триаде азота (NH_4, NO_3, NO_2), по нефтепродуктам, а в ряде случаев в горизонте обнаруживались концентрации пестицида 2,4-Д выше предельно допустимых [14]. Это связано с тем, что на территории своего распространения горизонт частично не имеет защиты и подвержен процессам карстообразования, что делает его крайне уязвимым в плане антропогенного воздействия.

Выводы. Проведенное исследование показывает, что основной вклад в качество подземных вод вносят природные факторы, ведущими из которых являются литологический состав водовмещающих пород, а также естественная защищенность водоносного горизонта. Загрязнение подземных вод, используемых для централизованного водоснабжения в Ленинградской области, носит локальный характер и представлено в основном аммоний-ионом, нитратами, нитритами и нефтепродуктами. Поступление этих веществ может быть обусловлено сбросами загрязненных вод на рельеф и в поверхностные водные объекты, имеющие гидравлическую связь с подземными водами, невыполнением требований к организации зон санитарной охраны, а также нарушением регламента эксплуатации и обслуживания водоподъемного оборудования.

Список литературы

1. Ахметов Р.М. Ртуть в природе и техногенных образованиях // Геологический сборник. – 2013. – № 10. – С. 222–224.

2. Барышников Г.Я., Слажнева С.С., Сотников П.В. Распространение подземных вод с повышенным содержанием бора в Алтайском крае // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2019. – № 1. – С. 97–99.

3. Годин В.Ю. Физиологически полноценная питьевая вода для жителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Разведка и охрана недр. – 2016. – № 8. – С. 44–52.

4. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. – Л., 1987.

5. Государственная геологическая карта Российской Федерации: Объяснительная записка / В.Р. Вербицкий, И.В. Вербицкий, О.В. Васильева [и др]. − СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. – 510 с.

6. Железо в воде: полезные свойства и опасность [Электронный ресурс] // Испытательный центр МГУ. – URL: https://www.msulab.ru/knowledge/water/iron-in-water-useful-properties-and-danger/ (дата обращения: 14.04.2023).

7. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Северо-Западного федерального округа Российской Федерации в 2021 г. – СПб.: ФГБУ «ГИДРОСПЕЦГЕОЛОГИЯ», филиал «Гидрогеологическая Экспедиция 29 района», 2022. – 288 с.

8. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях / пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

9. Краткий справочник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.Е. Мирошников, А.С. Поваренных, В.Г. Прохоров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1977.

10. Месторождения металлических полезных ископаемых / В.В. Авдонин, В.Е. Бойцов, В.М. Григорьев [и др.]. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Академический Проект, Трикста, 2005. – 720 с.

11. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Никелевые и кобальтовые руды / утв. распоряжением МПР России от 05.06.2007 № 37-р. – М., 2007.

12. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Бериллиевые руды. – М.: ФГУ ГКЗ, 2007. – 44 с.

13. Немодрук А.А. Аналитическая химия мышьяка. – М.: Наука, 1976.

14. Отчет о выполнении работ по объекту: «Гидрогеологическое доизучение листов О-35-VI, О-36-I Масштаба 1:200 000 (Лужско-Петербургская площадь)» Книга 3. Государственная гидрогеологическая карта масштаба 1:200 000, Лист О-35-VI (Волосово): Объяснительная записка. – СПб., 2010.

15. Погодин С.А. Кадмий // Краткая химическая энциклопедия. – Т. 2. – М., 1963.

16. Реми Г. Курс неорганической химии: пер. с нем. – Т. 2. – М., 1966. – С. 476–486.

17. Современные представления о гидрогеологических особенностях территории Ленинградского артезианского бассейна / Т.А. Конюхова, Е.А. Шебеста, Н.Г. Андреева, А.А. Шебеста // Разведка и охрана недр. – 2010. – № 7. – С. 31–34.

18. Фролов В.Т. Литология: уч. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – Кн. 2. – 432 с.

19. Фтор в подземных водах Болгарии: медико-геологические аспекты / А.Д. Бендерев, О.Л. Пихур, В.Х. Христов [и др.] // Разведка и охрана недр. – 2018. – № 1. – С. 41–47.

20. Хром [Электронный ресурс] // Вологодская областная универсальная научная библиотека. – URL: https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/119/850.htm#: ~: text = % D0 % A5 % D1 % 80 % D0 % BE % D0 % BC % D0 % BE % D0 % B2 % D1 % 8B % D0 % B5 % 20 % D1 % 80 % D1 % 83 % D0 % B4 % D1 % 8B)., % D0 % A5 (дата обращения: 14.04.2023).

21. Шварц А.А. Химический состав подземных вод Санкт-Петербургского региона в свете новых требований к качеству питьевой воды // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7: Геология. География. – 2005. – № 1. – С. 85–93.

22. Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге и Ленинградской области: справочно-аналитический обзор. – СПб.: Гидрометиздат, 1997. – 271 с.

Анализ химической безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, произведенных на территории Архангельской области

Д.А. Степовая[1], М.С. Петров[2], К.В. Крутская[2]

[1]ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области и Ненецком автономном округе» Роспотребнадзора,
г. Архангельск, Россия

Концентрации тяжелых металлов в пищевых продуктах, произведенных в Архангельской области в 2017–2022 гг., превышают предельно допустимые значения на уровне верхней границы экспозиции и максимальной концентрации. Сравнение медианных концентраций тяжелых металлов показало, что наибольшие средние концентрации кадмия и свинца содержатся в хлебных продуктах, мышьяка и ртути – в рыбе и рыбопродуктах; наименьшее среднее содержание кадмия и мышьяка – в масложировой продукции, ртути и свинца – в молоке и молочной продукции. Содержание металлов в хлебных продуктах, молоке и молочных продуктах, масложировой продукции, мясе и мясопродуктах на уровне медианной концентрации можно расположить в следующем (убывающем) порядке: Pb > As > Cd > Hg, в рыбе и рыбопродуктах, сахаре и кондитерские изделиях – As > Pb > Hg > Cd, в плодоовощной продукции – As > Pb > Cd > Hg.

Ключевые слова: продовольственное сырье, тяжелые металлы, продукты питания, Арктика.

Большая часть поступления тяжелых металлов в окружающую среду обусловлена антропогенными выбросами и сбросами [5]. В Архангельской области наиболее значительными источниками загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами являются промышленные предприятия целлюлозно-бумажной промыш-

ленности, теплоэлектростанции, предприятия судостроения и судоремонта, автомобильный и железнодорожный транспорт [1]. Накапливаясь в животных и растениях, тяжелые металлы по пищевым цепям способны поступать в пищевые продукты и организм человека [3]. Их неблагоприятное воздействие может стать причиной многих хронических заболеваний, симптомы которых зависят от токсичности элемента, дозы и продолжительности воздействия [4]. Оценка содержания тяжелых металлов в продуктах питания является важной задачей для обеспечения безопасности пищевой продукции и сохранения здоровья населения.

Цель исследования – изучить уровни контаминации тяжелыми металлами (ртуть, свинец, мышьяк, кадмий) продовольственного сырья и пищевых продуктов, произведенных на территории Архангельской области.

Материалы и методы. Содержание тяжелых металлов (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть) в основных группах пищевых продуктов (мясо и мясные продукты, молоко и молочные продукты, рыба и рыбопродукты, сахар и кондитерские изделия, хлебные продукты) было изучено по данным лабораторных исследований пищевых продуктов и продовольственного сырья ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области и Ненецком автономном округе» за 2017–2022 гг. Концентрации металлов в пищевых продуктах сравнивали с предельно допустимыми уровнями[1]. Всего было проанализировано 3738 проб пищевых продуктов местного производства, из них в 2112 пробах ртуть, свинец, мышьяк и кадмий не были обнаружены, соответственно сведения об этих пробах были изъяты из анализа [2]. Проверку распределения количественных данных проводили с применением статистического критерия Шапиро – Уилка. В связи с тем, что распределение концентраций химических веществ статистически значимо отличалось от нормального, для их описания были использованы медиана, 90-й процентиль (P90), максимальная концентрация (Max). Для статистического анализа данных использовалось программное обеспечение STATA вер. 12.0.

Результаты. В структуре исследованных проб удельный вес хлеба и хлебобулочных изделий составил 35 %. Содержание тяжелых металлов на уровне медианы и 90-го процентиля не превышало ПДУ. Максимальные концентрации кадмия и мышьяка в хлебобулочной продукции (0,079 и 0,2 мг/кг соответственно) превышали нижнюю границу ПДУ на 12 и 33 % соответственно.

Удельный вес исследованных проб плодоовощной продукции за изучаемый период составил 5 %. Концентрации тяжелых металлов на уроне медианы и 90-го процентиля были ниже ПДУ. Максимальная концентрация ртути в плодоовощной продукции соответствовала нижней границе ПДУ (0,2 мг/кг), а кадмия превышала гигиенический норматив на 60 %.

В структуре исследованных проб удельный вес масложировой продукции составил 2 %. Концентрации тяжелых металлов на уроне медианы и 90-го процентиля были ниже ПДУ. Максимальные концентрации кадмия, мышьяка, ртути, свинца составили 0,01, 0,054, 0,005 и 0,072 мг/кг соответственно, не превышая при этом нижнюю границу ПДУ.

[1] ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза. Приложение 3 п.6. / Утверждён решением комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880. – М., 2011.

Удельный вес проб молока и молочных продуктов составил 13 %. Концентрации на уровне медианы для кадмия (0,0047 мг/кг) превышали нижнюю границу ПДУ на 57 %. В молоке и молочных продуктах максимальные концентрации мышьяка (0,1 мг/кг) и свинца (0,23 мг/кг) в 2 раза превышали нижнюю границу ПДУ. Превышение нижней границы ПДУ максимальными концентрациями ртути в сливочном масле (0,028) и кадмия в молоке (0,019 мг/кг) составило в 5 и 6 раз соответственно.

За изучаемый период удельный вес проб мяса и мясопродуктов составил 25 %. Средняя концентрация кадмия в мясе и мясопродуктах соответствовала нижней границе ПДУ (0,01 мг/кг), а на уровне 90-го процентиля (0,025 мг/кг) превышала нижнюю границу ПДУ в 2 раза. Медианные концентрации ртути (0,004 мг/кг) и свинца (0,049 мг/кг) превышали нижнюю границу ПДУ на 20 и 16 % соответственно. Средняя концентрация мышьяка (0,037 мг/кг) и 90-й процентиль (0,088 мг/кг) в мясе и мясопродуктах были выше нижней границы ПДУ в 3 и 8 раз соответственно. На уровне 90-го процентиля концентрации свинца и ртути превышали нижнюю границу ПДУ на 5 и 60 %. Максимальные концентрации для кадмия (0,053 мг/кг), ртути (0,202 мг/кг) и мышьяка (0,206 мг/кг) в пробах полуфабрикатов из субпродуктов птицы превышали нижнюю границу ПДУ в 5, 10 и 20 раз соответственно.

В структуре исследованных проб удельный вес рыбы и рыбопродуктов составил 14 %. Концентрации тяжелых металлов на уровне медианы были ниже ПДУ. На уровне 90-го процентиля концентрации мышьяка (2,6 мг/кг) и ртути (0,083 мг/кг) превышали нижнюю границу ПДУ в 2 раза. Максимальная концентрация ртути (0,03 мг/кг) в пробах соленой рыбы превышала нижнюю границу ПДУ в 11 раз. Максимальное содержание кадмия в пресноводной рыбе превысило на 57 % нижнюю границу ПДУ. Превышение концентрации мышьяка (7,03 мг/кг) было установлено в одной пробе соленой рыбы, что на 40 % превышает установленный норматив.

Удельный вес проб сахара и кондитерских изделий составил 5 %. Концентрации на уроне медианы и 90-го процентиля мышьяка (0,036 и 0,1 мг/кг соответственно) и свинца (0,051 и 0,149 мг/кг соответственно) были ниже ПДУ. Установлено превышение нижней границы ПДУ ртутью на уровне медианы (0,011 мг/кг) и 90-го процентиля (0,016 мг/кг) на 10 и 60 % соответственно. Концентрация кадмия на уровне 90-го процентиля (0,056 мг/кг) в 5 раз превышала нижнюю границу ПДУ. Максимальная концентрация содержания кадмия (0,1 мг/кг) в пробе шоколада превышала нижнюю границу ПДУ в 10 раз. Максимальное содержание ртути, установленное в пробе печенья с шоколадной глазурью, – 0,016 мг/кг, что превышает нижнюю границу ПДУ на 60 %.

Сравнение медианных концентраций тяжёлых металлов показало, что в рыбе и рыбопродуктах концентрации мышьяка (0,51 мг/кг) и ртути (0,012 мг/кг) были наибольшими. В хлебных продуктах наибольшие средние концентрации кадмия (0,013 мг/кг) и свинца (0,083 мг/кг). Установлено наименьшее среднее содержание кадмия и мышьяка в масложировой продукции (0,003 и 0,01 мг/кг соответственно), ртути и свинца в молоке и молочной продукции (0,00085 и 0,028 мг/кг соответственно).

Содержание металлов в хлебных продуктах, молоке и молочных продуктах, масложировой продукции, мясе и мясопродуктах на уровне медианной концентрации можно расположить в следующем (убывающем) порядке: Pb > As > Cd > Hg, в рыбе и рыбопродуктах, сахаре и кондитерские изделиях – As > Pb > Hg > Cd, в плодоовощной продукции – As > Pb > Cd > Hg (таблица).

Концентрации тяжелых металлов в продовольственном сырье и пищевых продуктах в Архангельской области за 2017–2022 гг., мг/кг

Химические вещества	*n*	Медиана	P_{90}	Max	ПДУ
Хлебные продукты					
Кадмий	227	0,013	0,026	0,079	0,07–1,0
Мышьяк	90	0,023	0,08	0,2	0,15–0,3
Ртуть	52	0,002	0,009	0,01	0,015–0,03
Свинец	207	0,083	0,2	0,341	0,35–1,0
Плодоовощная продукция, фрукты и ягоды					
Кадмий	25	0,009	0,026	0,048	0,03–0,1
Мышьяк	17	0,062	0,18	0,19	0,2 –1,0
Ртуть	18	0,006	0,0168	0,02	0,02–0,05
Свинец	29	0,033	0,058	0,221	0,3–1,0
Масложировая продукция					
Кадмий	7	0,003	0,01	0,01	0,03–0,2
Мышьяк	3	0,01	0,0545	0,054	0,1–1,0
Ртуть	6	0,002	0,0056	0,005	0,03–1,0
Свинец	16	0,053	0,068	0,072	0,1–1,0
Молоко и молочные продукты					
Кадмий	43	0,0047	0,013	0,019	0,003–0,2
Мышьяк	44	0,021	0,053	0,1	0,05–0,3
Ртуть	37	0,00085	0,0032	0,028	0,005–0,03
Свинец	83	0,028	0,088	0,23	0,1–0,3
Мясо и мясопродукты					
Кадмий	93	0,01	0,025	0,053	0,01–1,0
Мышьяк	90	0,037	0,088	0,206	0,01–1,0
Ртуть	52	0,004	0,012	0,202	0,02–0,2
Свинец	164	0,049	0,014	0,489	0,3–1,0
Рыба и рыбопродукты					
Кадмий	36	0,010	0,091	0,11	0,07–1,0
Мышьяк	87	0,51	2,6	7,03	1,0–5,0
Ртуть	70	0,012	0,083	0,33	0,03–0,6
Свинец	42	0,028	0,09	0,33	0,5–2,0
Сахар и кондитерские изделия					
Кадмий	30	0,01	0,056	0,1	0,01–0,5
Мышьяк	25	0,036	0,1	0,21	0,3–1,0
Ртуть	3	0,011	0,016	0,016	0,01–0,1
Свинец	30	0,051	0,149	0,22	0,5–1,0

Выводы. Установлено превышение ПДУ на уровне верхней границы экспозиции и максимальной концентрации. Сравнение медианных концентраций тяжелых металлов показало, что наибольшие средние концентрации кадмия и свинца содержатся в хлебных продуктах, мышьяка и ртути – в рыбе и рыбопродуктах; наименьшее среднее содержание кадмия и мышьяка – в масложировой продукции, ртути и свинца – в молоке и молочной продукции. Содержание металлов в хлебных продуктах, молоке и молочных продуктах, масложировой продукции, мясе и мясопродуктах на уровне медианной концентрации можно расположить в следующем (убывающем) порядке: Pb > As > Cd > Hg, в рыбе и рыбопродуктах, сахаре и кондитерские изделиях – As > Pb > Hg > Cd, в плодоовощной продукции – As > Pb > Cd > Hg.

Список литературы

1. Лыжина А.В., Унгуряну Т.Н., Родиманов А.В. Риск здоровью населения при воздействии тяжелых металлов, загрязняющих продовольственное сырье и пищевые продукты / // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО – 2018. – № 7. – С. 4–7.
2. 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.
3. A Review of the Health Implications of Heavy Metals in Food Chain in Nigeria / U.C. Nkwunonwo [et al.] // J ScientificWorldJournal. – 2020. – Vol. 16. – P. 6594109. DOI: 10.1155/2020/6594109.
4. An Overview of Carcinogenic Heavy Metal: Molecular Toxicity Mechanism and Prevention / H.S. Kim [et al.] // J Cancer Prev. – 2015. – Vol. 20. – P. 232–240. DOI: 10.15430/JCP.2015.20.4.232
5. Heavy metal toxicity and the environment / P.B. Tchounwou [et al.] // J. Exp Suppl. – 2012. – Vol. 64. – P. 101–133-64. DOI: 10.1007/978-3-7643-8340-4_6

Экологические обследования территорий ликвидированных ракетных комплексов в Пермском крае

А.В. Тарабара[1], Г.М. Батракова[2]

[1]ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, г. Москва,
[2]ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия

Представлены результаты обследования бывших военных объектов, на которых в предшествующий период долгое время эксплуатировались технические средства с применением жидких ракетных топлив. Негативные последствия указанной деятельности могут быть связаны со специфическим загрязнением окружающей среды, а также с опасными бесхозными остатками сооружений. Отбор проб почвы, растительности и воды выполнен в соответствии с требованиями, рекомендованными для исследования объектов окружающей среды. Содержание компонентов жидких ракетных топлив и продуктов их трансформации оценивалось стандартными методами количественного химического анализа в аккредитованных лабораториях. Результаты обследований и экологического опробования проб почвы представляют интерес для оценки риска здоровью населения и при рассмотрении вопроса включения ликвидированных ракетных комплексов в Государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде и принятия мер по их ликвидации и рекультивации.

Ключевые слова: химический фактор, компоненты жидких ракетных топлив, формальдегид, нефтепродукты, мышьяк, экологическая опасность.

В Государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде на территории Пермского края обоснованно включены площади ряда воинских частей, где в результате предшествующей деятельности остались земли, загрязненные нефтепродуктами. По нашему мнению, при расширении перечня объектов, на которых загрязнение природной среды может оказывать пролонгированное негативное воздействие на компоненты окружающей среды и, возможно, на здоровье населения, следует учитывать результаты обследований территорий объектов, на которых осуществлялась многолетняя эксплуатация технических средств с применением жидких ракетных топлив.

Негативные последствия указанной деятельности в первую очередь связаны со специфическим загрязнением окружающей среды, оставленными в бесхозном состоянии сооружениями или их остатками, наличием нарушенных земель без полной рекультивации территории [1]. Химический фактор воздействия на окружающую среду и здоровье населения характеризуется потенциальной опасностью и продолжительным характером действия. Несимметричный диметилгидразин (НДМГ) и продукты его трансформации принято считать маркерами негативного воздействия ракетной техники на окружающую среду [2].

Эколого-гигиеническое сопровождение работ, связанных с завершением жизненного цикла стартовых позиций ракетных комплексов, относится к одному из видов обеспечения потенциально опасных работ, связанных с использованием компонентов жидкого ракетного топлива.

Комплексное эколого-гигиеническое обследование в ряде регионов России проводилось в рамках реализации федеральной целевой программы «Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2011–2015 годы и на период до 2020 года» в Забайкалье, Алтайском, Красноярском и Пермском крае, Челябинской области [4, 5].

Методология эколого-гигиенического мониторинга сформировалась на основе анализа многолетних исследований, а накопленный опыт позволил разработать типовую программу обследования этапов работ по выводу из эксплуатации и ликвидации боевых стартовых позиций [3], согласовать ее с органами санитарно-эпидемиологического и природоохранного надзора.

Цель исследования – обследование территорий ликвидированных ракетных комплексов в Пермском крае и экологическом опробовании компонентов окружающей среды по показателям специфического загрязнения компонентами жидкого ракетного топлива.

Пермский край является одной из территорий Советского Союза, где дислоцировались пусковые установки ракетных комплексов шахтного базирования. На территории Пермского и Кунгурского районов проведено выборочное обследование территорий одиннадцати стартовых площадок одиночного и группового расположения шахт.

На объектах в конце 90-х гг. были выполнены работы по уничтожению фундаментов специальных сооружений и частично проведена техническая рекультивация территорий. Но в процессе демонтажа не все подземные сооружения были ликвидированы, низкое качество засыпки пустот и котлованов в ряде случаев привело к образованию просадки грунта и самопроизвольному вскрытию шахтных стволов. Длительное время выведенные из эксплуатации объекты подвергались естественному и целенаправленному разрушению. Площадка группового расположения шахт

в течение более 40 лет находилась в состоянии руин, представляющих опасность для людей и животных. К настоящему времени на всех объектах проведена техническая рекультивация.

Из анализа информации Публичной кадастровой карты[1] определено, что в основном площадки ликвидированных ракетных комплексов находятся на землях лесного фонда, и лишь небольшая их часть (один позиционный район) – на землях сельскохозяйственного назначения.

В соответствии с программой проводился отбор и исследования проб почвы, растительности и воды. Отбор проб объектов окружающей среды был проведен в соответствии с требованиями документов: ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, СанПиН 4266-87, ПНД Ф 12.1: 2: 2.2: 2.3.2-03, РД 52.18.718-2008, ГОСТ 31862-2012, ГОСТ Р 51593-2000, СанПиН 2.1.5.980-00.

Всего отобрано 195 точечных проб почвы с глубины 0–25,0 см и сформировано 36 объединенных проб почвы. Всего на исследование передано 39 проб почвы, включая три пробы с незагрязненных участков в обследованных районах.

На каждой площадке на расстоянии 200 м от геометрического центра взяты образцы растительности (хвоя, трава). За пределами пробных площадок отобрали три фоновые пробы.

На обследованных площадках не было затопленных участков, непроточные водоемы и ручьи отсутствовали. На двух площадках были отобраны пробы воды из вскрытых до глубины разрушенных стволов и затопленных водой шахт.

Исследования выполнены в лабораториях ФГБУ ГНЦ «ФМБЦ им. А.И. Бурназяна» ФМБА России (г. Москва) и в Исследовательском аналитическом центре НИИ химии ФГБОУ ВПО «ННГУ им. Н.И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород).

Перечень исследуемых показателей включал компоненты жидких ракетных топлив и продуктов их трансформации (НДМГ, нитрозодиметиламин, диметиламин) в пробах почвы, которые определялись по методикам измерения массовой концентрации фотометрическим методом (МУК 4.1.056-16), и формальдегид – по методике измерения массовой доли фотометрическим методом (МУК 4.1.011-18). Содержание 3,4 бенз(а)пирена, тяжелых металлов (свинец, ртуть, никель, кадмий, кобальт, цинк, медь, хром), мышьяка и нефтепродуктов оценивалось стандартными методами количественно-химического анализа.

По результатам исследований проб почвы выявлено, что концентрации НДМГ и продуктов его трансформации значительно ниже ПДК (0,1 мг/кг). Следовые количества НДМГ находились на уровне чувствительности методики выполнения измерений (менее 0,02 мг/кг); в семи пробах содержание НДМГ составляло $0{,}03 \pm 0{,}01$ мг/кг, в девяти пробах содержание диметиламина составило $0{,}07\ldots0{,}13 \pm 0{,}01$ мг/кг. Формальдегид присутствовал в 22 пробах (56 %), средние значения показателя по всем площадкам оказались на уровне фона. Диапазон выявленных концентраций по формальдегиду в почве составил от 0,45 … $5{,}4 \pm 0{,}05$ мг/кг и не превышал ПДК (7,0 мг/кг).

Содержание в пробах почвы не выявило превышений допустимых значений присутствия тяжелых металлов и бенз(а)пирена. Вместе с тем на площадке с группового расположения шахт в пробах почвы фиксировались соединения меди –

[1] Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс] // Росреестр. – URL: http://pkk5.rosreestr.ru (дата обращения: 02.04.2023).

3,0 ± 1,2 мг/кг, ОДК для суглинистых и глинистых почв по СанПиН 1.2.3685-21 – 3,0 мг/кг. Установлено, что содержание нефтепродуктов в пробах почвы сильно варьировалось так, на площадках одиночного расположения шахт установлено от 62,0 ± 6,0 до 1000,0 ± 100,0 мг/кг, что оценено как допустимое в сравнении с фоном загрязнение; на нерекультивированной площадке группового расположения шахт максимальное значение составило 1160 ± 110,0 мг/кг, что оценивалось как умеренно опасное загрязнение почвы нефтепродуктами.

Во всех исследованных пробах почвы отмечено повышенное содержание мышьяка – 3,5 ± 1,24….8,0 0 ± 3,2 мг/кг, на площадке группового расположения шахт содержание мышьяка составило 10,0 ± 4,0 мг/кг, равное ОДК (10 мг/кг). В пробах почвы на незагрязненных участках (фоновые площадки) содержание мышьяка составляло 4,0 ± 1,6…..5,2 ± 2,1 мг/кг.

Исследованиями проб воды и растительности не установлено содержание НДМГ и продуктов его трансформации. По показателям загрязнения воды из вскрытых и затопленных водой шахт относительно содержания нефтепродуктов и тяжелых металлов не было выявлено превышений ПДК.

В качестве заключения отметим, что обследования выполнены по ограниченному числу стартовых площадок в двух муниципальных районах Пермского края с высокой концентрацией постоянно проживающего населения. Из одиннадцати ликвидированных стартовых площадок установлено, что рекультивация проведена на десяти площадках с одиночным расположением шахт; площадка с групповым расположением шахт находилась в руинированном состоянии, ликвидация сооружений и рекультивация выполнены частично.

Половина ранее рекультивированных площадок подвергались попыткам вскрытия вплоть до уровня нахождения остатков шахт с целью извлечения лома цветных и черных металлов. На двух площадках установлено наличие открытых шахтных сооружений, заполненных водой. После вскрытия бесхозные площадки представляют собой объекты повышенного риска, обусловленного наличием остатков инженерных сооружений, беспрепятственным доступом к ним и неконтролируемым захламлением территории. Территория большинства площадок захламлена коммунальными и строительными отходами.

По результатам исследований проб почвы, воды и растительности не было установлено опасных превышений гигиенических нормативов по маркерным веществам, рекомендованным для оценки воздействия ракетной техники на окружающую среду.

Список литературы

1. Воздействие ракетно-космической техники на окружающую среду / под общ. ред. В.В. Адушкина, С.И. Козлова, М.В. Синельникова. – М.: ГЕОС, 2016. – 795 с.

2. Вредные химические вещества в ракетно-космической отрасли: справочник / под общ. ред. проф. д.м.н. В.В. Уйбы. – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, 2011. – 408 с.

3. Методическое пособие по обеспечению экологической безопасности территорий размещения шахтных пусковых установок после вывода их из эксплуатации и рекультивации земель. – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, 2018. – 60 с.

4. Об экологической обстановке в местах размещения бывших боевых стартовых позиций для межконтинентальных баллистических ракет / Д.Ф. Жданов, А.В. Тарабара, Г.М. Батракова, С.В. Чистяков // Армия-2019: науч.-техн. сб. трудов Международного военно-техн. форума. – Балашиха: Типография ВА РВСН им. Петра Великого, 2019. – С. 50–63.

5. Чистяков С.В., Алехнович А.В., Тарабара А.В. Эколого-гигиеническая и токсикологическая оценка окружающей среды в районе выведенных из эксплуатации бывших объектов Министерства обороны // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 9. – С. 833–839.

Мониторинг стойких органических загрязнителей в пищевых продуктах и питьевой воде в Республике Беларусь за период 2021–2022 гг.

Е.В. Федоренко[1], Е.В. Дроздова[1], И.В.Кондрескул[2], В.А. Шукевич[2], С.Л. Итпаева-Людчик[1], Л.Л. Белышева[1], Т.П. Крымская[1], Л.Н. Журихина[1], Е.М. Плешак[1], Н.Н. Книжникова[1]

[1]Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,
[2]Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»,
г. Минск, Республика Беларусь

Обобщены и проанализированы ретроспективные данные по содержанию стойких органических загрязнителей (хлорорганические пестициды, полихлорированные бифенилы, диоксины / фураны) в пищевых продуктах и питьевой воде за период 2021–2022 гг. по областям Республики Беларусь, г. Минску и материалам, полученным в рамках научно-практической деятельности Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (без территориального признака). При том, что превышений установленных допустимых уровней стойких органических загрязнителей не обнаружено, имеются выявленные их остаточные количества. В отношении пищевых продуктов в 2022 г., по сравнению с 2021 г., в части выявления остаточных количеств изученных стойких органических загрязнителей, за исключением диоксинов / фуранов, тенденция сохранялась – положительные пробы были зарегистрированы в рыбе, мясе, молоке и плодоовощной продукции в Витебской, Гродненской областях, г. Минске и республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены». По результатам данных о содержании стойких органических загрязнителей в воде за 2021–2022 гг. отмечены единичные определения хлорорганических пестицидов.

Ключевые слова: стойкие органические загрязнители (СОЗ), хлорорганические пестициды (ХОП), полихлорированные бифенилы (ПХБ), диоксины / фураны, пищевые продукты, вода.

Проблема негативного влияния стойких органических загрязнителей (далее – СОЗ) на здоровье населения и окружающую среду является глобальной вследствие их устойчивости, способности распространяться на большие расстояния и накапливаться в объектах окружающей среды и тканях живых организмов.

СОЗ – это химические вещества, медленно разлагающиеся или абсолютно не разлагающиеся в естественных условиях [2]. К СОЗ относится группа синтетических соединений, которые применяются в сельском хозяйстве в качестве пестицидов, используются в промышленности или образуются самопроизвольно в качестве побочных продуктов сгорания или промышленных процессов. Они токсичны даже в крайне малых концентрациях.

Решение проблемы СОЗ сегодня – одна из приоритетных экологических задач всего мирового сообщества. Международные требования к обращению со стойкими органическими загрязнителями установлены Стокгольмской конвенцией о стойких органических загрязнителях, принятой в г. Стокгольме 22 мая 2001 года (далее – Стокгольмская конвенция, Конвенция). Учитывая принцип принятия мер предосторожности, закрепленный в принципе 15 Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию, цель Стокгольмской конвенции заключается в охране здоровья человека и окружающей среды от СОЗ.

Актуальность проблемы реализации обязательств Республики Беларусь по СОЗ состоит в том, что на территории нашей страны все еще остается определенное количество этих веществ. Согласно принятым и реализуемым программам относительно сокращения и полного прекращения использования СОЗ к концу нынешнего десятилетия в Беларуси должны быть уничтожены все запасы полихлорированных бифенилов (далее – ПХБ) и непригодных пестицидов [1].

В рамках мероприятия 62 «Проведение мониторинга содержания хлорорганических пестицидов, диоксинов и фуранов в продуктах питания и питьевой воде» подпрограммы 3 «Обращение со стойкими органическими загрязнителями» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 гг., утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 февраля 2021 г. № 99, проведен сбор, обобщение и анализ ретроспективных данных по содержанию СОЗ (ХОП, ПХБ, диоксины / фураны) в пищевых продуктах (далее – ПП) и питьевой воде за период 2021–2022 гг. по областям Республики Беларусь, г. Минску и в Республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены» (без территориального признака) (далее – НПЦГ).

Для упорядочения и последующего анализа данных информация, полученная от органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, а также в рамках научно-практической деятельности НПЦГ, была структурирована с использованием реляционных подходов. Были определены следующие обязательные поля:

- год исследования;
- виды продукции: мясо (включая мясо птицы) и мясопродукты, молоко и молочная продукция, рыба и рыбопродукты, зерно и продукты его переработки, плодоовощная продукция, масложировая продукция, детское питание, БАД к пище, вода;
- качественная и количественная характеристика проб по каждой группе продукции: количество проб (всего); количество проб, в которых обнаружены СОЗ (%); количество проб с превышением допустимого уровня для ПП и предельно до-

пустимой концентрации (ПДК) для воды (%); максимальная обнаруженная концентрация (мг/кг для ПП, мг/дм^3 для воды);

- характеристика метода определения: наименование используемого метода исследования, чувствительность метода (для ПП – мг/кг, для воды – мг/дм^3).

Изучаемые СОЗ: ХОП (ДДТ/ДДД/ДДЕ, альдрин, гептахлор, гексахлорциклогексан), ПХБ, диоксины / фураны.

Нормативы СОЗ в ПП представлены в соответствии с гигиеническим нормативом «Показатели безопасности и безвредности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37 [3].

В Республике Беларусь в 2021 г. в рамках лабораторного контроля, осуществляемого органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор, а также научно-практической деятельности НПЦГ исследовано проб ПП:

- 29 923 на содержание ХОП, включая ДДТ и его метаболиты (далее – ДДТ), гексахлорциклогексан (α-, β- и γ-изомеры) (далее – ГХЦГ), алдрин и гептахлор);
- 218 – ПХБ;
- 795 – диоксинов / фуранов.

Превышений допустимых уровней СОЗ не установлено.

Алдрин и гептахлор в 3058 исследованных пробах ПП не обнаружены.

В мясе и мясной продукции обнаружены: ДДТ в г. Минске и Витебской области в 0,8 и 4,9 % проб соответственно на уровне 0,009–0,023 мг/кг (при нормативе не более 0,1 мг/кг), ГХЦГ в Витебской области в 4,9 % проб на уровне 0,087 мг/кг (допустимый уровень – не более 0,1 мг/кг).

В молоке и молочной продукции пестициды не обнаружены. Диоксины / фураны определялись в НПЦГ с частотой проб 5,2 % на уровне 0,074 нг/кг (при нормативе не более 0,000003 мг/кг = 3 нг/кг).

В рыбе и рыбопродуктах обнаружены ДДТ, ГХЦГ, ПХБ и диоксины / фураны. ДДТ определялись в г. Минске, Витебской области и НПЦГ в 83,9, 70,0 и 22,9 % проб соответственно на уровне 0,0031–0,0087 мг/кг (допустимый уровень – не более 0,2 мг/кг). ГХЦГ обнаружился там же в 80,6, 32,5 и 8,9 % проб соответственно на уровне 0,0021–0,0048 мг/кг (при нормативе не более 0,03 мг/кг). ПХБ обнаружены в г. Минске и НПЦГ, частота выявления составила 85,2 и 26,2 % соответственно на уровне 0,0115–0,0249 мг/кг (при нормативе не более 2,0 мг/кг).

В двух видах ПП: зерно и продукты его переработки, в том числе хлебобулочные изделия, и для детского питания обсуждаемые СОЗ не обнаружены.

В плодоовощной продукции только в Витебской области обнаружены ДДТ и ГХЦГ по 1,4 % проб с уровнем 0,023 и 0,015 мг/кг соответственно. При этом гигиенический норматив ДДТ – не более 0,1 мг/кг, ГХЦГ – не более 0,05 мг/кг.

В масложировой продукции диоксины / фураны определены в НПЦГ. Частота контаминации составила 7,7 % проб на уровне 0,0036 нг/кг (допустимый уровень – не более 0,00000075 мг/кг = 0,75 нг/кг). Другие обсуждаемые СОЗ в масложировой продукции не обнаружены.

В БАД к пище обнаружен ДДТ в НПЦГ и Гродненской области в 0,5 и 40,1 % проб соответственно на уровне 0,0024–0,0129 (при нормативе не более 0,1 мг/кг). ГХЦГ обнаружен только в Гродненской области, частота контаминации проб составила 50,5 % на уровне 0,0208 мг/кг (допустимый уровень – не более 0,1 мг/кг).

В НПЦГ в БАД к пище определены ПХБ и диоксины / фураны в 75,0 и 5,3 % проб соответственно. Выявленный уровень определения составил для ПХБ 0,0034 мг/кг (при нормативе не более 3 мг/кг), для диоксинов / фуранов – 0,36 нг/кг (норматив – не более 0,000002 мг/кг = 2 нг/кг).

По результатам данных о содержании СОЗ в ПП за 2021 г. можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее подвержена загрязнению СОЗ рыба и рыбная продукция. Так ПХБ обнаружены в 85,2 % исследованных проб по г. Минску.

2. Наибольшая частота определения СОЗ выявлена в Витебской, Гродненской областях, г. Минске и НПЦГ.

В 2022 г. исследовано проб ПП:

- 28 445 на содержание ХОП;
- 365 – ПХБ;
- 654 – диоксинов / фуранов.

Превышений установленных гигиенических нормативов по обсуждаемым СОЗ, так же, как и в 2021 г., не установлено.

Гептахлор и алдрин в 3556 пробах пищевой продукции не обнаружены.

В мясе и мясной продукции обнаружены: ДДТ в Витебской области, г. Минске и НПЦГ в 4,5, 0,5 и 2,5 % проб соответственно на уровне 0,0005–0,023 мг/кг (при нормативе не более 0,1 мг/кг), ГХЦГ в Витебской области в 4,5 % проб на уровне 0,015 мг/кг (допустимый уровень – не более 0,1 мг/кг), диоксины / фураны в НПЦГ в 9,2 % проб на уровне 0,43 нг/кг (при нормативе не более 0,000001 мг/кг = 1 нг/кг).

В молоке и молочной продукции обнаружены диоксины / фураны в НПЦГ в 2,9 % проб на уровне 0,852 нг/кг (допустимый уровень – не более 0,000003 мг/кг = 3 нг/кг). Другие обсуждаемые СОЗ в молоке и молочной продукции не обнаружены.

В наибольшей степени загрязнение СОЗ отмечено для рыбы и рыбной продукции. Так, ДДТ обнаружен в Гродненской и Витебской областях в 67,0 % проб на уровне 0,0118 мг/кг и 3,2 % проб на уровне 0,006 мг/кг соответственно, в г. Минске и НПЦГ – в 63,9 и 36,8 % проб соответственно на уровне 0,0039–0,0084 мг/кг (при нормативе не более 0,2 мг/кг). ГХЦГ определялся в рыбной продукции в г. Минске и Гродненской области в 60,2 и 24,8 % проб соответственно на уровне 0,0025–0,0073 мг/кг (допустимый уровень – не более 0,03 мг/кг). ПХБ обнаружены в г. Минске и Гродненской области в 70,7 и 86,7 % проб соответственно на уровне 0,0241–0,0387 мг/кг (при нормативе не более 2,0 мг/кг). В НПЦГ определены ПХБ в 36,2 % проб на уровне 0,004 мг/кг и диоксины / фураны в 60,9 % проб на уровне 2,72 нг/кг (допустимый уровень – не более 0,000004 мг/кг = 4нг/кг).

Так же в 2022 г., как и в предыдущем, обсуждаемые СОЗ не обнаружены в зерне и продуктах его переработки, пищевых продуктах для детского питания.

В плодоовощной продукции обнаружены ДДД и ГХЦГ в Витебской и Гродненской областях в 2,6 и 0,8 % проб соответственно на уровне 0,02–0,052 мг/кг для ДДТ и 0,017–0,036 мг/кг для ГХЦГ (при нормативе ДДТ не более 0,1 мг/кг, ГХЦГ – не более 0,05 мг/кг). В НПЦГ обнаружен ГХЦГ в 0,7 % проб плодоовощной продукции на уровне 0,0008 мг/кг.

В масложировой продукции определен ГХЦГ в Гродненской области. Частота контаминации составила 2,7 % проб на уровне 0,001 мг/кг (допустимый уровень – не более 0,005 мг/кг). Другие обсуждаемые СОЗ в масложировой продукции не обнаружены.

В БАД к пище определены ГХЦГ, ДДТ, ПХБ и диоксины / фураны. ДДТ обнаружен в Гродненской области и г. Минске в 61,8 и 1,7 % проб соответственно на уровне 0,0084–0,0482 (при нормативе не более 0,1 мг/кг). ГХЦГ обнаружен в Гродненской области и г. Минске, частота контаминации проб составила 47,1 и 1,2 % соответственно на уровне 0,0081–0,0331 (допустимый уровень – не более 0,1 мг/кг). В НПЦГ определены ПХБ в 33,3 % проб на уровне 0,0078 мг/кг (при нормативе не более 3 мг/кг). Диоксины / фураны обнаружены также в НПЦГ в 6,7 % проб на уровне 0,18 нг/кг (норматив – не более 0,000002 мг/кг = 2 нг/кг).

По результатам данных о содержании СОЗ в ПП за 2022 г. можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее подвержена загрязнению СОЗ рыба и рыбная продукция. Так, ПХБ обнаружены в 86,7 % исследованных проб по Гродненской области.

2. Наибольшая частота определения СОЗ выявлена в Витебской, Гродненской областях, г. Минске и НПЦГ.

В воде оценивалось содержание ДДТ/ДДД/ДДЕ, гексахлорциклогексана (линдана), альдрина, гептахлора, гексахлорбензола.

Всего в 2021–2022 годах в рамках лабораторного контроля органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор, на содержание пестицидов было исследовано более 7000 проб воды, в том числе: ДДТ/ДДД/ДДЕ – 7010 проб воды (в том числе, в 2021 г. – 3756 пробы, в 2022 г. – 3254 пробы), гексахлорциклогексана (линдана) – 7104 пробы воды (3830 в 2021 г., 3274 в 2022 г.); альдрин – 730 проб (494 в 2021 г., 236 в 2022 г.); гептахлора – 748 проб (505 в 2021 г., 243 в 2022 г.); гексахлорбензола – 516 проб воды (507 в 2021 г., 9 в 2022 г.). За двухлетний период превышений установленных гигиенических нормативов [4] по исследованным показателям за 2021–2022 гг. не установлено, при этом в восьми образцах проб, отобранных в Витебской области (пять проб в 2021 г., три – в 2022 г.) был обнаружен ДДД в концентрациях до 0,0003 мг/дм^3.

НПЦГ на регулярной основе ежегодно проводится не менее 50 исследований на содержание альдрина, линдана, ДДТ, 2,4-Д, гептахлора, гексахлорбензола в питьевой воде (по заявлениям заказчиков). В 2022 г. на базе НПЦГ в рамках научно-практической деятельности было проанализировано 530 образцов питьевой воды (артезианские скважины, водопроводная вода, вода, расфасованная в емкости), в том числе, на содержание линдана (ГХЦГ) – 530 образцов, ДДТ сумма изомеров (ДДД, ДДТ, ДДЭ) – 530 образцов, гептахлора – 190 образцов, альдрина – 121 образец, гексахлорбензола – 69 образцов. Во всех пробах воды содержания ХОП в пределах чувствительности метода не обнаружено. Учитывая, что определение содержания диоксинов и ПХБ в воде на постоянной основе не является обязательным по объективным причинам, данные исследования не проводились.

Таким образом, по результатам данных о содержании стойких органических загрязнителей в пищевых продуктах и воде за 2021–2022 гг. можно сделать следующие выводы:

1. Превышений установленных гигиенических нормативов обсуждаемых стойких органических загрязнителей в пробах пищевых продуктов не установлено.

2. Наибольшая частота выявления остаточных количеств изученных стойких органических загрязнителей в пищевых продуктах характерна для проб рыбной, мясной, молочной и плодоовощной продукции в Витебской, Гродненской областях, г. Минске и Республиканском унитарном предприятии «Научно-практический

центр гигиены», г. Минск. Гетерогенность данных по территориальному признаку может быть связана с особенностями планов по отбору проб, оснащенностью лабораторий и используемыми методами контроля СОЗ.

3. Стойкие органические загрязнители (хлорорганические пестициды) не обнаруживаются в пределах чувствительности метода в воде при отсутствии прямого влияния мест загрязнения.

Список литературы

1. Дузинчук В.Д., Головатый С.Е. Реализация стокгольмской конвенции по стойким органическим загрязнителям в Республике Беларусь // Сахаровские чтения 2022 года: экологические проблемы XXI века: материалы 22-й Международной научной конференции: в 2-х ч. / под общ. ред. С.А. Маскевича, М.Г. Герменчук. – Минск, 2022. – Часть 2. – С. 285–288. DOI: 10.46646/SAKH-2022-2-285-288

2. Какарека С.В., Кухарчик Т.И., Хомич В.С. Стойкие органические загрязнители: источники и оценка выбросов. – Минск: РУП «Минсктиппроект», 2003. – 219 с.

3. Показатели безопасности и безвредности продовольственного сырья и пищевых продуктов: гигиен. норматив / утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 25.01.2021 № 37 [Электронный ресурс] // Pravo.by: Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: https://pravo.by/document/?guid = 12551&p0 = C22100037&p1 = 1 (дата обращения: 05.04.2023).

4. Показатели безопасности питьевой воды: гигиен. норматив / утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 25.01.2021 № 37 [Электронный ресурс] // Pravo.by: Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. URL: https://pravo.by/document/?guid = 12551&p0 = C22100037&p1 = 1 (дата обращения: 05.04.2023).

Анализ организации мониторинга качества атмосферного воздуха населенных мест в Арктической зоне Российской Федерации

В.Н. Федоров[1], А.А. Ковшов[1,2], И.О. Мясников[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 России,
г. Санкт-Петербург, Россия

Качество атмосферного воздуха традиционно рассматривается в качестве одного из ключевых факторов, напрямую влияющего на заболеваемость населения. Система мониторинга атмосферного воздуха в Российской Арктике различается в субъектах, а в ряде регионов отсутствует. При этом объективной оценки организации мониторинга воздуха населенных мест в разрезе всей Арктической зоны России до настоящего времени не проводилось.

Осуществлен комплексный анализ системы мониторинга качества атмосферного населенных мест Арктической зоны России (АЗРФ) в динамике за период с 2007 по 2020 г.

В работе проанализированы данные Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга по разделу «Атмосферный воздух населенных мест» за период 2007–2020 гг., проведена оценка программы контроля качества атмосферы и результатов исследований, оценен удельный вес проб, не соответствующих гигиеническим нормативам, выделены приоритетные загрязнители атмосферного воздуха, обусловливающих превышения в отдельных населенных пунктах.

По результатам исследования сделан вывод, что, несмотря об увеличении охвата арктических территорий мониторингом качества атмосферного воздуха, в ряде субъектов попрежнему отсутствуют точки контроля.

Ключевые слова: атмосферный воздух населенных мест, социально-гигиенический мониторинг, Арктическая зона Российской Федерации.

Атмосферный воздух как один из факторов среды обитания традиционно рассматривается в качестве одного из ключевого, напрямую влияющего на заболеваемость населения, в первую очередь, болезнями органов дыхания. Мониторинг качества атмосферного воздуха, выполняемый различными организациями (Росгидромет, Роспотребнадзор, промышленные предприятия), призван служить источником информации о фактических уровнях загрязнения воздуха населенных мест, что, в свою очередь, позволяет оценивать и прогнозировать динамику гигиенической обстановки на конкретной территории [3, 4].

Система мониторинга качества атмосферного воздуха в Российской Арктике существенно отличается в различных субъектах, а в ряде регионов отсутствует в принципе. Несмотря на важность данных об уровнях загрязнения атмосферного воздуха, до настоящего времени не проводилось объективной оценки организации мониторинга воздуха населенных мест в разрезе всей Арктической зоны России [1, 3].

Цель исследования – провести комплексный анализ системы мониторинга качества атмосферного населенных мест Арктической зоны России (АЗРФ) в динамике за период с 2007 по 2020 г.

Материалы и методы. В исследовании проанализированы данные Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга по разделу «Атмосферный воздух населенных мест», формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта за 2007–2020 гг. по муниципальным образованиям Арктической зоны Российской Федерации». Оценивались программы контроля качества атмосферного воздуха, результаты лабораторных исследований по санитарно-химическим показателям, удельный вес проб, несоответствующих гигиеническим нормативам.

Исследование выполнялось в рамках научно-исследовательской работы рег. № АААА-А20-120021390020-6.

Результаты. По состоянию на 2007 г. качество атмосферного воздуха контролировалось в пяти субъектах, полностью или частично входящих в АЗРФ: Мурманская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, арктические территории Архангельской области, арктические территории Красноярского края, арктические территории Республики Коми (рис. 1).

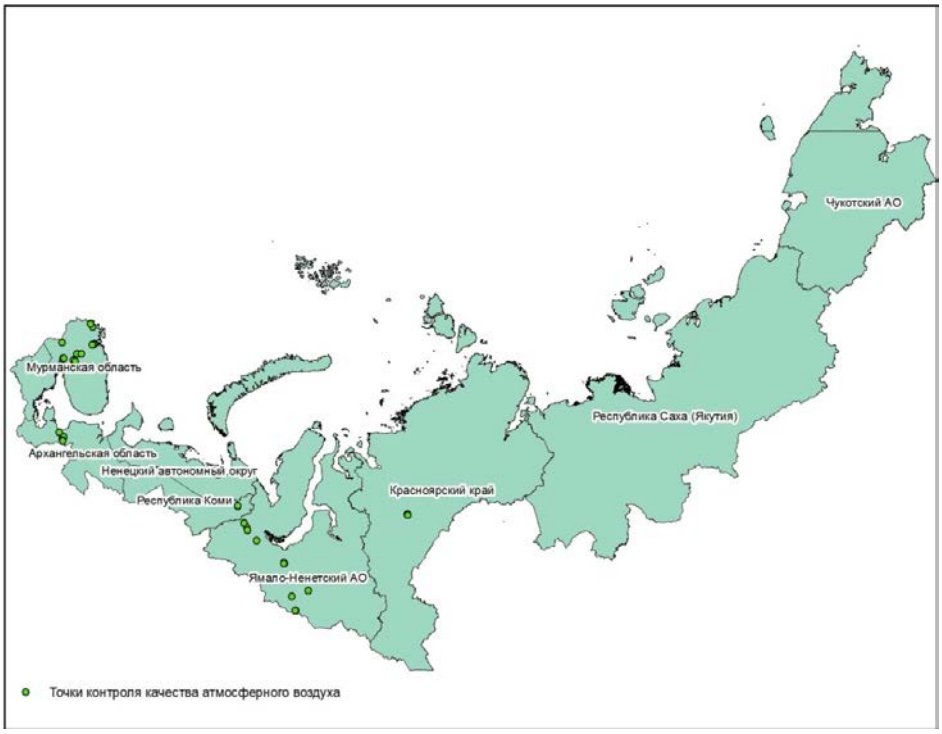


Рис. 1. Распределение постов контроля качества атмосферного воздуха населенных пунктов АЗРФ в 2007 г.

Наибольшее количество постов мониторинга атмосферы в 2007 г. находилось на территории Мурманской области (25) и Ямало-Ненецкого автономного округа (20), наименьшее количество – в Республике Коми (г. Воркута) и Красноярской крае (г. Норильск), где располагались соответственно две и три точки контроля[1].

Полностью не охваченные мониторингом атмосферы в 2007 г. являлись Республики Карелия, Саха (Якутия), Ненецкий и Чукотский автономные округа.

Общее количество постов мониторинга атмосферного воздуха в 2007 г. составляло 57.

По состоянию на 2020 г. общее количество постов мониторинга увеличилось и составило 60. В перечень субъектов, котролирующих качество атмосферного воздуха в Арктической зоне, вошел Чукотский автономный округ, где мониторинг ведется с 2016 г. в двух точках – в г. Анадыре и г. Певеке[1].

В 2020 г. качество атмосферного воздуха контролировалось в шести субъектах, полностью или частично входящих в АЗРФ: Мурманская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ, арктические террито-

[1]Свидетельство о регистрации базы данных № RU2021620319 Российская Федерация. Качество атмосферного воздуха арктических территорий по результатам социально-гигиенического мониторинга: (RU) – № 2021620206: заявлено 16.02.2021: опубликовано 24.02.2021. Бюл. № 3. / Федоров В.Н., Новикова Ю.А., Тихонова Н.А., Ковшов А.А.; заявитель и правообладатель Федеральное бюджетное учреждение науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» (ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья»).

рии Архангельской области, арктические территории Красноярского края, арктические территории Республики Коми (рис. 2).

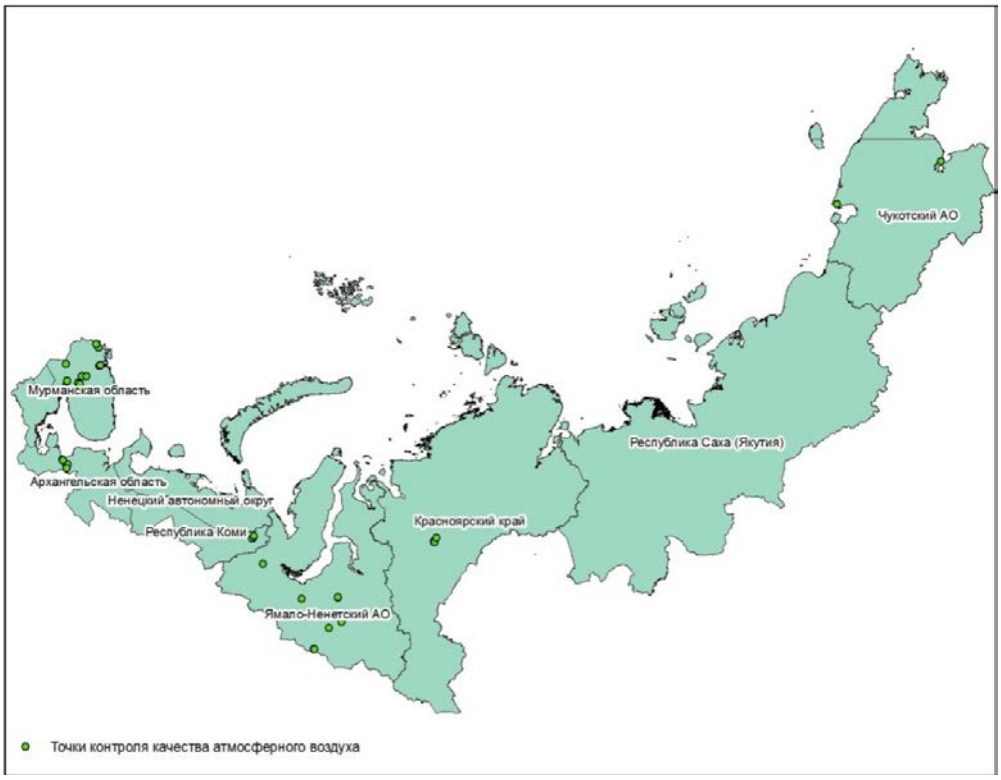


Рис. 2. Распределение постов контроля качества атмосферного воздуха населенных пунктов АЗРФ в 2020 г.

Следует отметить значительное сокращение количества постов мониторинга на территории Мурманской области (с 25 до 14) и Ямало-Ненецкого автономного округа (с 20 до восьми).

В арктических территориях Архангельской области изменений в организации мониторинга атмосферы за исследуемой период не произошло: семи постов контроля в 2007 г. и столько же в 2020 г.

При этом в арктических районах Красноярского края произошло значительное увеличение количества постов мониторинга с трех до 21 за счет г. Норильска (с трех до 17) и населенных пунктов Таймырского Долгано-Ненецкого района, где было организовано четыре поста мониторинга атмосферного воздуха – два поста в городском поселении Дудинка и два поста в сельском поселении Хатанга.

Также значительно увеличилось количество постов на территории Республики Коми (г. Воркута) – с двух до восьми.

В арктических районах Республики Карелия, Ненецком автономном округе и арктических районах Республики Саха (Якутия) атмосферный воздух (в рамках СГМ) не исследуется на протяжении всего изученного периода.

К числу основных источников выбросов в атмосферный воздух на территории Арктической зоны являются промышленные предприятия, занимающиеся добычей полезных ископаемых, а также топливно-энергетические, металлургические, химические, целлюлозно-бумажные производства. Некоторые промышленные центры (Воркута, Норильск и др.) характеризуются значительным загрязнением атмосферного воздуха.

Приоритетными химическими веществами, содержание которых в пробах атмосферного воздуха превышало гигиенические нормативы за исследуемый период, являлись оксиды азота, бенз(а)пирен, бензол, сера диоксид, взвешенные вещества, гидроксибензол (фенол), сероводород, оксид меди, формальдегид (г. Норильск), азота диоксид, бенз(а)пирен, взвешенные вещества, сероводород, формальдегид (г. Архангельск), взвешенные вещества, бенз(а)пирен, сероводород, углерода оксид (г. Новодвинск), взвешенные вещества, бенз(а)пирен (г. Северодвинск), взвешенные вещества, бенз(а)пирен, углерода оксид (г. Апатиты), бенз(а)пирен (г. Кандалакша), взвешенные вещества (г. Кировск), азота диоксид, бенз(а)пирен, взвешенные вещества, сера диоксид, формальдегид (г. Мончегорск), бенз(а)пирен (г. Мурманск), бенз(а)пирен, взвешенные вещества, сера диоксид (населенные пункты Мурманской области), взвешенные вещества (населенные пункты Чаунского района Чукотского автономного округа).

Качество атмосферного воздуха в точках СГМ не соответствовало гигиеническим нормативам по следующим показателям:

2007 г.

Азота диоксид – Мурманская область, арктические территории Архангельской области;
взвешенные вещества – Мурманская область, арктические территории Архангельской области, арктические территории Красноярского края;
гидроксибензол (фенол) – Мурманская область, арктические территории Красноярского края;
дигидросульфид (сероводород) – арктические территории Архангельской области, г. Воркута (Республика Коми);
медь оксид – г. Норильск Красноярского края;
медь сульфат – Мурманская область;
никель оксид – г. Норильск Красноярского края;
никель растворимый – Мурманская область;
пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния 70–20 % – Мурманская область

2020 г.

Азота диоксид – Мурманская область, арктические территории Красноярского края;
бенз(а)пирен – Мурманская область, арктические территории Архангельской области, арктические территории Красноярского края;
бензол – арктические территории Красноярского края;
взвешенные вещества – Мурманская область, Чукотский автономный округ, арктические территории Архангельской области, арктические территории Красноярского края;
взвешенные вещества PM_{10} *и* $PM_{2.5}$ – арктические территории Красноярского края;
дигидросульфид – арктические территории Архангельской области; арктические территории Красноярского края;
медь оксид – г. Норильск Красноярского края;

серы диоксид – Мурманская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, арктические территории Красноярского края;
сероуглерод – Ямало-Ненецкий автономный округ;
углерода оксид – Мурманская область, арктические территории Архангельской области, г. Воркута (Республика Коми);
формальдегид – Мурманская область, арктические территории Архангельской области;
фтористые газообразные соединения – Мурманская область.

никель – г. Норильск Красноярского края;
свинец и его неорганические соединения – г. Норильск Красноярского края;
серы диоксид – Мурманская область, арктические территории Красноярского края;
углерода оксид – Мурманская область, арктические территории Красноярского края;
формальдегид – Мурманская область, арктические территории Архангельской области.

Почти для всех территорий, где осуществляется контроль, качество атмосферного воздуха характеризуется как удовлетворительное, за исключением городов Архангельской области (Архангельск, Новодвинск, Северодвинск), Красноярского края (Норильск), Мурманской области (Апатиты, Мончегорск, Мурманск). Удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов на территории АЗРФ в 2020 г. составил 0,5 %. В арктических районах Красноярского края 2,17 % проб атмосферного воздуха не соответствовало гигиеническим нормативам. Отдельного внимания заслуживает ситуация с качеством атмосферного воздуха на территории Чукотского автономного округа, где доля неудовлетворительных проб атмосферного воздуха составила в 2020 г. 29,17 % – главным образом за счет превышений гигиенических нормативов по взвешенным веществам (рис. 3).

Тем не менее результаты мониторинга атмосферного воздуха на территории Чукотского автономного округа нельзя в полной мере принимать во внимание в силу ограниченного объема исследований и небольшого периода наблюдения.

К числу населенных пунктов Арктической зоны России со стабильно неблагополучной ситуацией по качеству атмосферного воздуха относится Красноярский край. Несмотря на это, показатели качества атмосферного воздуха целом характеризуются тенденцией к улучшению (рис. 4).

В течение исследуемого периода превышения гигиенических нормативов регистрировались только в г. Норильске. В 2007 г. качество атмосферного воздуха г. Норильска не соответствовало санитарно-эпидемиологическим требованиям по содержанию взвешенных веществ, гидроксибензола (фенола), меди оксида, никеля оксида, серы диоксида; в 2020 г. – по содержанию азота диоксида, бенз(а)пирена, бензола, взвешенных веществ, в том числе мелкодисперсных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$, дигидросульфида (сероводорода), меди оксида, никеля, свинца, серы диоксида, углерода оксида (рис. 5).

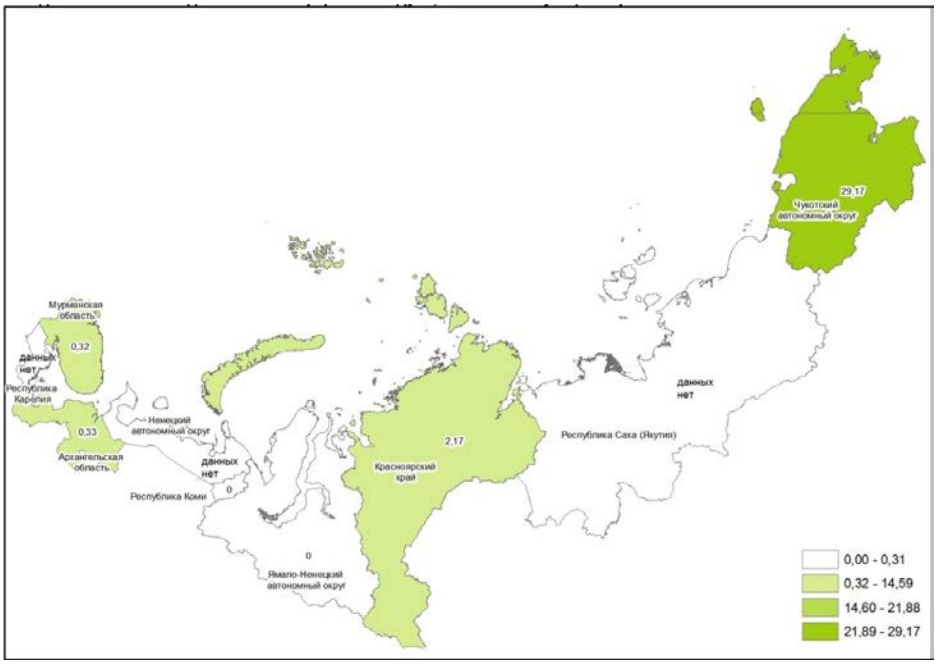


Рис. 3. Распределение удельного веса проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам на территории населенных пунктов АЗРФ в 2020 г.

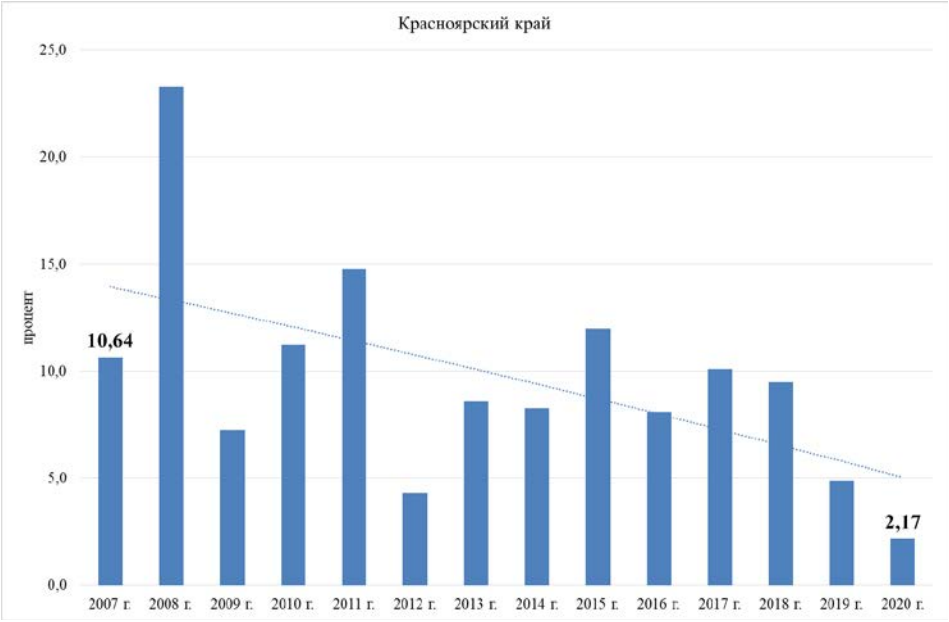


Рис. 4. Удельный вес проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам на территории арктических районов Красноярского края за 2007–2020 гг.

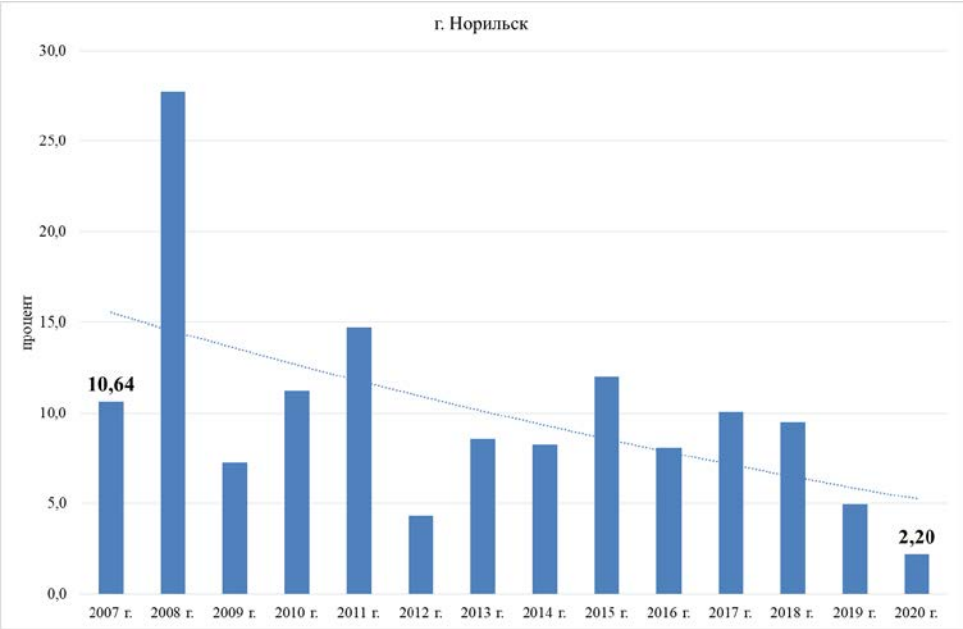


Рис. 5. Удельный вес проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам в г. Норильске Красноярского края за 2007–2020 гг.

Выводы. Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:

1. За изученный период 2007–2020 гг. охват арктических территорий мониторингом качества атмосферного воздуха увеличился в количественном плане за счет организации новых постов контроля и в качественно плане – за счет организации постов контроля в Чукотском автономном округе.

2. Для некоторых субъектов характерно сокращение количества постов мониторинга (Мурманская область, Ямало-Ненецкий автономный округ).

3. В арктических территориях трех субъектов – Республика Карелия, Республика Саха (Якутия), Ненецкий автономный округ – система контроля качества атмосферного воздуха населенных мест по-прежнему отсутствует.

4. Наиболее неблагополучным по качеству атмосферного воздуха населенным пунктом Арктической зоны за 2007–2020 гг. является г. Норильск Красноярского края. Тем не менее доля неудовлетворительных проб атмосферного воздуха в Норильске стабильно снижается на протяжении изученного периода.

5. Недостаточное количество точек контроля качества атмосферного воздуха и ограниченный перечень анализируемых показателей в ряде субъектов не позволяют объективно оценить санитарно-эпидемическую обстановку.

Список литературы

1. Оценка действующей системы гигиенических исследований объектов среды обитания на территории Арктической зоны Российской Федерации / Н.А. Тихонова, Ю.А. Новикова, А.А. Ковшов, В.Н. Федоров // 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. 228–234.

2. Проблемы гигиенической оценки качества атмосферного воздуха населённых мест на примере городов Ленинградской области / В.Н. Фёдоров, Н.А. Тихонова, Ю.А. Новикова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98 (6). – С. 657–664. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-657-664

3. Управление санитарно-эпидемиологической обстановкой с использованием социально-гигиенического мониторинга и методологии оценки риска для здоровья населения / С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, С.В. Ярушин [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 11 (212). – С. 16–19.

4. Фридман К.Б., Лим Т.Е., Шусталов С.Н. К вопросу гигиенической оценки транспортных загрязнений и влияния их на здоровье населения // Экология человека. – 2012. – № 6. – С. 43–47.

Автозаправочные станции как источники загрязнения атмосферного воздуха и рисков для здоровья населения

И.В. Хохлачёв[1, 2]

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

Рассматриваются автозаправочные станции (АЗС) как источники загрязнения окружающей среды, влияние выбросов станций на здоровье человека. Показано, что основными источниками загрязняющих веществ являются топливно-раздаточные колонки, двигатели внутреннего сгорания автотранспорта, проезжающего по территории АЗС, дыхательные клапаны от резервуаров. Факторами риска являются компоненты выбросов АЗС: бензапирен, свинец, углеводороды, угарный газ, оксид азота, диоксид азота и многие другие. Предложены мероприятия для снижения влияния АЗС на безопасность городской среды и здоровье жителей, включающие в себя поддержание технического оборудования в рабочем состоянии, внедрение современных технологических подходов при эксплуатации АЗС, использование современного технического оборудования, а также городские и архитектурно-планировочные мероприятия, включающие в себя озеленение территории вокруг АЗС, установка защитных экранов, постройка нежилых строений между АЗС и жилой застройкой, изменение рельефа.

Ключевые слова: АЗС, здоровье, выбросы, загрязняющие вещества, атмосферный воздух.

Современные автомобилисты суммарно тратят по несколько часов в год на посещение заправок. Топливо – одна из самых частых тем обсуждения среди водителей: от его качества зависит исправность двигателя, а его стоимость обсуждают

даже чаще, чем погоду. В среднем, согласно исследованию аналитического агентства «Автостат», автомобилисты заправляются примерно один-два раза в месяц до полного бака.

Парк автомобилей с двигателем внутреннего сгорания, несмотря на ужесточение экологических норм, продолжает увеличиваться. Крупные заправочные сети стараются привлекать клиентов не только качественным топливом, но еще и сервисом. Сегодня автозаправки – это продвинутые и многофункциональные комплексы с большим штатом сотрудников, магазинами, кафе, мойками и прочими элементами инфраструктуры.

Несмотря на кажущуюся простоту, автозаправочная станция является сложным инженерным сооружением, эксплуатация которого связана как с рядом опасностей, реализация которых может привести к авариям с тяжелыми последствиями, так и постоянно существующими воздействиями на компоненты окружающей среды в месте размещения АЗС [7, 8].

Автозаправочные станции, являющиеся важнейшим звеном системы нефтепродуктообеспечения, представляют собой сложные инженерные сооружения, оборудованные комплексом автоматизированных систем обеспечения технологического процесса приема, хранения топлива и заправки автотранспортной техники.

На современных автозаправочных станциях зачастую сервис не ограничивается продажей топлива. Часто на таких станциях имеется небольшой магазин, реже – закусочная, а также банкомат, мойка и т.п.

По расположению различают дорожные и городские АЗС. К городским АЗС предъявляют более строгие требования по безопасности, в частности допускаемые расстояния до жилых домов, школ, больниц, общественных зданий строго регламентированы.

За последние семь лет количество автозаправочных станций, автомобилей и людей возросло: так, на одну АЗС в среднем по всей России приходится 1,5 тыс. машин и 5,7 тыс. человек. В одной только Москве, по данным Росстата, с 2013 г. число автозаправочных станций выросло с 773 до 1197 (на конец 2021 г.), а в Пермском крае с 422 до 452.

Минимальные расстояния от АЗС до автомобильных дорог и улиц населенных пунктов определяются в зависимости от их категории [10], а именно:

- до магистральных дорог и магистральных улиц общегородского значения как для автомобильных дорог общей сети I, II и III категорий;
- до поселковых дорог, магистральных улиц районного значения, главных улиц и основных улиц в жилой застройке сельских поселений как для автомобильных дорог общей сети IV и V категорий;
- до остальных дорог и улиц – не нормируются.

АЗС является источником постоянного выделения вредных веществ в окружающую среду в результате их эксплуатации. Источниками выделения загрязняющих веществ являются: организованные – дыхательные клапаны от резервуаров, размещенные на высоте 2,5–5 м от уровня земли и на расстоянии 5 м от проездов и площадки для слива; неорганизованные – от пистолета ТРК во время заправки автомобиля; при проливах за счет стекания нефтепродуктов со стенок заправочных и сливных шлангов; во время слива топлива в резервуары от автоцистерны; от автотранспорта, проезжающего по территории АЗС [6, 11].

Исследования показывают, что ежегодно в результате работы АЗС, рассчитанной на 170–260 заправок в сутки, в атмосферу выделяется около 1,5 т поллютантов, включающих выбросы АИ-95 – 0,25 т/год, АИ-92 – 0,45 т/год, АИ-80 – 0,79 т/год и ДТ – 0,04 т/год. При этом максимальный выброс бензина разных марок от резервуаров – по 1,13 г/с, от баков автотранспорта – по 0,32 г/с, ДТ – 0,0036 г/с и 0,0031 г/с соответственно. Следовательно, на одну заправку приходится 16 г выбросов нефтепродуктов в окружающую среду [4].

При испарении бензина в атмосферу поступает смесь углеводородов предельных C_1–C_5 и C_6–C_{10}, бензол, ксилол, толуол, этилбензол и амилены, а при испарении ДТ – углеводороды предельные C_{12}–C_{19} и сероводород. При движении АТС по территории АЗС наблюдается выделение оксида азота, диоксида азота, диоксида серы и оксида углерода. В случае если автомобиль с карбюраторным или инжекторным двигателем, то выделяется еще и бензин, если с дизельным двигателем, то сажа и керосин. Среди загрязняющих веществ преобладают предельные углеводороды, годовые выбросы которых для АИ-95 составляют 0,23 т/год, для АИ-92 – 0,41 т/год, для АИ-80 – 0,74 т/год и для ДТ – 0,04 т/год. Масса выбросов оставшихся веществ значительно ниже: амилены от всех видов топлива – 0,03 т/год, бензол – 0,027 т/год, толуол – 0,023 т/год, ксилол – 0,003 т/год, этилбензол – 0,0007 т/год [4, 9].

Заправочные станции относятся к опасным для окружающей среды объектам вследствие внесения существенного вклада в загрязнение воздушной среды, почвы, поверхностных и грунтовых вод.

В среднем масса выброса загрязняющих веществ АЗС в атмосфере городов находится на уровне 5–8 %. Порядка 60 % этих выбросов составляют испарения нефтепродуктов из резервуаров (40 % приходится на «большие дыхания»), 20 % – испарения из бензобаков заправляемых АТС, а оставшиеся 20 % – отработавшие газы двигателей АТС [4].

Пары испаряющегося топлива содержат ароматические, парафиновые и нафтеновые углеводороды, в число которых входит и высокотоксичные компоненты, представляющие существенную опасность для здоровья человека. Выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания включают в себя свыше 200 различных химических соединений, среди которых имеются и канцерогены. Основная часть этих веществ попадает в организм человека непосредственно через дыхательные пути, остальная – через пищевые продукты путем рассеивания в атмосферном воздухе и смывания дождевыми и талыми водами в почву, а также через питьевую воду путем фильтрации загрязнителей из почвы в грунтовые воды.

Выбросы, образующиеся на АЗС, являются одним из существенных источников загрязнения окружающей среды и ведут к нарушениям в состоянии здоровья человека. Многочисленные научные исследования [3–5, 11] доказывают следующие негативные эффекты, которые могут формировать компоненты выбросов АЗС:

- бензапирен является канцерогенным веществом и вызывает онкологические заболевания крови и легких;
- свинец относится к высокотоксичным элементам и накапливается в организме человека, оказывает влияние на нервную и сердечно-сосудистую системы;
- углеводороды оказывают наркотическое действие, вызывают трахеобронхит, патологии и паралич центральной нервной системы, также некоторые из них обладают канцерогенными свойствами;

- сернистый ангидрид влияет на слизистую оболочку верхних дыхательных путей и вызывает бронхиальную закупорку;
- оксид азота приводит к снижению кровяного давления, рефлекторным расстройствам, отеку легких и токсическому воздействию на эмбриональном уровне;
- угарный газ препятствует насыщению крови кислородом и провоцирует нарушение работы нервной системы;
- формальдегид раздражает нервную систему, оказывает влияние на внутренние органы и дезактивирует ферменты, нарушает обменные процессы в клетке;
- диоксид азота поражает легкие и органы зрения.

Население, проживающее вблизи АЗС, и сотрудники АЗС наиболее подвержены заболеваниям органов дыхания, крови, нервной и сердечно-сосудистой системы [3–5, 11].

При размещении автозаправочных станций должно быть обеспечено выполнение требований по охране окружающей природной среды, учету ближайших и отдаленных экологических, экономических, демографических последствий деятельности автозаправочных станций при приоритете охраны здоровья человека и благосостояния населения.

При размещении, проектировании АЗС должны предусматриваться меры по снижению выбросов и сбросов загрязняющих веществ путем использования передового оборудования, систем по улавливанию, обезвреживанию и утилизации вредных выбросов, сбросов, отходов, в том числе паров нефтепродуктов. Принимаемые меры должны обеспечивать соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, в сбрасываемых сточных водах, в том числе и поверхностных [9].

Основными отрицательными экологическими аспектами эксплуатации АЗС являются: загрязнение воздуха, привносимое за счет испарения топлива; загрязнение воды, привносимое за счет пролива топлива, и его смыв за счет атмосферных осадков, а также стоков, образующихся после мойки оборудования и территории АЗС [2].

Одними из основных факторов, способствующих снижению распространения загрязняющих веществ от АЗС, являются городские и архитектурно-планировочные мероприятия. Градостроительные включают создание дополнительных барьеров между АЗС и близлежащей застройкой в виде зеленых насаждений (кустарники, деревья). Плотная посадка деревьев и кустарников является эффективным барьером против распространения вредных веществ с АЗС. Архитектурно-планировочные мероприятия учитывают расположение АЗС и ее планировку с учетом обтекания ее воздушными потоками [1].

Мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ на АЗС [1, 3]:

- поддержание в полной технической исправности резервуаров, технологического оборудования и трубопроводов, обеспечение их герметичности;
- поддержание технической исправности дыхательных клапанов, своевременное проведение их технического обслуживания и соответствующих регулировок;
- обеспечение герметичности сливных и замерных устройств, люков смотровых и сливных колодцев, в том числе и при проведении операций слива нефтепродуктов в процессе их хранения;
- осуществление слива нефтепродуктов из автоцистерн только с применением герметичных быстроразъемных муфт (на автоцистерне и резервуаре АЗС);

- недопущение переливов и разливов нефтепродуктов при заполнении резервуаров и заправке автотранспорта;
- оборудование резервуаров с бензином газовой обвязкой;
- оборудование резервуаров АЗС и топливораздаточных колонок системами (установками) улавливания (отвода), рекуперации паров бензина;
- поддержание в исправности счетно-дозирующих устройств, устройств для предотвращения перелива, систем обеспечения герметичности процесса слива, систем автоматизированного измерения количества сливаемых нефтепродуктов в единицах массы (объема), а также устройства трубопровода после окончания операции слива;
- озеленение деревьями и кустарниками;
- установка защитных экранов;
- постройка нежилых зданий и сооружений;
- изменение рельефа местности.

Оценка автозаправочных станций как источника загрязнения атмосферного воздуха и рисков для здоровья населения выполнена на базе отдела системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Список литературы

1. Бакаева Н.В., Пилипенко О.В., Гармонов К.В. Практические рекомендации по повышению экологической безопасности автозаправочных станций в черте городской застройки // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2018. – № 4 (24). – С. 84–94.

2. Булдаков С.И. Загрязнение окружающей среды в районе автозаправочных станций // Лесной вестник. – 2005. – № 6. – С. 122–125.

3. Верченко Д.Ю. Оценка влияния выбросов загрязняющих веществ на состояние здоровья населения // Актуальные вопросы экономики и социологии: сборник статей по материалам XVI Международной осенней конференции молодых ученых в новосибирском Академгородке. – 2020. – С. 19–21.

4. Вильданова Л.Р., Щербаков М.В., Минеев И.М. Влияние АЗС на здоровье человека // Экология и безопасность жизнедеятельности: сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 115–118.

5. Влияние техногенного загрязнения на показатели состояния свободнорадикального окисления и микронутриентного статуса у работников автозаправочных станций, проживающих на территории ХМАО – Югры / В.И. Корчин, Ю.С. Макаева, Т.Я. Корчина, Е.А. Шагина // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2017. – № 3 (288). – С. 39–42. DOI: 10.35627/2219-5238/2017-288-3-39-42

6. Гармонов К.В. Воздействие автозаправочных станций на экологическую обстановку городской среды // Инженерные системы и сооружения. – 2014. – № 4. – С. 123–126.

7. Иншаков С.А., Иншаков Н.А. Оценка экологической безопасности деятельности АЗС // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19, № 5. – С. 1420–1421.

8. Радченко Ю.С. Оценка последствий аварий на автозаправочных станциях // Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия 4. Химия и технология органических веществ. – 2008. – Т. 1, № 4. – С. 125–129.

9. Сергиенко О.И., Елистратова А.П. Наилучшие доступные технологии и оценка воздействия на окружающую среду автозаправочных станций на стадии проектирования // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2014. – № 2. – С. 20.

10. СП 156.13130.2014. Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности: Свод правил / утв. и введ. в действие приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) от 05 мая 2014 г. № 221 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200110842 (дата обращения: 22.03.2023).

11. Третьяков А.Е., Кардашевская Е.Г. Влияние городских АЗС на окружающую среду // Перспективы науки. – 2021. – № 6. – С. 84–86.

Обзор современных методических подходов к определению степени неопределенности при обосновании гигиенических нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе на этапе оценки зависимости «экспозиция – ответ»

К.В. Четверкина[1, 2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России,
г. Пермь, Россия

Представлен аналитический обзор существующих на сегодняшний день зарубежных методических подходов к определению степени неопределенности (уровня достоверности) при обосновании гигиенических нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе на этапе оценки зависимости «экспозиция – ответ».

Ключевые слова: методические подходы, оценка зависимости, этап «экспозиция – ответ», степень неопределенности, уровень достоверности, обзор.

В рамках проведения работ по оценке опасности химических веществ, содержащихся в объектах окружающей среды, используется оценка степени токсичности, представленная в виде таких параметров, как референтные показатели. Эти значения токсичности применяются специалистами для проведения точечной оценки риска здоровью человека. Методические подходы, которые применяются

при установлении данных параметров, как правило, учитывают научные данные, которые нередко недостаточны по своему наполнению и / или качеству. В связи с этим обязательным элементом при установлении параметров для оценки риска здоровью является применение модифицирующих факторов, которые позволяют скорректировать «несовершенства» исследования. Однако применение разработанных параметров без определения их степени неопределенности не позволяет говорить об уровне достоверности полученных результатов при проведении оценки риска здоровью. В современной отечественной гигиенической науке разработки в области определения степени неопределенности при установлении гигиенических нормативов отсутствуют. В это связи было решено изучить имеющийся международный опыт.

В соответствии с этим **целью работы** являлся аналитический обзор существующих методических подходов к определению степени неопределенности (или уровня достоверности) при обосновании гигиенических нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе на этапе оценки зависимости «экспозиция-ответ».

Материалы и методы. Для реализации поставленной цели применялись теоретические методы исследования, которые включали в себя сбор и анализ данных научной литературы и нормативно-методических документов, теоретическую интерпретацию полученного материала и систематизацию полученных знаний.

Результаты. Установлено, что наиболее подробно изучением данного вопроса занимались специалисты из Integrated Risk Information System (IRIS) США и департамента здоровья Правительства Западной Австралии. В обеих организациях используется понятие «степень достоверности». Важно отметить, что термины «степень достоверности» и «степень неопределенности» являются сопоставимыми. При этом высокий уровень достоверности будет соответствовать низкой степени неопределенности и наоборот.

Для определения уровня достоверности специалистами IRIS проводится экспертная качественная и количественная оценка показателей ключевого для установления референтного уровня исследования, таких как полнота базы данных, качество исследования и др., для химических веществ, обладающих пороговым механизмом действия, так как уровень достоверности для веществ, обладающих беспороговым действием, не определяется. Завершающим этапом является определение уровня общей достоверности (overall confidence), который может быть высоким, средним и низким [3].

Высокий уровень достоверности гигиенического стандарта указывает на то, что отправные точки, характеризующие неканцерогенную токсичность в виде нарушений показателей здоровья, установленные в ключевом исследовании, получены по результатам эксперимента, проведенного на различных видах млекопитающих, в условиях длительного воздействия химического вещества.

Минимальные требования для установления высокого уровня достоверности референтных показателей включают в себя данные с результатами изучения репродуктивной токсичности (на двух поколениях), нарушений процессов внутриутробного развития (на двух разных видах млекопитающих) в условиях хронической ингаляционной экспозиции.

Низкий уровень достоверности, как правило, определяется для показателя, установленного с учетом ряда модифицирующих факторов, характеризующих эст-

раполяционные проекции. При низком уровне достоверности высока вероятность пересмотра референтного уровня при условии появления новых научных данных.

IRIS также определяет минимальные требования, необходимые для установления низкого уровня достоверности. Это должно быть токсикологическое исследование, в котором определены уровни NOAEL или LOAEL для выявленных эффектов в условиях субхронической ингаляционной экспозиции [2].

Подробно описанные и качественно проведенные исследования по изучению токсичности в условиях субхронической экспозиции считаются надежными предикторами токсичности в условиях хронического воздействия. Степень достоверности будет выше, если референтный показатель получен на данных как эпидемиологических, так и токсикологических исследований [1, 5].

Специалисты из департамента здоровья Правительства Западной Австралии также выделяют три уровня достоверности (высокий, обоснованный, низкий), которые характеризуются рядом показателей, учитывающих основные этапы исследования (таблица) [4].

Характеристика уровней достоверности по данным департамента здоровья Правительства Западной Австралии

Уровень достоверности	Характеристика уровня
Высокий	Наличие большого числа исследований по изучаемой проблеме; –качественно проведенное исследование и достаточность полученной информации высокого качества; – использование мониторинговых данных, полученных в течение длительного времени; – соответствие результатов математического моделирования реальным условиям (событиям); – наличие убедительных доказательств, свидетельствующих о формировании неблагоприятных последствий здоровью при воздействии изучаемого показателя
Обоснованный (reasonable)	Исследуемая информация носит ограниченный характер; – результаты проведенных исследований носят общий характер; – использование мониторинговых данных, полученных в течение непродолжительного (короткого) времени; – результатов математического моделирования не полностью соответствует реальным условиям (событиям); – наличие некоторых исследований, подтверждающих возможность формирования неблагоприятных последствий здоровью при воздействии изучаемого показателя
Низкий	Отсутствие данных обследования; – отсутствие возможности проведения математического моделирования и/или невозможность верификации полученной модели; – имеющаяся в доступе информация не является достаточной; – недостаточность информации о возможности формирования неблагоприятных последствий здоровью при воздействии изучаемого показателя

Исследователи считают, что на практике не представляется возможным установить высокий уровень достоверности полученных результатов, поэтому используется адаптивный подход, который направлен на описание проведения необходимых действий, способствующих снижению уровня неопределенности и, как следствие, повышению уровня достоверности.

Выводы. Таким образом, установлено, что оценка степени неопределенности (достоверности) этапа зависимости «экспозиция – ответ» при установлении гигиенических нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе является актуальным для изучения и развития направлением.

Разработка отечественных методических подходов к определению степени неопределенности при обосновании гигиенических нормативов и стандартов позволит получить более четкое понимание о токсичности вещества и выявить наиболее слабые места при обосновании гигиенических нормативов и стандартов и усовершенствовать процедуру обоснования гигиенических критериев.

Список литературы

1. Approaches for describing and communicating overall uncertainty in toxicity characterizations: US Environmental Protection Agency's Integrated Risk Information System (IRIS) as a case study / N.B. Beck [et al.] // Environment international. – 2016. – № 89. – P. 110–128.

2. Environ Corporation. Background document on the development and use of reference doses. Part I: data needs and apportionment. Part II: considerations related to the development of protocols for toxicity studies [draft]. EPA/530/SW-86/048. – Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste; EPA report no., 1985.

3. EPA. Methods for Derivation of Inhalation Reference Concentration and Application of Inhalation Dosimetry. EPA/600/8-90066F. – Washington, DC: Office of Health and Environment Assessment, US Environmental Protection Agency, 1994.

4. Health Risk Assessment (Scoping) Guidelines. A Health Risk Assessment Process for Risk Assessors for Use Within the Scoping Stages of Environmental and Health Impact Assessments / J. Spickett [et al.] // Environmental Health Directorate / Health Impact Assessment. Perth, Australia. – 2010. – P. 23.

5. US EPA Highlights of the Exposure Factors Handbook. United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. EPA-600-R-10/030. – Washington, DC, 2011.

Раздел III

Риск-ориентированный надзор: общие подходы и методическая поддержка

К задачам интеграции риск-ориентированной модели надзора и социально-гигиенического мониторинга

Н.В. Зайцева, И.В. Май

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

Вектор развития государственного управления в Российской Федерации направлен в сторону снижения плановых контрольно-надзорных мероприятий и повышения значимости мониторинга безопасности. Соответствие деятельности Роспотребнадзора общим тенденциям обеспечивается в рамках развития систем социально-гигиенического мониторинга (СГМ) и риск-ориентированного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора)

Предложена концептуальная схема интеграции систем СГМ и контрольно-надзорной деятельности службы. Принципиально новым элементом схемы является блок сопряженного анализа результатов СГМ и надзорных мероприятий. На основе выявления логики связи нарушений обязательных требований и качества среды обитания, с одной стороны, выполняется оптимизация мониторинговых наблюдений, с другой – обоснованное планирование надзорных мероприятий. Развитие СГМ как инструмента оценки санитарно-эпидемиологической ситуации и планирования контрольно-надзорной деятельности предполагает разработку и утверждение подходов к формированию программ мониторинга с учетом «профилей риска» объектов надзора; совершенствование методологии оценки риска здоровью; научно-методическую поддержку «мониторинга безопасности» и индикаторов риска нарушения обязательных требований, утверждение унифицированного единообразного порядка применения данных СГМ в задачах планирования контрольно-надзорной деятельности.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, контрольно-надзорная деятельность.

Современный этап развития российского общества ставит перед системой социально-гигиенического мониторинга (СГМ) задачи на принципиально новом уровне. Требуются не просто наблюдения за качеством среды обитания человека и установление причинно-следственных связей в системе «среда – здоровье». Бизнес и гражданское общество нуждаются в доказательном подтверждении и параметризации детерминант нарушения здоровья в условиях воздействия комплекса факторов, включая инфекционные. Актуальна критериальная оценка санитарно-эпидемиологической ситуации с установлением источников, причин и условий формирования негативных состояний. Крайне востребованы надежные кратко-, средне- и долгосрочные прогнозы развития ситуации [2, 5, 6].

Появляются и совсем новые и сложные задачи. Среди них организация мониторинга безопасности в целом, который Федеральный закон 248–ФЗ[1] опре-

[1] О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации: Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // ГАРАНТ: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://base.garant.ru/74449814/ (дата обращения: 27.03.2023).

деляет как систему сбора и анализа данных об объектах контроля, в том числе данных, содержащихся в государственных и муниципальных информационных системах [3]. В силу того, что указанный законодательный акт посвящен вопросам государственного федерального контроля (надзора), связь социально-гигиенического мониторинга с контрольно-надзорной деятельностью (КНД) службы становится очевидной и требующей методической и организационной поддержки [1, 4].

Для решения задачи сопряжения систем социально-гигиенического мониторинга и контрольно-надзорной деятельности требуется развитие:

– системы сбора исходных данных, которые должны отвечать требованиям корректности, достаточности и репрезентативности;

– комплекса методов обработки данных с расширением арсенала адекватных и наукоемких инструментов оценки и анализа информации;

– нормативно-правовой базы в части закрепленного применения результатов социально-гигиенического мониторинга в контрольно-надзорной деятельности как зарегулированной государственной процедуре.

Цель исследования состояла в обосновании путей развития социально-гигиенического мониторинга в направлении сопряжения с контрольно-надзорной деятельностью службы.

Материалы и методы. Рассматривали законодательные и нормативно-методические документы, обеспечивающие функционирование СГМ и контрольно-надзорной деятельности службы и опыт регионов в решении отдельных локальных задач в указанной области [4].

Результаты. Предложена концептуальная схема интеграции систем социально-гигиенического мониторинга и контрольно-надзорной деятельности службы (рисунок).

Принципиально новым элементом схемы является блок сопряженного анализа результатов СГМ и надзорных мероприятий. Такой анализ направлен на:

– выявление логики связи нарушений обязательных требований и качества среды обитания;

– выделение критических точек (зон, источников и причин) ухудшения ситуации;

– формирование профилей риска объектов-источников неблагополучия.

При этом аналитический блок предполагает использование не только собственных данных СГМ, но и всего потенциала внешних, в том числе открытых, источников информации для решения задач КНД Роспотребнадзора.

Анализ открытых ресурсов показал, что на сегодня систематически поддерживаются федеральными органами исполнительной власти порядка 300 открытых баз данных. Нередко информация является качественной и верифицированной государственными органами, и ее целесообразно максимально и системно использовать для оптимизации контрольно-надзорной деятельности.

Например, при категорировании пищевой продукции используются показатели объемов потребления основных видов продукции – эти данные открыто ежегодно публикует Росстат. Кроме того, есть более полные данные, собираемые по домохозяйствам и публикуемые в специальных сборниках.

Доступны данные по структурной статистике предприятий (средние, малые, микропредприятия и т.п.). Мониторинг этих данных обеспечивает возможность

верификации полноты учета объектов контроля и корректного планирования проверок. Открытые данные Росстата по численности и составу населения, миграции, состоянию здоровья и пр. могут быть использованы при учете численности населения под воздействием вредных факторов, при расчете категории риска объекта контроля, оценке связи «среда – здоровье» и т.п.

Рис. Принципиальная схема интеграции данных СГМ и контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора

Обращение к данным возможно через удаленный доступ или через их репликацию в единое хранилище единой информационно-аналитической системы Роспотребнадзора.

Вместе с тем повышение точности оценок и прогнозов в системе сопряженного анализа данных СГМ и КНД обеспечивается не только качеством исходных данных, но и применением наукоемких, адекватных сложности задачи методов оценки. Переход на новые методы – это общемировая тенденция, общемировой фронтир.

Например, важнейшая задача установления характера параметров связи нарушений санитарных требований с характеристиками деятельности хозяйствующих субъектов или состоянием зданий, сооружений, построения профиля риска поднадзорного объекта решается с применением гибридного подхода, который объединяет разные виды математических методов и поведенческого анализа. Задача сложная, однако ее решение позволяет определить и проранжировать предполагаемые нарушения санитарного законодательства по результатам проведения контрольно-надзорных мероприятий в соответствии с типологией объекта, категорией риска, видом экономической деятельности, территорией размещения, объемом производства или оказания услуг и т.д. В условиях минимизации плановых проверок именно мониторинг должен обеспечить адресность профилактических мероприятий службы.

Для ряда прикладных задач СГМ уже освоены и описаны в методических рекомендациях нейронные сети, метод нечетких множеств, эволюция риска.

Как показала практика, если есть интерес к задаче и разработан программный инструментарий, реализующий даже самый сложный метод, метод практикой востребован и используется.

Идея сопряжения СГМ и КНД предполагает применение новых инструментов мониторинга и более совершенного программно-аналитического сопровождения.

В соответствии с Федеральным законом 248-ФЗ и во исполнение «Общенационального плана действий, обеспечивающих восстановление занятости и доходов населения, рост экономики и долгосрочные структурные изменения в экономике» Роспотребнадзором в 2021 г. была разработана «Концепция внедрения форм дистанционного контроля / мониторинга соблюдения требований санитарного законодательства» (дистанционный / бесконтактный надзор), которая предусматривает создание интеллектуальной информационной системы. Система направлена на кумуляцию сведений, необходимых для мониторинга и контроля соблюдения санитарно-эпидемиологических требований и нормативов конкретным хозяйствующим субъектом, и наукоемкую обработку получаемых данных. Фактически в Концепции прописаны задачи и обозначены инструменты, которые могли бы обеспечить сопряжение СГМ и КНД

Вместе с тем элементы предлагаемых подходов уже апробированы. На примере одного из регионов оценили риск, который в сумме могут формировать поднадзорные службе объекты в каждом из муниципалитетов. Сопоставление уровней риска с программами наблюдений в рамках СГМ показало, что целесообразно в одних муниципалитетах (с низкими рисками) сократить избыточные исследования, в других – расширить наблюдения там, где потенциальные риски для населения выше.

Адекватные инструментальные исследования, в свою очередь, позволяют выходить и на контрольно-надзорные мероприятия. К примеру, мониторинг атмосферного воздуха в сопряжении с расчетными данными обеспечивает разработку рекомендаций для системы квотирования выбросов и управления качества воздуха в городах. Последнее положение крайне важно, поскольку экологический регулятор ориентирован на тотальное снижение выбросов на всех нормируемых объектах на 20 %, независимо от того, достигаются ли при этом критерии допустимого (приемлемого) риска для здоровья.

Наличие инструмента для формирования аргументированной позиции Роспотребнадзора по предлагаемым мероприятиям является целесообразным и актуальным. Специалисты Роспотребнадзора входят в Межведомственный совет по проведению эксперимента по квотированию выбросов и участвуют в согласовании квот выбросов и мероприятий по их достижению. Кроме того, обоснование приоритетных веществ и объектов, формирующих неприемлемые ингаляционные риски, ориентирует Роспотребнадзор при проведении проверок в части контроля требований к охране атмосферного воздуха на каждом конкретном объекте.

В целом эффективное развитие СГМ в сопряжении с КНД предполагает:

– разработку и утверждение подходов к формированию программ мониторинга с учетом «профилей риска» объектов санитарно-эпидемиологического надзора;

– совершенствование методологии оценки риска в задачах СГМ на базе отечественных подходов, обеспечивающих получение корректных количественных оценок неканцерогенных рисков;

– нормативное закрепление критериев оценки санитарно-эпидемиологической ситуации, понятий «угроза» и «вред» здоровью, в том числе с соотнесением с ПДК;

– научно-методическую поддержку «мониторинга безопасности» и индикаторов риска нарушения обязательных требований как элемента СГМ;

– выработку научно-методических и организационных подходов к установлению, доказыванию и регистрации случаев причинения вреда здоровью человека при нарушении качества среды обитания и обязательных требований объектами санитарно-эпидемиологического надзора;

– утверждение унифицированного единообразного порядка применения данных СГМ в задачах планирования КНД.

Поставленные задачи требуют серьезной научной и правовой поддержки. Со стороны регионов необходима заинтересованность, уточнение постановок задач, готовность реагировать на новые идеи и подходы.

Список литературы

1. Зорина И.Г., Макарова В.В. Социально-гигиенический мониторинг как основа управления в контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 1. – С. 13–19.

2. Кучма В.Р., Гузик Е.О., Седова А.С. Социально-гигиенический мониторинг в сфере гигиены и охраны здоровья детей и подростков: состояние, проблемы, новая концепция развития // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 6. – С. 709–718.

3. Развитие методологии анализа риска здоровью в задачах государственного управления санитарно-эпидемиологическим благополучием населения / Н.В. Зайцева, Г.Г. Онищенко, И.В. Май, П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 3. – С. 4–20.

4. Социально-гигиенический мониторинг и информационно-аналитические системы обеспечения оценки и управления риском для здоровья населения и риск-ориентированной модели надзорной деятельности / С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, О.В. Диконская [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1130–1136. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-12-1130-1136

5. Социально-гигиенический мониторинг и его роль в реализации целей устойчивого развития / Е.С. Щербинская, С.И. Сычик, А.С. Косова, В.И. Ключенович // Медицина труда и экология человека. – 2020. – № 4 (24). – С. 141–146.

6. Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V. On implementation of population life qulity assessment into social-hygienic monitoring system // Health Risk Analysis. – 2018. – № 3. – С. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.01.eng

Предприятия теплоэнергетики как источники потенциального риска причинения вреда здоровью населения (сравнительный и пространственно-динамический анализ)

А.М. Андришунас

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

В данном исследовании установлено, что доля выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в РФ от общего количества выбросов составляла более 70 %, при этом наибольшая доля стационарных выбросов по сравнению с другими регионами России наблюдалась в Сибирском федеральном округе (ФО) (более 30 %). Наибольший показатель среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект для деятельности при осуществлении деятельности по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» также регистрировался в Сибирском ФО и составил $9{,}9 \cdot 10^{-4}$. Масштаб воздействия для хозяйствующих субъектов в приоритетном по уровню среднего потенциального риска Сибирском ФО деятельности 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 для данных категорий хозяйствующих субъектов – $(1{,}11–0{,}17) \cdot 10^{-3}$ и $(1{,}0–9{,}8) \cdot 10^{-4}$ соответственно. Наибольшее число выявленных нарушений требований к атмосферному воздуху (ст. 20) для предприятий теплоэнергетики в 2020 г. зафиксировано в ДФО, СФО, ЦФО, УФО 42,9–10,6 %. Реализация комплексных воздухоохранных мероприятий на объектах теплоэнергетики, представленных в комплексных планах федерального проекта «Чистый воздух», позволит снизить валовый выброс в атмосферный воздух до 8,5 %.

Ключевые слова: предприятия теплоэнергетики, выбросы, качество атмосферного воздуха, потенциальный риск, воздухоохранные мероприятия, нарушения законодательства

Качество атмосферного воздуха является неотъемлемым компонентом для обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека. Последние десятилетия теплоэнергетика является активно развивающейся отраслью России, в то же время значительную часть (почти 40 %) электроэнергии продолжают получать на тепловых электростанциях (ТЭС) [4, 16]. С каждым годом потребность в электроэнергии растет, и развитие отрасли направлено на поиск новых источников энергии, усовершенствование существующих технологических процессов на предприятиях теплоэнергетики, повышение их надежности и экологическую безопасность [5].

Объекты теплоэнергетики, в том числе и отопительные котельные, вносят значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха. Крупные ТЭС чаще всего располагаются вблизи жилых зон или недалеко от центров перерабатывающей промышленности. Другим значимым источником загрязнения приземного слоя атмосферы являются печи частных домов – автономные источники теплоснабжения (АИТ), преимущественно использующие твёрдые виды топлива [8].

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. В Сибирском федеральном округе доля тепловых электростанций, использующих в качестве основного топлива уголь, мазут и торф, составляет 90,7 %, в Дальневосточном федеральном округе (ДФО) – более 53 % [1, 16].

Промышленные предприятия теплоэнергетики, а также автономные источники теплоснабжения (АИТ) в СФО, вносят значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха [2, 14]. 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 [8].

Повышенные уровни содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, поступающих в результате деятельности объектов теплоэнергетики и АИТ, могут оказывать неблагоприятное влияние на здоровье населения с преимущественной направленностью действия на органы дыхания, систему крови, процессы развития, иммунную систему, сердечно-сосудистую, центральную нервную и репродуктивную системы, а также потенцировать развитие различных новообразований [6, 11–13].

В последнее 5 лет в Российской Федерации активно реализуется ряд национальных и региональных проектов, в том числе федеральные проекты «Чистый воздух», «Чистая страна», «Энергетическая стратегия России», которые в результате реализации комплекса мероприятий значительно улучшат экологическую и санитарно-эпидемиологическую обстановку в крупных промышленных регионах Российской Федерации, а также минимизируют формирование возможных потенциальных рисков здоровью населения, проживающего в зоне влияния объектов теплоэнергетики [3, 8,15–17].

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 2017–2021 гг. [8].

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 январь 2022 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 определялись 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 [7].

Частота выявленных нарушений в отношении предприятий, осуществляющих деятельность в сфере теплоэнергетики, оценивалась по данным ведомственной статистической отчетности Роспотребнадзора – форме федерального статистического наблюдения № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» за 2014–2021 гг.

Оценку снижения валовых выбросов в атмосферный воздух до 2024 г. от объектов теплоэнергетики и АИТ проводили в соответствии с комплексными планами воздухоохранных мероприятий территорий, входящих в федеральный проект «Чистый воздух».

Результаты. По данным Государственных докладов Росприроднадзора установлено, что общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за период с 2017 по 2021 г. по Российской Федерации снизился на 9768,0 тыс. т (30,5 %) и в 2021 г. составил 22 300 тыс. т.

За последние 5 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 2017 по 2021 г. в целом по Российской Федерации снизились на 1,5 % и в 2021 г. составили 17 208 тыс. т. 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 17,8 %. Доля выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в Сибирском ФО составила 32 % от общего суммарного выброса стационарных источников в РФ.

По данным государственных докладов об охране окружающей среды за 2017–2021 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) [9].

По данным Государственных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения РФ в структуре выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух СФО от стационарных источников в 2021 г. по отношению к 2017 г. установлено увеличение доли нестандартных проб оксида углерода на 0,23 % (в 2021 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 %) [8, 10].

По данным Реестра хозяйствующих субъектов (ЮЛ / ИП), подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю / надзору (по состоянию на декабрь 2021 г.) наибольшее количество предприятий теплоэнергетики в разрезе федеральных округов расположено в Центральном (ЦФО) (20,9 % хозяйствующих субъектов), Сибирском (СФО) (18,0 % субъектов), Приволжском (ПФО) (17,8 % субъектов) и Дальневосточном (ДФО) (14,3 % субъектов) федеральных округах.

Показатель среднего потенциального риска причинения вреда здоровью в РФ на один хозяйствующий субъект ($R^{l}_{\text{ср}}$) при осуществлении деятельности по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» со-

ставил $5{,}44 \cdot 10^{-4}$, при этом $R^{l}_{ср}$ в группе «Деятельность промышленных предприятий» составил $4{,}62 \cdot 10^{-4}$.

Сравнительный анализ в разрезе федеральных округов РФ показал, что наибольшее значение показателя среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект ($R^{l}_{ср}$) для деятельности по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха» наблюдался в Сибирском ФО – $9{,}88 \cdot 10^{-4}$, занимая первое место в группе «Деятельность промышленных предприятий».

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 – $(1{,}11–0{,}17) \cdot 10^{-3}$ и $(1{,}0–9{,}8) \cdot 10^{-4}$ соответственно.

Анализ данных ведомственной статистической отчетности – формы № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» – за 2014 г. (до внедрения риск-ориентированного надзора (РОН)) – 2021 г. (после внедрения РОН) показал, что количество контрольно-надзорных мероприятий в отношении хозяйствующих субъектов топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в целом по РФ уменьшилось (в 1,8 раза).

Установлено, что наибольшая доля выявленных нарушений санитарных требований по всем статьям Федерального закона № 52-ФЗ на объектах, реализующих деятельность в сфере теплоэнергетики, в 2021 г. зафиксирована в УФО (22,3 %), ЦФО (17,2 %), ПФО (15,1 %) и ДФО (14,9 %).

За период 2014–2021 гг. в РФ в отношении хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность в сфере теплоэнергетики, регистрируется положительная тенденция к снижению количества выявленных нарушений санитарного законодательства по ст. 19–27 52-ФЗ в 1,5 раза (в 2021 г. – 2157 нарушений (4,4 нарушения на одну проверку). Среди всех нарушений ст. 18–21 санитарных требований 52-ФЗ неудовлетворительное качество атмосферного воздуха (ст. 20 52-ФЗ) регистрируется в каждом третьем случае (33,9 %).

Пространственный анализ показал, что наибольшее число выявленных нарушений требований к атмосферному воздуху (ст. 20) в 2021 г. в отношении хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность в сфере теплоэнергетики, регистрируется в порядке убывания в Дальневосточном ФО, Центральном ФО, Уральском ФО, Сибирском ФО – от 42,9 до 10,6 % от всех нарушений по данной статье.

В динамике с 2014 по 2021 г. количество выявленных нарушений на территории Дальневосточного и Центрального федеральных округов по ст. 20 № 52-ФЗ увеличилось в 6,8 и 2,2 раза соответственно, составив в 2021 г. 42,9 и 20,0 % соответственно. Доля нарушений в Сибирском и Уральском ФО в 2021 г. регистрировалась на уровне 10,6 и 14,7 % соответственно, но, несмотря на положительную динамику снижения выбросов загрязняющих веществ по сравнению с 2014 г. (в 3,6 и 1,4 раза соответственно), уровень загрязнения в данных округах остается достаточно высоким.

Полученные результаты исследования свидетельствуют о необходимости пристального внимания к объектам теплоэнергетического комплекса и разработке комплексных мероприятий по управлению рисками окружающей среде и здоровью

населения как со стороны хозяйствующих субъектов, так и со стороны администраций территорий и контролирующих органов.

Согласно комплексным планам воздухоохранных мероприятий к 2024 г. в городах, входящих в федеральный проект «Чистый воздух» (Сибирского и Дальневосточного ФО), где выявлено наибольшее число нарушений требований к атмосферному воздуху (ст. 20) в отношении хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность в сфере теплоэнергетики, предусматриваются мероприятия в том числе:

– повышение эффективности газоочистного оборудования на крупных теплоэлектростанциях с последующим сокращением валового выброса до 3,26 % (Братск, Норильск, Чита);

– проведение капитального ремонта и поэтапной модернизации оборудования (замена осадительных и коронирующих электродов на электрофильтрах, строительство дымовой трубы) на теплоэлектростанциях с сокращением валового выброса до 4,97 % (Красноярск, Братск, Норильск);

– замещение малоэффективных угольных котельных с последующим сокращением валового выброса до 8,49 % (Красноярск);

– газификация жилых домов, частных домовладений, зданий различного назначения либо перевод на электрическое отопление и последующее сокращение валового выброса до 5,74 % (Красноярск, Братск);

– снос домов жилого фонда с печным отоплением, что позволит снизить валовый выброс до 0,05 % (Красноярск).

Представленные воздухоохранные мероприятия позволят снизить валовый выброс по 17 веществам: пентаоксид диванадия, диЖелезо триоксид, марганец, хром, диоксид азота, азота (II) оксид, углерод (сажа), диоксид серы, дигидросульфид, взвешенные вещества, оксид углерода, фториды газообразные, фториды плохо растворимые, бенз(а)пирен, керосин, углеводороды предельные C_{12}–C_{19}, пыль неорганическая (70–20 % SiO_2) и др. и улучшить качество атмосферного воздуха в городах федерального проекта «Чистый воздух».

Таким образом, реализация комплекса воздухоохранных мероприятий, представленных в комплексных планах федерального проекта «Чистый воздух», по снижению выбросов химических веществ в атмосферный воздух от объектов теплоэнергетики и АИТ прогнозно окажет благоприятное влияние на качество воздуха в приземном слое атмосферы и снизит риски здоровью населения. При этом риск-ориентированный подход значительно повысит эффективность контрольно-надзорной деятельности и позволит сфокусировать внимание на объектах повышенной потенциальной опасности, к которым относятся объекты ТЭК.

Выводы:

1. Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за период с 2017 по 2021 г. по Российской Федерации в целом снизился более чем на 30 %, в том числе от стационарных – 1,5 %. Выбросы от предприятий теплоэнергетики в суммарном объеме от всех стационарных источников по Российской Федерации составляют более 17 %.

2. Наибольшая доля выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников от общего суммарного выброса стационарных источников в РФ принадлежала Сибирскому ФО и составляла более 30 %. Наибольшее количество хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность по обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха располагается в Центральном

ФО (20,9 % хозяйствующих субъектов), Сибирском ФО (18,0 % субъектов), Приволжском ФО (17,8 % субъектов).

3. Показатель среднего потенциального риска причинения вреда здоровью в РФ на один хозяйствующий субъект ($R^l_{ср}$) при осуществлении деятельности по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» составил $5{,}44 \cdot 10^{-4}$, в разрезе федеральных округов наибольшее значение показателя $R^l_{ср}$ наблюдается в Сибирском ФО – $9{,}9 \cdot 10^{-4}$.

4. Масштаб воздействия (M^l_i) для хозяйствующих субъектов в приоритетном по уровню $R^l_{ср}$ в Сибирском ФО, 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 – $(1{,}11–0{,}17) \cdot 10^{-3}$ и $(1{,}0–9{,}8) \cdot 10^{-4}$ соответственно.

5. Количество контрольно-надзорных мероприятий в отношении хозяйствующих субъектов ТЭК в целом по РФ с 2014 г. уменьшилось (в 1,8 раза), частота нарушений обязательных требований санитарного законодательства объектами ТЭК после внедрения риск-ориентированного надзора увеличилась (в 1,3 раза), что отражает эффективность и результативность риск-ориентированного подхода контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора.

6. Общее количество выявленных нарушений санитарного законодательства в 2021 г. составило 2,15 тыс. нарушений (4,4 нарушения на одну проверку). Наибольшее число выявленных нарушений санитарно-эпидемиологических требований к атмосферному воздуху (ст. 20) в отношении хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность в сфере теплоэнергетики, в 2020 г. регистрировалось в порядке убывания в ДФО, ЦФО, УФО, СФО – от 42,9 до 10,6 % от всех нарушений по данной статье.

7. Реализация комплексных воздухоохранных мероприятий на объектах теплоэнергетики, запланированных и обозначенных в комплексных планах федерального проекта «Чистый воздух», в отношении приоритетных факторов риска позволит снизить валовый выброс только от объектов теплоэнергетики в атмосферный воздух более чем на 8,5 %.

Список литературы

1. Доклад о реализации Энергетической стратегии России на период до 2030 года по итогам 2018 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. – URL: https://minenergo.gov.ru/node/15357/ (дата обращения: 16.03.2023).

2. Ежегодник состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2019 год. – СПб.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – 2020. – 250 с.

3. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. Оптимизация программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха селитебных территорий в системе социально-гигиенического мониторинга на базе пространственного анализа и оценки риска для здоровья населения // Пермский медицинский журнал. – 2010. – Т. 27, № 2. – С. 130–138.

4. 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: 30.03.2023).

5. Карабекова А.А. Развитие тепловой энергетики: анализ, проблемы, перспективы // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2017. – № 3 (105). – С. 123–127.

6. Кесарецких К.С., Горлов П.В. Состав выбросов теплоэнергетики и их влияние на здоровье населения // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики: в 3 т. – Красноярск, 2021. – С. 733–735.

7. 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.

8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. – М, 2021.

9. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году. Государственный доклад – М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2022. – 685 с.

10. 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. – 268 с.

11. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха выбросами предприятия теплоэнергетики на здоровье населения Новокузнецка / Р.А. Голиков, В.В. Кислицына, Д.В. Суржиков [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59 (6). – С. 348–352. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-6-348-352

12. 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.

13. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 4. – С. 87–99.

14. Росгидромет. Ежегодник состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2019 год. – СПб., 2021.

15. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р. – М., 2020. – 93 с.

16. Analytic Research Group (ARG). Рынок электроэнергетики России и основные игроки отрасли. Аналитический отчет. – 2018. – 487 с.

17. Sanitary-epidemiologic determinants and potential for growth in life expectancy of the population in the Russian federation taking into account regional differentiation / A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva, G.G. Onishchenko [et al.] // Health Risk Analysis. – 2020. – № 1. – С. 4–17.

Методика измерений уровней миграции токсичных элементов из упаковки в модельные среды, имитирующие пищевую продукцию

И.В. Дребенкова, А.А. Кузовкова

Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь

На основе атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП) разработана методика измерений массовых концентраций токсичных элементов титана (Ti), алюминия (Al), бария (Ba), железа (Fe), олова (Sn) в модельных средах, имитирующих пищевую продукцию и контактирующих с упаковкой. Исследования проведены с использованием атомно-эмиссионного спектрометра, оснащенного пневматическим распылителем. Для всех исследуемых элементов относительная расширенная неопределенность составляет в модельных пробах на основе: 2%-ной лимонной кислоты – от 14,7 до 30,0 %; 3%-ной молочной кислоты – от 12,6 до 25,5 %; 1%-ной уксусной кислоты – от 18,3 до 23,3 %.

Ключевые слова: токсичные элементы, модельные среды, упаковка, АЭС-ИСП, методика измерений.

Полимерные материалы содержат различные химические процессинговые и защитные добавки, большинство из которых являются потенциальными канцерогенами и эндокринными разрушителями [1]. Критериями оценки безопасности упаковки являются содержание в ней токсичных элементов, а также уровни их миграции в модельные среды, имитирующие пищевые продукты. В Перечне стандартов к Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки», регламентирующему минимально допустимые количества миграции (далее – ДКМ) и действующему в настоящее время на территории стран Евразийского экономического союза, нет прямых методов оценки данных показателей [3].

Исходя из вышеизложенного, очевидна актуальность цели данной работы – разработка методики измерений уровней миграции Ti, Al, Ba, Fe, Sn в модельные среды, имитирующие пищевую продукцию и контактирующие с упаковкой, на основе АЭС-ИСП.

Объекты исследований – модельные пробы на основе органических кислот: 1) 3%-ной молочной кислоты; 2) 1%-ной уксусной кислоты; 3) 2%-ной лимонной кислоты, с добавками Ti в концентрации 0,05–0,5 мг/дм^3, Al – 0,25–1,0 мг/дм^3, Ba – 0,05–0,5 мг/дм^3, Fe – 0,1–1,0 мг/дм^3, Sn – 1,0–5,0 мг/дм^3 (далее – модельные пробы).

Измерения проводился с использованием атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно связанной плазмой Ultima-2 (Horiba Jobin Yvon, Франция), оснащенного пневматическим распылителем. Выбор спектрометра был обусловлен его высоким разрешением и чувствительностью, что позволяет одновременно измерять более 30 элементов. Метод заключался в измерении эмиссии атомов определяемых химических элементов, возникающей при распылении анализируемой пробы в аргоновую плазму, индуктивно возбуждаемую радиочастотным электромагнитным полем.

Для каждого из исследуемых элементов существует от 2 до 5 специфичных длин волн детекции, которые были протестированы для выбора оптимальной дли-

ны волны при анализе модельных проб. Эти длины волн представляют собой линии двух типов – атомные и ионные. Каждая спектральная линия отражает переход электрона с одного энергетического уровня на другой. Разные энергетические переходы имеют разную вероятность, которая определяет количество квантов излучения, а значит, и интенсивность соответствующей спектральной линии. Более вероятные переходы приводят к более интенсивным спектральным линиям. Наиболее вероятными, а следовательно, и более интенсивными, в спектрах обычно являются линии, соответствующие при возбуждении переходам из основного состояния на самый низкий энергетический уровень возбужденного состояния, а также обратным переходам. Такие линии являются оптимальными для использования в качестве аналитических линий в количественном спектральном анализе. Интенсивность линий (количество квантов излучения в виде мощности электромагнитного излучения) выражается цифровым значением, что позволяет проводить их сравнительный анализ и выбирать оптимальную спектральную линию [5].

Выбор длин волн детекции осуществляли по следующим критериям: обеспечение чувствительности на уровне не более 0,5 ДКМ исследуемых элементов в модельных средах; отсутствие наложений спектров одних элементов на другие; тип линии (атомная или ионная). Атомные линии предпочтительны, так как они более независимы от изменений мощности генератора, газовых потоков и т.д., чем ионные линии, но ионные линии более чувствительны.

За предел количественного определения массовых концентраций элементов принимали значение, равное 10 стандартным квадратичным отклонениям, полученное при измерении контрольной (фоновой) пробы.

С учетом всех вышеизложенных требований для обнаружения исследуемых токсичных элементов в модельных средах были установлены следующие оптимальные длины волн детекции элементов: Fe – 259,940 нм, Ti – 334,941 нм, Sn – 189,930 нм, Al – 396,152 нм, Ba – 233,527 нм.

Также были определены другие параметры работы спектрометра: мощность генератора плазмы – 1100 Вт; скорость потока газа плазмы – 12 дм^3/мин; скорость потока газа в оболочке – 0,2 дм^3/мин; скорость распыления – 0,8 дм^3/мин при 2,82 бар; скорость подачи пробы – 1,2 см^3/мин.

Пределы количественного определения массовых концентраций указанных элементов в модельной пробе на основе 2%-ной лимонной кислоты составляют: для Ti – 0,0090 мг/дм^3; Sn – 0,0899 мг/дм^3; Fe – 0,0219 мг/дм^3; Al – 0,1320 мг/дм^3; Ba – 0,0013 мг/дм^3; 3%-ной молочной кислоты: для Ti – 0,0050 мг/дм^3; Sn – 0,1030 мг/дм^3; Fe – 0,0057 мг/дм^3; Al – 0,0179 мг/дм^3; Ba – 0,0008 мг/дм^3; 1%-ной уксусной кислоты: для Ti – 0,0021 мг/дм^3; Sn – 0,1100 мг/дм^3; Fe – 0,0021 мг/дм^3; Al – 0,0309 мг/дм^3; Ba – 0,0013 мг/дм^3.

На основе полученных результатов исследований разработана методика измерений массовых концентраций Ti, Al, Ba, Fe и Sn в модельных средах. Диапазоны измерений массовых концентраций токсичных элементов (Ti, Al, Ba, Fe, Sn) в модельных средах включают установленные в ТР ТС 005/2011 [3], СанПИН [4] и гигиеническом нормативе [2] значения ДКМ из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами: ДКМ для Ti – 0, 1 мг/дм^3; ДКМ для Fe – 0,3 мг/дм^3; ДКМ для Al – 0,5 мг/дм^3; ДКМ для Ba – 0,1 мг/дм^3. Для Sn предельно допустимая концентрация составляет 2,0 мг/дм^3.

Диапазоны массовых концентраций, а также пределы повторяемости, пределы промежуточной прецизионности и относительные расширенные неопределенности для каждого из элементов приведены в таблице.

Метрологические характеристики методики измерений массовых концентраций Ti, Al, Ba, Fe и Sn в модельных средах, имитирующих пищевую продукцию и контактирующих с упаковкой

Определяемый элемент	Диапазон измерений, массовая концентрация, мг/дм^3	Модельная среда	Предел повторяемости r, %	Предел промежуточной прецизионности R_I, %	Относительная расширенная неопределенность $U(X)$ ($P = 95$ %, $k = 2$), %
1	2	3	4	5	6
Ti	От 0,05 до 0,5 вкл.	3%-ная молочная кислота	8,26	15,86	25,5
		1%-ная уксусная кислота	3,93	5,72	18,8
		2%-ная лимонная кислота	5,72	8,54	30,0
Sn	От 1,0 до 5,0 вкл.	3%-ная молочная кислота	8,21	11,92	18,7
		1%-ная уксусная кислота	8,90	27,64	23,3
		2%-ная лимонная кислота	5,49	6,82	18,3
Fe	От 0,1 до 1,0 вкл.	3%-ная молочная кислота	4,85	11,08	25,4
		1%-ная уксусная кислота	7,94	10,81	20,1
		2%-ная лимонная кислота	11,74	14,88	29,5
Al	от 0,25 до 1,0 вкл.	3%-ная молочная кислота	5,29	5,45	12,7
		1%-ная уксусная кислота	5,45	11,96	19,7
		2%-ная лимонная кислота	4,92	13,31	24,4
Ba	От 0,05 до 0,5 вкл.	3%-ная молочная кислота	6,19	7,67	12,6
		1%-ная уксусная кислота	7,15	7,46	18,3
		2%-ная лимонная кислота	4,40	16,51	14,7

Установлено, что для всех исследуемых элементов в модельных пробах на основе 2%-ной лимонной кислоты предел повторяемости составляет от 4,4 до 11,74 %, предел промежуточной прецизионности – от 6,82 до 16,51 %, относительная расширенная неопределенность – от 14,7 до 30,0 %; на основе 3%-ной молочной кислоты предел повторяемости составляет от 4,85 до 8,26 %, предел промежуточной прецизионности – от 5,45 до 15,86 %, относительная расширенная неопределенность – от 12,6 до 25,5 %; на основе 1%-ной уксусной кислоты предел повторяемости составляет от 3,93 до 8,9 %, предел промежуточной прецизионности – от 5,72 до 27,64 %, относительная расширенная неопределенность – от 18,3 до 23,3 %.

Таким образом, разработана методика измерений уровней миграции Ti, Al, Ba, Fe, Sn из упаковки в модельные среды, имитирующие пищевую продукцию и контактирующие с упаковкой. Применение методики позволит повысить качество и эффективность контроля за безопасностью товаров потребления при проведении государственного санитарного надзора.

Разработка методики измерений, позволяющей определять уровни миграции токсичных химических элементов из биоразлагаемой упаковки в модельные среды, имитирующие пищевую продукцию, выполнена в рамках задания 04.06 «Разрабо-

тать и научно обосновать метод гигиенической оценки упаковки и материалов, контактирующих с пищевой продукцией, включая биоразлагаемые» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг».

Список литературы

1. Бракк Д.Г. Обеспечение экологической безопасности в аспекте воздействия утилизации пластиковых отходов на здоровье населения и окружающую среду // Экономическая безопасность. – 2022. – Т. 5, № 2. – С. 673–694. DOI: 10.18334/ecsec.5.2.114416

2. Показатели безопасности и безвредности материалов, контактирующих с пищевой продукцией: гигиенический норматив / утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 25.01.2021 № 37. – Минск, 2021. – 30 с.

3. ТР ТС 005/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности упаковки / утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 16 августа 2011 года № 769; вступ. в силу 01.07.2012. – Минск: Госстандарт, 2017. – 32 с.

4. Требования к миграции веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами: санитарные нормы и правила / утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 30.12.2014 № 119. – Минск, 2014. – 18 с.

5. Физико-химические методы исследования и анализа [Электронный ресурс]. – URL: https://melimde.com/fiziko-himicheskie-metodi-issledovaniya-i-analiza.html?page = 45 (дата обращения: 20.03.2023).

Риск-ориентированный подход к профилактике инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, у персонала инфекционных госпиталей

И.А. Егоров[1], С.С. Смирнова[1,2], А.В. Семенов[1,3]

[1]ФБУН «Федеральный научно-исследовательский институт вирусных инфекций “Виром”» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург,
[2]ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург,
[3]Институт естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени Первого президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

Пандемия COVID-19 стала чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение. Представители медицинского сообщества имели высокие риски инфицирования, тяжелого течения и летального исхода. При исполнении служебных обязанностей инфицировалось до 80 % персонала медицинских организаций, а заболеваемость персонала медицинских организаций COVID-19 в отдельных регионах России превышала таковую у пациентов в 180 раз.

Изучение влияния мер специфической и неспецифической профилактики на риск инфицирования SARS-CoV-2 работников инфекционных госпиталей проведено на основе данных опроса персонала медицинских организаций, проведенного авторами (1905 человек), результатов исследований вирусно-бактериальной контаминации наружной поверхности защитных комбинезонов и верхней пары перчаток персонала инфекционного госпиталя для лечения больных COVID-19 (343 пробы).

При анализе полученных данных применяли общепринятые статистические приемы. Расчет показателей заболеваемости COVID-19 у работников медицинских организаций (МО) проводили на 1000 работающих. Для сравнения вероятности исхода в зависимости от различных факторов риска рассчитывали относительный риск (relative risk – *RR*) и его 95%-ный доверительный интервал (confidence interval – *CI*). Статистическую значимость различий оценивали по точечному критерию Фишера (φ) и по критерию Пирсона (χ^2). Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0{,}05$. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office 2010, пакета программ WinPEPI 11.65, ПС Statistica 10 и онлайн-ресурса: https://medstatistic.ru/.

В ходе исследования установлено влияние дефектов реализации отдельных мер специфической и неспецифической профилактики на увеличение риска инфицирования и заболевания COVID-19 работников МО различного профиля. Дефекты применения СИЗ наряду с увеличением продолжительности рабочих смен и высоким уровнем контаминации объектов больничной среды и СИЗ способствовали не только инфицированию работников МО SARS-CoV-2, но и внутрибольничному распространению условно-патогенных возбудителей, имеющих фенотипы (маркеры) резистентности среди персонала и пациентов.

Пандемия COVID-19 еще раз подчеркнула необходимость проведения целенаправленных мероприятий по сохранению жизни и здоровья работников МО как социально значимой категории граждан при распространении возбудителей, имеющих высокий эпидемический потенциал, с применением комплекса специфических и неспецифических мер, взаимно дополняющих друг друга.

Ключевые слова: пандемия, SARS-CoV-2, работники медицинских организаций, риски инфицирования, риск-ориентированный подход.

Пандемия COVID-19 стала чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение [3]. Медицинское сообщество первым приняло удар пандемии, продемонстрировав высокие риски заражения, тяжелого течения заболевания и летального исхода.

Нормативными документами в Российской Федерации регламентирована эпидемиологическая безопасность персонала медицинских организаций (МО) при оказании медицинской помощи пациентам, инфицированным вирусом SARS-CoV-2. Однако в условиях колоссальной нагрузки на систему здравоохранения отмечались дефекты профилактики COVID-19 у работников МО, повышающие профессиональные риски инфицирования.

В самом начале пандемии были отмечено, что в ходе оказания медицинской помощи больным, инфицированным вирусом SARS-CoV-2, может быть инфицировано до 80 % кадрового состава персонала МО [6]. По мере развития пандемии COVID-19, появления и распространения новых штаммов SARS-CoV-2 доля работников МО в структуре всех заболевших COVID-19 увеличилась с 3,8 до 15 % [9–11]. Число зарегистрированных смертей медицинских работников от COVID-19 только в первый год пандемии превысило 6 тыс. случаев, тогда как по результатам популяционной оценки их число превысило 100 тыс. случаев [12]. Согласно официальным данным в Российской Федерации, в 2021 г. было зарегистрировано более 60 тыс. случаев инфицирования персонала при исполнении должностных обязанно-

стей. В субъектах Уральского и Сибирского федеральных округов в 2021 г. доля работников МО в структуре пострадавших от внутрибольничного инфицирования SARS-CoV-2 составила 84,9 % (в 2020 г. – 68,6 %), а интенсивность эпидемического процесса среди персонала превышала таковую среди пациентов в 180 раз (26,6 ‰ на 1000 работающих) [1].

Высокая заболеваемость среди медицинских работников и общебольничного персонала неблагоприятно сказывается на качестве оказания экстренной и плановой медицинской помощи населению. Изучение влияния мер специфической и неспецифической профилактики заражений SARS-CoV-2 у работников МО является актуальным направлением исследования для реализации риск-ориентированного подхода к профилактике инфицирования биологическими агентами, имеющими высокий эпидемический потенциал, с учетом риска воздействия не только в условиях текущей пандемии COVID-19, но и возможного развития будущих эпидемий и пандемий.

Цель исследования – изучить влияние мер специфической и неспецифической профилактики на риск инфицирования SARS-CoV-2 у работников инфекционных госпиталей в период пандемии COVID-19.

Материалы и методы. Для изучения влияния мер специфической и неспецифической профилактики SARS-CoV-2 у работников инфекционных госпиталей были проанализированы опросные листы, разработанные авторами исследования и заполненные персоналом медицинских организаций одного из субъектов Российской Федерации. Опросные листы содержали разделы, включающие данные о половозрастной характеристике, профессиональной принадлежности, оценке рисков инфицирования COVID-19 и приверженности профилактике, а также обстоятельствах выявления COVID-19. Всего было заполнено 1905 опросных листов. В основную группу были включены 372 опросных листа, заполненных работниками инфекционных госпиталей для лечения больных с COVID-19, в контрольную – 1533 опросных листа, заполненных работниками медицинских организаций, оказывающих плановую медицинскую помощь населению.

Для изучения вирусно-бактериальной контаминации было исследовано 343 пробы смывов с объектов больничной среды и наружной поверхности средств индивидуальной защиты работников инфекционного госпиталя для лечения больных COVID-19 (комбинезоны, наружная пара перчаток). Смывы отбирались в течение 3 суток каждые 4 ч по 20 одинаковым точкам по авторской методике (патент на промышленный образец № 132971 от 05.09.2022) и исследовались на наличие РНК SARS-CoV-2 и условно-патогенных микроорганизмов. Выявление РНК SARS-CoV-2 в образцах проводили методом ПЦР в реальном времени с применением тест-системы «АмплиСенс® Cov-Bat-FL», для выделения нуклеиновых кислот из исследуемых проб использовали набор «РИБО-преп», для проведения обратной транскрипции применяли набор «Реверта-L» (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, г. Москва). Изучение фенотипических свойств условно-патогенных микроорганизмов проводили бактериологическим методом с подтверждением чистоты культуры, постановкой биохимических рядов.

Для секвенирования SARS-CoV-2 осуществляли амплификацию локусов гена, кодирующего S-белок, с помощью олигонуклеотидных праймеров из протокола Университета Женевы (Geneva, December 26th, 2020, Rue Gabrielle-Perret-Gentil 4, 1211 Geneva 14, Switzerland; МР 3.1.0272-22. 3.1. «Профилактика инфекционных болезней. Молекулярно-генетический мониторинг штаммов воз-

будителя новой коронавирусной инфекции») и определяли нуклеотидную последовательность по Сэнгеру. Для проведения ПЦР использовали праймеры: CACV_55_F: atggaaccattacagatgctgtag и R47: catatgagttgttgacatgttcag, фланкирующие фрагмент гена S-белка размером 1068 п.н.; F44: tctcttcttagtaaaggtagactt и CACV_51_R: gagggagatcacgcactaaa – фланкируют фрагмент гена S-белка размером 570 п.н.

Реакцию амплификации осуществляли с применением набора ScreenMix-HS (ЗАО «Евроген», Россия). В реакционную смесь набора ScreenMix-HS объемом 25 мкл вносили 10 мкл выделенной кДНК с добавлением 1 пМ прямого и обратного праймеров. Амплификацию осуществляли на амплификаторе MyiQTM (Bio-Ra», США) по программе 95 °С – 5 мин; 35 циклов 95 °С – 20 с, 55 °С – 20 с, 72 °С – 40 с; 72 °С – 2 мин.

Продукты аплификации очищали в геле с использованием Cleanup Standard (ЗАО «Евроген», Россия) в соответствии с инструкцией производителя. Получение меченых ампликонов проводили с использованием набора BigDye® Terminator v3.1 Cycle (Thermo FS, США), как указано в инструкции к препарату. Секвенирование полученных фрагментов ДНК выполняли на генетическом анализаторе Honor 1616 HID (Nanjing Superyears Gene Technology Co., Ltd., Китай), для выравнивания и анализа полученных последовательностей применяли программу MEGA 7.0.

Для дифференциации геновариантов ВЭП (категория «высокий эпидемиологический потенциал») вируса SARS-CoV-2 определяли наличие мутаций S-гена. Нумерация нуклеотидных остатков приведена относительно нуклеотидной последовательности референс-штамма Wuhan-Hu-1 (GenBank: NC_045512.2).

В исследовании применяли эпидемиологические (описательно-оценочный и аналитический), микробиологический (бактериологический, серологический, молекулярно-генетический), социологический и статистический методы исследований. Данные представлены в виде абсолютных и относительных величин (%).

При анализе полученных данных применяли общепринятые статистические приемы. Расчет показателей заболеваемости COVID-19 работников МО проводили на 1000 работающих. Для сравнения вероятности исхода в зависимости от различных факторов риска составляли четырехпольную таблицу сопряженности, рассчитывали относительный риск (relative risk – *RR*) и его 95%-ный доверительный интервал (confidence interval – *CI*). Статистическую значимость различий оценивали по точечному критерию Фишера (φ) и по критерию Пирсона (χ^2). Различия считали значимыми при $p \leq 0{,}05$. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office 2010, пакета программ WinPEPI 11.65, 26 версии IBM SPSS Statistics, ПС Statistica 10 и онлайн-ресурса: https://medstatistic.ru/.

Результаты. В опросе приняли участие 1905 сотрудников, из них 19,5 % (372 человека) являлись сотрудниками инфекционных госпиталей для лечения больных COVID-19. Среди респондентов женщины составили подавляющее большинство – 85,4 %, что соответствует специфике работы данной отрасли. В профессиональной структуре преобладали медицинские сестры – 925 человек (48,6 %) и врачи – 392 (20,6 %), на третьем месте был прочий персонал – 365 (19,2 %), на четвертом – административный и руководящий – 96 (5,0 %) и 85 (4,5 %) соответственно, санитарки/уборщики – 42 (2,2 %). В возрастной структуре заболевших преобладали лица трудоспособного возраста (20–55 лет) – 74,8 % (1422 человека). Каждый второй респондент перенес лабораторно подтвержденный COVID-19.

В соответствии с действующим санитарным законодательством Российской Федерации профилактические прививки проводятся для предупреждения возникновения и распространения инфекционных болезней. Работники МО являются одной из приоритетных категорий граждан, подлежащих вакцинации против COVID-19 в рамках «Календаря профилактических прививок по эпидемическим показаниям»[1]. На момент проведения исследования охват вакцинацией против COVID-19 работников инфекционных госпиталей составил 23,9 %, МО, оказывающих плановую медицинскую помощь населению, – 21,0 %. Вакцинация работников МО проведена вакцинами, зарегистрированными в Российской Федерации. Комбинированной векторной вакциной «Гам-КОВИД-Вак» были привиты 91,3 %, или 336 респондентов. Вакциной на основе пептидных антигенов («ЭпиВакКорона») – 6,5 %, или 24 человека, коронавирусной инактивированной цельновирионной концентрированной очищенной вакциной («КовиВак») – 2,2 %, или 8 человек.

Установлено, что заболеваемость COVID-19 непривитых лиц из числа персонала инфекционных госпиталей превышала таковую среди привитых в 2,9 раза (619,6 и 213,5 на 1000 работников, $\chi^2 = 44{,}466$, $p < 0{,}001$), среди работников МО, оказывающих плановую медицинскую помощь, – в 4,5 раза (607,7 и 136,6 на 1000 работников, $\chi^2 = 224{,}142$, $p < 0{,}001$). Отсутствие вакцинации против COVID-19 увеличивало риск инфицирования в условия работы в «заразной» зоне инфекционного госпиталя в 2,9 раза (*RR* – 2,9, [95 % ДИ 1,927–4,370], в МО – в 4,4 раза (*RR* – 4,447 [95 % ДИ 3,367–5,857]).

Одним из компонентов системы биологической безопасности, является применением средств индивидуальной защиты (СИЗ) [4, 7]. Комплектация СИЗ определяется характером выполняемой работы и категорией профессионального риска. В частности, при работе с возбудителем COVID-19 обязательным условием является защита органов дыхания, слизистых оболочек глаз и кожных покровов рук [8]. Нами установлено, что 99,2 % работников инфекционных госпиталей и 93,7 % работников МО, оказывающих плановую медицинскую помощь, использовали СИЗ при контакте с больными COVID-19. Однако полная комплектация СИЗ с изоляцией органов дыхания, зрения и кожи применялась лишь 53,8 % работников инфекционных госпиталей и 13,0 % персонала МО, оказывающих плановую медицинскую помощь населению. Сокращенный вариант СИЗ (отсутствовала защита либо органов дыхания, либо органов зрения) был отмечен у 21,9 и 26,9 % работников, минимальный (наличие только медицинского халата и маски) – у 24,3 и 60,1 % работников соответственно.

Использование СИЗ неполной защиты органов зрения и полной защиты органов дыхания в условиях работы в инфекционном госпитале увеличивало риск инфицирования персонала SARS-CoV-2 в 1,7 раза (*RR* – 1,678, [95 % ДИ 1,137–2,477]). Влияло на риск инфицирования и отсутствие регулярной замены используемых СИЗ (*RR* – 2,761, [95 % ДИ 1,923–3,964]).

В соответствии с трудовым законодательством Российской Федерации для медицинских работников установлена сокращенная продолжительность рабочего

[1] Об утверждении национального календаря профилактических прививок, календаря профилактических прививок по эпидемическим показаниям и порядка проведения профилактических прививок»: Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 06.12.2021 № 1122н [Электронный ресурс]. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112200070 (дата обращения: 11.04.2023)

времени – не более 39 ч в неделю (7,8 ч/день), которая в ряде случаев может быть сокращена до 30–36 ч. Однако в условиях пандемии COVID-19 продолжительность рабочей смены работников инфекционных госпиталей и непрофильных МО значительно выросла и составила до 6 ч – у 53 человек (13,8 %) и 135 (9,0 %), от 6 до 8 ч – у 134 (34,9 %) и 911 (60,5 %), от 8 до 12 ч – у 62 (16,1 %) и 115 (7,6 %), от 12 до 24 ч – у 134 (34,9 %) и 339 (22,5 %) сотрудников соответственно. В ряде случаев была отмечена длительность рабочей смены более 24 ч (один сотрудник инфекционного госпиталя (0,3 %) и 7 сотрудников МО, оказывающих плановую медицинскую помощь (0,5 %)).

Установлено, что у работников инфекционных госпиталей риск инфицирования SARS-CoV-2 возрастал по мере увеличения продолжительности рабочей смены. Так, продолжительность рабочей смены до 6 ч увеличивала риск инфицирования SARS-CoV-2 в 1,6 раза (*RR* – 1,618, [95 % ДИ 1,154–2,269]), от 8 до 12 ч – в 2,2 раза (*RR* – 2,173, [95 % ДИ 1,526–3,095]), от 12 до 24 ч – в 4,0 раза (*RR* – 3,946, [95 % ДИ 2,947–5,283]).

Риск передачи вируса SARS-CoV-2 увеличивается при выполнении лечебно-диагностических манипуляций, среди которых наибольший риск отмечен при выполнении аэрозоль-генерирующих процедур (АГП) [5]. Более половины сотрудников инфекционных госпиталей (51,0 %, 201 человек) участвовали в АГП, среди которых наиболее частыми вариантами были: отбор мокроты и взятие мазков из носоглотки – 27,8 %, ингаляционные процедуры – 18,9 %, а также санация трахеобронхиального дерева – 9,3 %.

Участие в АГП пациента с COVID-19 увеличивало риски инфицирования SARS-CoV-2 в 3,1 раза (*RR* – 3,129, [95 % ДИ 2,304-4,25]).

Особенности работы в условиях «заразной» зоны с использованием сложного комплекта СИЗ в условиях продолжительных рабочих смен способствует снижению концентрации внимания и психоэмоциональному истощению, что может приводить к возникновению аварийных ситуаций (АС) и несет потенциальную опасность инфицирования различными биологическими агентами [2]. Отмечено, что частота аварийных ситуаций, как в инфекционных госпиталях, так и в МО, оказывающих плановую помощь населению, была сопоставима – 13,4 и 14,5 на 100 работающих соответственно ($\varphi_{эмп} = 0,520$, $p > 0,05$). В структуре аварийных ситуаций преобладал незащищенный аэрозольный контакт – 72,0 и 71,2 % соответственно. Реже встречались уколы острым инструментом – 16,0 и 7,7 % и попадание биологического материала пациента, инфицированного SARS-CoV-2, на неповрежденную кожу – 12,0 и 20,3 % соответственно. У 2 (0,9 %) сотрудников МО, оказывающих плановую медицинскую помощь, была отмечена аварийная ситуация, связанная с попаданием биологического материала на поврежденную кожу.

В условиях напряженного режима работы, несоблюдения регламента замены СИЗ и обработки рук создаются условия для контаминации комплектов СИЗ. Изучение вирусно-бактериальной контаминации СИЗ работников инфекционных госпиталей было проведено по запатентованному авторами методу отбора проб смывов с объектов внешней среды для одновременной оценки вирусно-бактериальной контаминации. В ходе исследования установлен высокий уровень загрязнения вирусными и бактериальными патогенами наружной поверхности защитных костюмов и перчаток персонала. Так, наружные поверхности комбинезонов врачей и медицинских сестер были контаминированы в 50,0 % случаев, наружные поверхности

комбинезонов уборщиков служебных помещений – в 44,4 %. Контаминация верхней пары перчаток у врачей выявлена в 38,9 % случаев, у медицинских сестер – в 22,2 %, у уборщиков помещений – в 21,1 %. SARS-CoV-2 был выявлен на всех компонентах комплекта СИЗ, за исключением наружной поверхности комбинезона врача.

По результатам секвенирования РНК SARS-CoV-2 в пробе, полученной с наружной поверхности комбинезона медицинской сестры, был выявлен генетический вариант ВЭП линии Delta, B.1.617.1 («Индийский 2») по наличию замены T19R (T (тирозин) на R (аргинин) – 19-я позиция), что соответствовало специфике эпидемиологической ситуации на момент проведения исследования.

Структура условно-патогенной микрофлоры (УПМ), выделенной с элементов СИЗ персонала, была представлена *Enterococcus faecalis* и *Enterococcus faecium* – 45,8 %, *Klebsiella pneumoniae* – 25,0 %, *Staphylococcus aureus* – 12,5 %, *Escherichia coli* и *Pantoea agglomerans* – по 8,3 %.

С элементов СИЗ персонала было выявлено 8 различных вариантов вирусно-бактериальных ассоциаций. Наибольшее разнообразие ассоциаций выявлено на наружных поверхностях комбинезонов: так, с наружной поверхности комбинезона врача было выделено 3 вида ассоциаций: *P. agglomerans* + *E. faecalis*, *E. coli* + *E. faecalis, K. pneumoniae* + *E. faecalis* (37,5 %), медицинской сестры – 2 вида: *K. pneumoniae* + *E. coli* и SARS-CoV-2 + *E. faecalis* (25,0 %), уборщика служебных помещений – 2 вида: SARS-CoV-2 + *E. faecalis*, SARS-CoV-2 + *K. pneumoniae* (25,0 %). Ассоциация SARS-CoV-2 и *E. faecalis* была характерна и для верхней пары перчаток врача (12,5 %).

Выводы:

1. Отсутствие вакцинации против COVID-19 увеличивало риск инфицирования работников инфекционных госпиталей в 2,9 раза.

2. Среди мер неспецифической профилактики увеличивали риск инфицирования SARS-CoV-2 при работе в «заразной» зоне: дефекты применения СИЗ – неполная комплектация и отсутствие регулярной замены (в 1,7–2,8 раза), длительная продолжительность рабочей смены (в 1,6–4,0 раза), прямой контакт с больным COVID-19 и окружающей его средой (в 3,8–4,0 раза), проведение аэрозоль-генерирующих процедур (в 3,1 раза).

3. Высокая частота загрязнения вирусными и бактериальными патогенами наружной поверхности защитных костюмов работников инфекционных госпиталей, часто достигающая 50 %, является дополнительным риском инфицирования персонала во время снятия СИЗ.

Заключение. Пандемия COVID-19 еще раз подчеркнула необходимость проведения целенаправленных мероприятий по сохранению жизни и здоровья работников медицинских организаций как социально значимой категории граждан при распространении возбудителей, имеющих высокий эпидемический потенциал.

Особенности эпидемического процесса COVID-19 подтвердили значимость применения комплекса мер специфической и неспецифической профилактики как единой системы снижению риска заражения SARS-CoV-2 работников медицинских организаций.

Запатентованный авторами метод отбора смывов показал высокую эффективность в одновременном обнаружении вирусных и бактериальных патогенов с наружной поверхности защитных костюмов и перчаток персонала, что позволяет

оптимизировать проведение микробиологического мониторинга при проведении эпидемиологических расследований.

Полученные результаты необходимо учитывать при организации работы и противоэпидемических мероприятий в инфекционных госпиталях и медицинских организациях, оказывающих плановую помощь населению, проведении расчетов обеспеченности персонала СИЗ и продолжительности рабочей смены с учетом реализации риск-ориентированного подхода.

Финансирование. Научно-исследовательская работа «Изучение эпидемического процесса и профилактика вирусных инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (на примере ветряной оспы, норо- и ротавирусной инфекции и др.)» УДК 616.9; 614.4, Рег. № НИОКТР 121040500099-5.

Список литературы

1. Анализ регистрации инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи в Уральском и Сибирском федеральных округах в 2020 году: информационный бюллетень / С.С. Смирнова, Л.Г. Вяткина, И.А. Егоров, Н.Н. Жуйков. – Екатеринбург: ЮНИКА, 2021. – 56 с.

2. К проблеме выявления групп риска по формированию синдрома эмоционального выгорания сотрудников медицинских организаций в период пандемии COVID-19 / Т.А. Платонова, А.А. Голубкова, С.С. Смирнова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 4. – С. 162–172.

3. Пандемия COVID-19. Меры борьбы с ее распространением в Российской Федерации / Н.И. Брико, И.Н. Каграманян, В.В. Никифоров [и др.] // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. – 2020. – Т. 19, № 2. – С. 4–12.

4. Assessment of the risk of infection from SARS-CoV-2 for healthcare workers-findings from practice / E.G. Pfenninger, P. Christ, M. Neumuller, A. Dinse-Lambracht // Bundesgesundheitsblatt. Gesundheitsforschung. Gesundheitsschutz. Germany. – 2021. – Vol. 64, № 3. – P. 304–313.

5. COVID-19 in Health-Care Workers: A Living Systematic Review and Meta-Analysis of Prevalence, Risk Factors, Clinical Characteristics, and Outcomes / S.A. Gomez-Ochoa, O.H. Franco, L.Z. Rojas [et al.] // Am. J. Epidemiol. – 2021. – Vol. 190, № 1. – P. 161–175.

6. COVID-19 infection and the broader impacts of the pandemic on healthcare workers / N. Smallwood, W. Harrex, M. Rees [et al.] // Respirology. – 2022. – Vol. 27. – № 6. – P. 411–426.

7. Efficacy of personal protective equipment to prevent environmental infection of COVID-19 among healthcare workers: a systematic review / S.R. Soleman, Z. Lyu, T. Okada [et al.] // Environ. Health Prev. Med. Japan. – 2023. – Vol. 28. – P. 1.

8. High prevalence of SARS-CoV-2 infection among symptomatic healthcare workers in a large university tertiary hospital in Sao Paulo, Brazil / C.P. Buonafine, BNM. Paiatto, F.B. Leal [et al.] // BMC Infect. Dis. BMC Infectious Diseases. – 2020. – Vol. 20, № 1. – P. 1–8.

9. Hydroxychloroquine plus personal protective equipment versus personal protective equipment alone for the prevention of laboratory-confirmed COVID-19 infections among healthcare workers: a multicentre, parallel-group randomised controlled

trial from India / B.K. Tirupakuzhi Vijayaraghavan, V. Jha, D. Rajbhandari [et al.] // BMJ Open. – 2022. – Vol. 12, № 6. – P. e059540.

10. Infection and mortality of healthcare workers worldwide from COVID-19: a systematic review / S. Bandyopadhyay, R.E. Baticulon, M. Kadhum [et al.] // BMJ Glob Health. – 2020. – Vol. 5, № 12. – P. e003097.

11. Nosocomial transmission and outbreaks of coronavirus disease 2019: the need to protect both patients and healthcare workers / M. Abbas, T. Robalo Nunes, R. Martischang [et al.] // Antimicrob Resist Infect Control. – 2021. – Vol. 10. № 1. – P. 7.

12. The COVID-19 Pandemic and Health and Care Workers: Findings From a Systematic Review and Meta-Analysis (2020–2021) / M. Gholami, I. Fawad, S. Shadan [et al.] // Int. J. Public Health. – 2023. – Vol. 68. – P. 1–9.

Основные проблемы оценки риска здоровью населения при установлении санитарно-защитных зон предприятий

С.Е. Зеленкин, Д.В. Суворов, В.А. Фокин

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

Проведен анализ наиболее распространенных ошибок при разработке проектов по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, для установления санитарно-защитных зон предприятий. Установлено, что наиболее часто ошибки встречаются на этапе идентификации опасности и связаны с использованием необоснованных референтных концентраций, устаревшей классификации канцерогенов, некорректным выбором весовых коэффициентов и дальнейшими математическими ошибками расчетов индекса неканцерогенной опасности. Вместе с тем на этапе оценки экспозиции встречалась ошибка, связанная с расчетом дозы поступающих в организм человека канцерогенов, а на этапе характеристики риска – математические ошибки расчетов коэффициентов и индексов опасности.

Выявленные в ходе анализа проектов оценки риска для здоровья населения ошибки возможно предотвратить проведением регулярных семинаров экспертов по обмену опытом, проведением периодической аккредитации юридических лиц, уполномоченных разрабатывать проекты оценки риска для здоровья (в том числе путем решения ситуационных задач с последующей проверкой результатов и консультированием экспертами).

Ключевые слова: оценка риска, идентификация опасности, оценка зависимости «экспозиция – ответ», оценка экспозиции, характеристика риска.

Оценка риска для здоровья населения, формируемого загрязняющими веществами в атмосферном воздухе, при проектировании санитарно-защитных зон предприятий является неотъемлемым этапом обеспечения санитарно-эпидемиологического

благополучия населения. Требования к необходимости проведения оценки риска для здоровья населения отражены в действующем санитарном законодательстве. Так, в соответствии с п. 2.1, 3.12, 3.13 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [2] размер санитарно-защитных зон предприятий I и II класса опасности должен обеспечивать отсутствие недопустимого риска для здоровья.

Процедура оценки риска здоровью закреплена в методических документах, таких как Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [6] и методические рекомендации МР 2.1.10.0062-12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей» [1], основные положения которых идентичны.

В соответствии с действующим законодательством [2] при утверждении проектов санитарно-защитных зон для объектов I и II классов опасности проведение оценки риска здоровью населения является обязательным. Многие аккредитованные для проведения оценки риска организации предлагают свои услуги юридическим лицам, нуждающимся в этой процедуре. Однако перед утверждением результатов оценки риска с последующим утверждением размеров санитарно-защитных зон требуется экспертная проверка результатов оценки риска уполномоченными организациями и органами инспекции.

Результатом экспертиз является выдача заключения о соответствии проекта утвержденной методологии оценки риска, в том числе достигаемого путем устранения возникших ошибок. Выявление наиболее часто встречающихся ошибок, а также оценка их влияния на результаты оценки риска стали целью нашего исследования.

Цель исследования – установить наиболее частые ошибки при разработке проектов оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в рамках проектов санитарно-защитных зон предприятий.

Материалы и методы. Для анализа были использованы проекты оценки риска здоровью населения, подготовленные различными организациями, за период 2018–2021 гг., всего 16 изученных работ. В исследовании использовались общепринятые научные методы, обеспечивающие системность и логичность результатов.

Результаты. В соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (далее – Руководство), оценка риска выполняется в четыре этапа: идентификация опасности, оценка зависимости «экспозиция – ответ», оценка экспозиции и характеристика риска (канцерогенного и острого и хронического неканцерогенного) [6].

На этапе идентификации опасности основной задачей является выбор приоритетных химических веществ, изучение которых позволяет с достаточной надежностью охарактеризовать уровни риска нарушений состояния здоровья населения и источники его возникновения. Выбор веществ осуществляется по ряду параметров: вклад в формирование суммарного валового выброса, суммарного индекса неканцерогенной опасности; наличие фоновых концентраций, учитываемых на следующих этапах оценки риска; наличие сведений о канцерогенных свойствах; принадлежность веществ к отечественным, зарубежным и международным перечням приоритетных и особо опасных химических веществ, а также по результатам предварительного расчета коэффициентов опасности (*HQ*).

Этап оценки зависимости «экспозиция – ответ», в свою очередь, предполагает количественную характеристику связи между величиной поступающего в организм загрязняющего вещества и развитием дополнительных случаев формирования негативных ответов со стороны организма. Такая оценка позволяет установить наименьшую дозу, вызывающую развитие ожидаемого негативного эффекта, и наличие (и характер) связи развития эффекта с увеличением дозы.

Этап оценки экспозиции считается наиболее важным из всех этапов оценки риска и представляет собой оценку количественного поступления загрязняющих веществ в организм путем расчета поступающей дозы загрязняющего вещества.

Этап характеристики риска интегрирует данные об опасности анализируемых химических веществ, величине экспозиции, параметрах зависимости «доза – ответ», полученные на всех предшествующих этапах исследований, с целью количественной и качественной оценки риска, выявления и оценки сравнительной значимости существующих проблем для здоровья населения.

Руководство по оценке риска допускает появление тех или иных неопределенностей в ходе оценки риска для здоровья населения, которые могут привести к возникновению ошибок и переоценке или недооценке риска. Так, наибольшее влияние на результаты оценки оказывает этап оценки экспозиции. При этом на результаты этого этапа могут оказать влияние ошибки измерений, ошибки в отборе проб, использование обобщенных или суррогатных данных.

Вместе с тем при анализе проектов оценки риска здоровью населения установлено, что наиболее частые ошибки встречались на этапе идентификации опасности. Эти ошибки были связаны с определением величин референтных концентраций веществ при остром и (или) хроническом поступлении, а также классификацией веществ, обладающих канцерогенным действием. Так, в 10 изученных работах референтные концентрации для некоторых веществ (среди которых, в частности, бензин и пыль с содержанием диоксида кремния) были выбраны не в соответствии с Руководством (например, для дальнейших расчетов использовалась величина ПДК или ОБУВ при наличии сведений о референтных концентрациях для изучаемых веществ).

Кроме того, для веществ, обладающих канцерогенным действием, в четырех работах была дана устаревшая классификация канцерогенов по Международному агентству по изучению рака (МАИР) [8] (использовалась классификация 2014 г. при наличии обновленных данных на 2019 г.), в одной работе вместо актуального СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [4] использовались сведения по отмененному на момент разработки проекта СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности» [5].

На этом же этапе встречаются ошибки в расчетах индексов сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности (*HRI*). Так, в двух работах встречалась ошибка, связанная с выбором величины весового коэффициента в зависимости от референтной концентрации. Вместе с тем в одной из работ встречалась системная ошибка, связанная с неправильным использованием формулы расчета *HRI* в соответствии с Руководством (разработчики проекта оценки риска для здоровья использовали деление в формуле вместо умножения).

Кроме того, одним из пунктов этапа идентификации опасности является установление приоритетности химических веществ на международном и националь-

ном уровнях. Выбор приоритетных веществ соответствует п. 4.6.8 Руководства и осуществляется в соответствии с Информационным письмом о списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения [3], Перечнем приоритетных опасных соединений, разработанным Агентством по регистрации токсических соединений и заболеваний [9], коротким перечнем приоритетных химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух городов [7]. В двух изученных работах встречались несоответствия, связанные с отнесением веществ к приоритетным спискам.

Этап оценки зависимости «экспозиция – ответ» не содержал ошибок в изучаемых работах. На этапе оценки экспозиции в одной из работ встречалась математическая ошибка расчета дозы поступающих в организм канцерогенов.

Этап характеристики риска также связан с ошибками в математических расчетах. Так, в трех изученных работах встречались математические ошибки при расчете коэффициентов и индексов опасности, связанные с выбором неверных значений референтных концентраций и (или) критических органов и систем на этом этапе. Кроме того, в одной рассмотренной работе был проигнорирован расчет острого неканцерогенного риска.

Выводы. Таким образом, в ходе экспертной оценки проектов по оценке риска для здоровья населения установлено, что наиболее частые ошибки в проанализированных работах встречались на этапе идентификации опасности (62,5 % изученных работ), на этапе оценки экспозиции (6,25 % работ) и на этапе характеристики риска (25 % работ).

На этапе идентификации опасности ошибки были связаны с использованием для расчетов референтной концентрации, не соответствующей Руководству по оценке риска (62,5 % всех анализируемых работ); с устаревшей классификацией канцерогенов (25 % работ); ошибкой выбора весового коэффициента и, как следствие, расчета индекса неканцерогенной опасности (12,5 % работ); ошибкой при отнесении веществ к спискам приоритетных на национальном и международном уровнях (12,5 % работ) и с математической ошибкой расчета индекса неканцерогенной опасности (6,25 % работ).

Все они могут привести к неопределенностям результатов работ в виде недооценки или переоценки риска. Следовательно, при экспертизе проектов экспертам следует обращать особое внимание на этап идентификации опасности и этап характеристики риска.

Выявленные в ходе анализа проектов оценки риска для здоровья населения ошибки возможно предотвратить проведением регулярных семинаров экспертов по обмену опытом, проведением периодической аккредитации юридических лиц, уполномоченных разрабатывать проекты оценки риска для здоровья (в том числе путем решения ситуационных задач с последующей проверкой результатов и консультированием экспертами). Вместе с тем ошибки, связанные с выбором величины референтных концентраций, могут быть устранены при внедрении обновленной методологии оценки риска, закрепляющей используемые величины референтных концентраций.

Список литературы

1. МР 2.1.10.0062-12. Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей:

Методические рекомендации / утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 2 мая 2012 г. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 36 с.

2. О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25 сентября 2007 г. № 74 [Электронный ресурс] // ГАРАНТ: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://base.garant.ru/12158477/b89690251be5277812a78962f6302560/ (дата обращения: 30.03.2023).

3. О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде и их влиянии на здоровье населения: Информационное письмо Департамента Госсанэпиднадзора Минздрава РФ от 7 августа 1997 г. № 11/109-111 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: https://docs.cntd.ru/document/456018733 (дата обращения: 29.03.2023).

4. 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 января 2021 года № 2 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115#6560IO (дата обращения: 03.04.2023).

5. Об утверждении СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности»: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 21 апреля 2008 г. № 27 [Электронный ресурс]. – URL: https://bit.ly/3GztX50 (дата обращения: 30.03.2023).

6. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв. и введ. в действие Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 5 марта 2004 г. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

7. IRIS Assessments. List A to Z [Электронный ресурс] // U.S. Environmental Protection Agency. – URL: https://iris.epa.gov/AtoZ/? list_type = alpha (дата обращения: 24.03.2023).

8. List of Classifications. Agents classified by the IARC Monographs, Volumes 1–133 [Электронный ресурс] // WHO, International Agency for Research on Cancer. – URL: https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications (дата обращения: 03.04.2023).

9. The ATSDR 2022 Substance Priority List [Электронный ресурс] // Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – URL: https://www.atsdr.cdc.gov/spl/index.html#2022spl (дата обращения: 24.03.2023).

Обеспечение прав потребителей на безопасную парфюмерно-косметическую продукцию

А.В. Игнатьев, А.Г. Кельн

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

Освещены вопросы технического регулирования безопасного обращения парфюмерно-косметической продукции на рынке. Обращается внимание на цифровое пространство, где легальность продукции дополнительно обеспечивается средствами идентификации «Честный знак». Отражена статистика отклонений в Пермском крае.

Ключевые слова: безопасность, парфюмерно-косметическая продукция, техническое регулирование, средства идентификации, «Честный знак», фальсификат.

Законодательство о защите прав потребителей предусматривает право потребителя на безопасность товара при обычных условиях его использования, хранения, транспортировки и утилизации для жизни и здоровья потребителя, его имущества и окружающей среды. Указанная норма закреплена в ст. 7 Закона РФ от 07.02.1992 № 2300-1 «О защите прав потребителей» (далее – Закон РФ «О защите прав потребителей»).

Особого внимания при реализации права потребителя на безопасную продукцию заслуживает парфюмерно-косметическая продукция, которая предназначена для нанесения на внешний покров человека или на зубы и слизистую оболочку полости рта.

Как правило, парфюмерно-косметическая продукция может иметь в составе не только натуральные компоненты, но и синтетические вещества, что в совокупности с контактом с внешним покровом человека может создавать угрозу причинения вреда жизни и здоровья и требует дополнительного контроля со стороны государства [1].

В целях реализации права потребителя на безопасный товар, а также с целью предупреждения действий, вводящих потребителей в заблуждение относительно его назначения и безопасности, Решением Комиссии Таможенного союза от 23.09.2011 № 799 принят Технический регламент ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции».

Безопасность парфюмерно-косметической продукции обеспечивается совокупностью требований к составу, к физико-химическим показателям, микробиологическим показателям, содержанию токсичных элементов, к токсикологическим показателям, клиническим (клинико-лабораторным) показателям, к производству, к потребительской таре и маркировке. Часть из указанных требований исследуется в специальных лабораториях.

На территории Пермского края одной из аккредитованных организаций по исследованию парфюмерно-косметической продукции является ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». По данным исследований, проведенных с 2018 г. по 01.04.2023, по микробиологическим показателям не соответствуют 1,5 % проб, по токсикологическим показателям – 2 %, по санитарно-химическим показателям отклонений не обнаружено (табл. 1–3).

Таблица 1

Количество исследований на санитарно-химические показатели

Год	Общее количество отобранных проб	Из них на санитарно-химические показатели	Из них несоответствия
2018	129	113	0
2019	62	43	0
2020	98	22	0
2021	38	9	0
2022	2	0	0
2023	8	8	0

Таблица 2

Количество исследований на микробиологические показатели

Год	Общее количество отобранных проб	Из них на микробиологические показатели	Из них несоответствия
2018	129	52	0
2019	62	30	0
2020	98	76	3
2021	38	32	0
2022	2	0	0
2023	8	5	0

Таблица 3

Количество исследований на токсикологические показатели

Год	Общее количество отобранных проб	Из них на токсикологические показатели	Из них несоответствия
2018	129	52	2
2019	62	23	0
2020	98	8	0
2021	38	9	0
2022	2	2	0
2023	8	8	0

Соблюдение обязательных требований обеспечивается непосредственно изготовителем на стадии производства или уполномоченным им лицом (импортером) путем проведения лабораторных исследований и подтверждением безопасности продукции соответствующей документацией: декларацией соответствия или свидетельством о государственной регистрации продукции.

Парфюмерно-косметическая продукция, соответствующая обязательным требованиям, то есть имеющая документацию, подтверждающую безопасность товара, маркируется единым знаком обращения продукции на рынке государств-членов ТС (ЕАС).

Тем не менее наличие знака ЕАС на парфюмерно-косметической продукции не всегда может означать соответствие товара обязательным требованиям, в том числе по показателям безопасности, так как знак ЕАС может быть нанесен любым лицом.

В то же время потребителю, приобретающему товар в торговой точке, не всегда представляется возможным запросить товарно-сопроводительную документацию и документацию, подтверждающую безопасность товара. Например, продавец может проигнорировать требование потребителя или предоставить информацию в определенный срок (не в момент приобретения товара), что затрудняет получение потребителем информации о товаре.

В условиях цифровизации государства особое место в обеспечении прав потребителей на получение необходимой и достоверной информации, а также безопасности продукции занимает цифровая маркировка товаров.

Маркировка товаров средствами идентификации «Честный знак» представляет собой цифровой код DataMatrix, который присваивается для каждой уникальной единицы товара. Один код присваивается для одной единицы товара [3].

Указанная система позволяет потребителю при помощи мобильного приложения получить информацию о приобретаемом товаре, в том числе информацию об изготовителе (импортере), объеме продукции и наличие разрешительной документации (декларации соответствия).

При отсутствии необходимой информации или если информация недостоверная, потребитель может сообщить о нарушении прямо в мобильном приложении. Обращение потребителя напрямую после проверки оператором системы напрямую поступает в ответственное ведомство. Дополнительно в обращениях потребитель предоставляет информацию о торговой точке и прикладывает фотографии товара.

В рассматриваемом случае контрольный (надзорный) орган анализирует поступившее обращение и при наличии оснований принимает меры реагирования.

В отношении парфюмерно-косметической продукции маркировка средствами идентификации предусмотрена для духов, туалетной воды и одеколонов. Особенности маркировки указанных товаров предусмотрены «Правилами маркировки духов и туалетной воды средствами идентификации» (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2019 г. № 1957) (далее – Правила № 1957).

С 1 октября 2020 г. на территории Российской Федерации запрещена реализация немаркированной продукции категории «Духи и туалетная вода»

Немаркированная продукция – товары, сведения о которых (в том числе сведения о нанесенных на них средства идентификации) не переданы в информационную систему мониторинга или переданы с нарушением требований, установленных законодательством Российской Федерации (п.10 «Правил маркировки товаров, подлежащих обязательной маркировке средствами идентификации», утв. Постановлением Правительства РФ от 26 апреля 2019 г. № 515).

Таким образом, к немаркированной продукции относятся как товары без маркировки, так и товары с нарушением обязательных требований при маркировке товаров.

Необходимо отметить, что при изготовлении парфюмерно-косметической продукции изготовитель или импортер до предложения о реализации (продаже) продукции должны внести в ГИС МТ «Честный знак» информацию документе, подтверждающем соответствие парфюмерной продукции (декларация о соответствии), номере и дате такого документа (п. 41, 43 Правил № 1957).

Следовательно, парфюмерно-косметическая продукция без информации о декларации соответствия в ГИС МТ «Честный знак», а равно без декларации не допускается к реализации и считается немаркированной.

Указанное позволяет контрольным (надзорным) органам давать правовую оценку действиям хозяйствующим субъектам без непосредственного взаимодействия и «отследить движение товара по всей его цепочке», что, в свою очередь, дает возможность инспекторам оптимизировать свою деятельность и освобождает добросовестный бизнес от дополнительной нагрузки, выражающейся во взаимодействии с контрольными (надзорными) органами.

Цифровая маркировка товаров защищает потребителя от контрафакта, а также позволяет ему осознанно выбрать товар, получить информацию о его безопасности и соответствии обязательным требованиям, использовать институт общественного контроля.

Субъекты предпринимательской деятельности от института маркировки товаров получают гарантированную защиту от фальсификации, конкурентные преимущества и легальное осуществление предпринимательской деятельности [2].

Система маркировки товаров помогает государству более эффективно контролировать незаконный оборот промышленный продукции и снижать его объем, защищает добросовестный бизнес от дополнительной нагрузки и помогает потребителю быть уверенным в безопасности приобретаемого товара.

Должностные лица Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю активно используют возможности ГИС МТ «Честный знак» в своей деятельности при противодействии незаконному обороту парфюмерно-косметической продукции.

В условиях ограничений проведения контрольных (надзорных) мероприятий, установленных Постановлением Правительства РФ от 10.03.2022 № 336 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля», деятельность инспекторов направлена на профилактику правонарушений.

По итогам 2022 г. по категории «Духи и туалетная вода» ГИС МТ «Честный знак» на территории Пермского края зафиксировано 663 хозяйствующих субъекта и 1132 торговых объекта.

Зарегистрированными на территории Пермского края субъектами предпринимательской деятельности введено в оборот 33 642 единицы товара, выведена из оборота 259 651 единица, в том числе по причине розничной реализации – 238 681, при дистанционной продаже – 681.

При вводе товаров в оборот система «Честный знак» не зафиксировала нарушения обязательных требований, при выводе из оборота было зафиксировано 23 854 отклонения, что составляет 9,2 % от общего числа выведенных из оборота товаров, то есть каждый 10-й товар категории «Духи и туалетная вода» потенциально выводится из оборота с потенциальным нарушением.

Стоит отметить, что отклонение в системе «Честный знак» однозначно не свидетельствует о нарушении, а лишь только указывает на его возможность. Дают правовую оценку имеющимся отклонениям должностные лица Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю.

При анализе отклонений, зафиксированных в 2022 г., установлено, что основная доля отклонений (64 %) связана с повторной реализацией товара.

В связи с тем, что код идентификации уникален и не может быть нанесен на несколько единиц товара, повторная реализация товара с кодом идентификации без возврата товара в оборот не допускается.

Пункт 77 Правил № 1957 прямо предусматривают обязанность продавца вносить информацию в систему о возврате потребителем товара, то есть осуществлять возврат товара в оборот с указанием реквизитов документа, по которому осуществлен возврат.

В то же время парфюмерно-косметические товары входят в перечень непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих обмену (п. 3 «Перечня непродовольственных товаров надлежащего качества», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 2463).

С учетом изложенного, возврат товаров категории «Духи и туалетная вода» по ст. 25 Закон РФ «О защите прав потребителей» (право потребителя на обмен товара надлежащего качества) неприменимо, по причине чего возврат товара указанной категории в оборот может производиться только в исключительных случаях.

Указанное может свидетельствовать как о нарушении продавцом порядка возврата маркированного товара в оборот, так и об искусственном «размножении» кода, что также считается реализацией товара без маркировки и является нарушением обязательных требований.

В 2022 г. за «повторную продажу» товаров в отношении 48 хозяйствующих субъектов объявлено предостережение о недопустимости нарушения обязательных требований.

23 % отклонений связано с реализацией незарегистрированного кода идентификации, что может свидетельствовать как о продаже товара с кодом идентификации, который отсутствует в системе «Честный знак», так и о некорректном выводе товара из оборота посредством контрольно-кассовой техники.

В связи с реализацией товара с незарегистрированным кодом идентификации четырем хозяйствующим субъектам выданы предостережения о недопустимости нарушения обязательных требований.

13 % отклонений связано с реализацией товара ненадлежащим субъектом. Указанные отклонения, как правило, связаны либо с реализацией товара субъектом, который не является участником оборота товаров и не зарегистрирован в системе «Честный знак», либо с реализацией товара курьером, который выводит товар из оборота от своего имени, а не от имени продавца, реализующего товара.

По указанной категории отклонений Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю выдано одно предостережение о недопустимости нарушения обязательных требований.

Деятельность Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю в обеспечении прав потребителей на безопасную парфюмерно-косметическую продукцию продолжается.

В случае продолжения несоблюдения обязательных требований к маркировке товаров средствами идентификации Управление рассматривает вопрос о защите прав неопределенного потребителей в судебном порядке путем признания действий хозяйствующих субъектов противоправными.

Цифровая маркировка товаров – переход контроля (надзора) в информационные технологии, возможность для потребителей использования института общественного контроля и защита добросовестного бизнеса от нагрузки контрольных (надзорных) органов, так как контроль (надзор) приобретает адресный характер.

Список литературы

1. Графушин Р.В., Петракова А.Ю., Комарова С.Г. Система подтверждения соответствия парфюмерно-косметической продукции в РФ // Успехи в химии и химической технологии. – 2020. – Т. XXXIV, № 3. – С. 71–73.
2. Татарин В.Р., Печенева С.Н., Ясинская М.А. Обеспечение безопасности промышленной продукции на потребительском рынке Пермского края в рамках стратегии о противодействии незаконному обороту промышленной продукции в Российской Федерации // Сборник материалов, посвященный 100-летию со дня образования государственной санитарно-эпидемиологической службы России. – 2022. – С. 143–148.
3. Целишев А.А., Михеева Т.Н. Государственные полномочия как объект передачи негосударственным организациям // Образование и право. – 2021. – № 9. – С. 67–71.

Постановка задачи распределения трудовых ресурсов для составления ежегодных планов проведения проверок территориальными органами и организациями Роспотребнадзора в рамках риск-ориентированной модели

М.Р. Камалтдинов

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

Рассматриваются актуальные проблемы, связанные с необходимостью разработки новых подходов к повышению эффективности деятельности территориальных органов Роспотребнадзора при проведении плановых проверок в рамках риск-ориентированной модели.

Целью работы является разработка актуальных математических методов для решения задачи распределения трудовых ресурсов при составлении ежегодных планов проведения проверок территориальными органами и организациями Роспотребнадзора. Выполнена формулировка концептуальной и математической постановки задачи планирования контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора в рамках проведения плановых проверок. Разработанные подходы позволяют формировать алгоритмы планирования с заданными (прогнозными) значениями параметров и выполнять оценку эффективности алгоритмов на основе разработанных критериев сравнения, что в конечном счете позволит более эффективно распределять и использовать ресурсы Роспотребнадзора при проведении плановых проверок.

Ключевые слова: контрольно-надзорная деятельность, хозяйствующие субъекты, плановые проверки, фонд рабочего времени, математическая модель, алгоритмы планирования.

Статья посвящена актуальным проблемам, связанным с необходимостью разработки новых подходов к повышению эффективности деятельности территориальных органов Роспотребнадзора при проведении плановых проверок. В основе модели контрольно-надзорной деятельности лежит процедура категорирования хозяйствующих субъектов по степени потенциального риска причинения вреда здоровью населения, находящегося под влиянием хозяйственной деятельности [5, 7]. Риск-ориентированный подход в Российской Федерации (РФ) активно внедряется в различных областях [1, 2, 4, 6, 9, 10]: государственный портовый контроль, государственный надзор в области промышленной безопасности, таможенный контроль и пр. В области планирования контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора опыт внедрения риск-ориентированного подхода имеют Республики Беларусь и Казахстан. Анализ российской практики риск-ориентированного регулирования и предложения по развитию его инструментов представлены в [3]. Таким образом, прослеживаются современные тенденции широкого применения риск-ориентированных подходов в различных областях.

Цель исследования – разработка актуальных математических методов для решения задачи распределения трудовых ресурсов при составлении ежегодных планов проведения проверок территориальными органами и организациями Роспотребнадзора.

Основная идея перехода на риск-ориентированную модель контрольно-надзорной деятельности заключается в организации дифференцированного подхода к контрольно-надзорным мероприятиям (проверкам), осуществляемым по отношению к хозяйствующим субъектам и его производственным объектам, в результате чего ожидается повышение эффективности надзора как с точки зрения затрат трудовых и временных ресурсов, так и ожидаемых эффектов в виде улучшения состояния здоровья населения. Одним из ключевых этапов организации контрольно-надзорной деятельности на уровне региона РФ является решение задачи планирования, которая заключается в составлении оптимального календаря проверок, сбалансированного по системе разработанных критериев.

Концептуальная схема взаимодействия Роспотребнадзора и хозяйствующих субъектов в рамках контрольно-надзорной деятельности приведена на рис. 1. Основная гипотеза исследования: при проведении проверок расходуются ресурсы Роспотребнадзора (материальные и временные). Материальные затраты выражаются в финансовой оценке трудозатрат (зарплата работников, выполняющих контрольно-надзорную деятельность) и затратах на сопровождение проверки (документарное и лабораторное). При проведении проверки ресурсы расходуются из общего ресурсного фонда в годовом выражении. При разработке алгоритмов планирования целесообразно обеспечить равномерность расхода ресурсов (откуда вытекает равномерность нагрузки) в реальном времени. Следует отметить, что временные ресурсы выражены в фактических величинах, поэтому требуется их соотнесение с реальной временной шкалой для планирования проверок в рамках календарного года. Представляется целесообразным ввести две оси времени: непрерывная ось временных фактических трудозатрат и реальный календарь, которые связаны между собой оператором преобразования. В этом случае в план может быть проставлено сразу несколько субъектов. Данное преобразование также необходимо в связи с тем, что в нормативных документах встречаются требования по длительности проверки, выраженные в реальном времени.

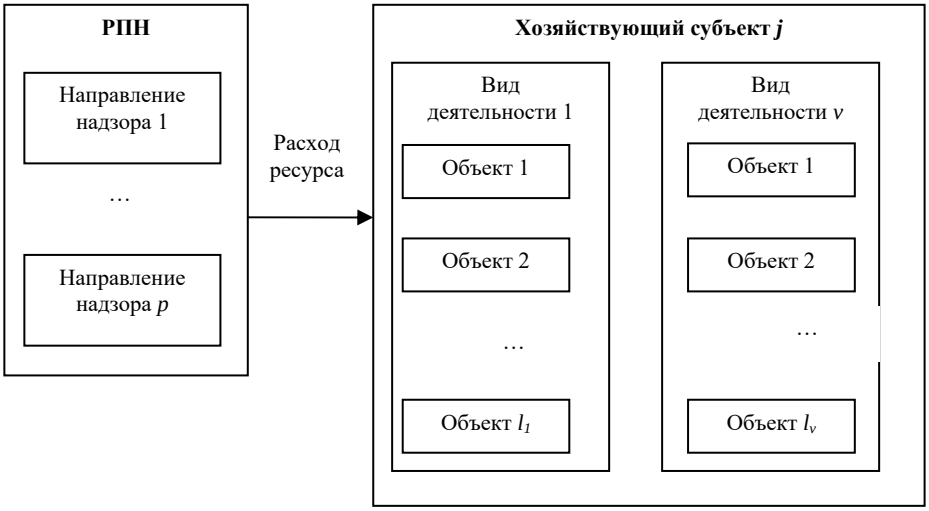


Рис. 1. Концептуальная схема взаимодействия Роспотребнадзора и хозяйствующих субъектов в рамках контрольно-надзорной деятельности

Предположим равномерность расходования общего фонда рабочего времени на контрольно-надзорную деятельность (КНД), тогда соотношение для скорости изменения общего фонда рабочего времени можно записать в виде дифференциального уравнения:

$$\frac{dH}{dt} = \text{const} = -C_H \,, \tag{1}$$

где H – общий фонд рабочего времени на контрольно-надзорную деятельность, человеко-часов; $\frac{dH}{dt}$ – производная H по времени, равная константе ($-C_H$); t – переменная рабочего времени сотрудников, затрачиваемого на КНД.

Уравнение (1) преобразовано с учетом дополнительных гипотез, и получено решение, позволяющее определить значение H в любой момент времени t:

$$H(t) = H_0 - C_H t = N(\delta \cdot (h_f \cdot Y_f + h_{nf} \cdot Y_{nf}) - t) \,, \tag{2}$$

где H (t) – общий фонд рабочего времени на контрольно-надзорную деятельность в момент времени t, человеко-часов;

H_0 – общий фонд рабочего времени на контрольно-надзорную деятельность на начало года, человеко-часов;

C_H – константа, численно равная уменьшению общего фонда рабочего времени на КНД за один рабочий час (единицу рабочего времени на КНД);

N – численность сотрудников Роспотребнадзора, задействованных в контрольно-надзорной деятельности;

δ – доля рабочего времени сотрудников Роспотребнадзора на КНД (плановые проверки);

h_f – количество часов в полном рабочем дне;

Y_f – количество полных рабочих дней в календарном году (за вычетом отпускных дней);

h_{nf} – количество часов в сокращенном рабочем дне (например, предпраздничном);

Y_{nf} – количество сокращенных рабочих дней в календарном году;

t – переменная рабочего времени сотрудников, затрачиваемого на КНД.

Трудозатраты на проверку j-го хозяйствующего субъекта определяются из количества проверяемых объектов и трудозатрат на их проверку:

$$h_j = \sum_{l=1}^{L} a_{jl} h_{jl} \ , \tag{3}$$

где h_j – трудозатраты на проверку j-го хозяйствующего субъекта, человеко-час; L – количество объектов у хозяйствующего субъекта, подлежащих проверке; a_{jl} – весовые коэффициенты (от 0 до 1); h_{jl} – трудозатраты на проверку l-го объекта j-го хозяйствующего субъекта, человеко-час.

Весовые коэффициенты a_{jl} могут быть введены через функцию от порядкового номера объектов в упорядоченном по трудозатратам ряде производственных объектов (от максимальных трудозатрат до минимальных):

$$a_{jl} = \frac{1}{f(n_l)}, \tag{4}$$

где a_{jl} – весовые коэффициенты (от 0 до 1); $f(n_l)$ – функция от порядкового номера объектов в упорядоченном по трудозатратам ряде производственных объектов. В первом приближении можно задать $f(n_l) = n_l$. Таким образом, если проверке подлежит только один объект, то $h_j = h_{jl}$. При добавлении в план второго объекта трудозатраты на его проверку снижаются вдвое, при добавлении третьего – втрое и т.д. На рис. 2 приведен график зависимости весового коэффициента трудозатрат на проверку хозяйствующего субъекта от количества подлежащих проверке объектов при условии равенства трудозатрат для всех объектов.

При использовании соотношения (2) можно видеть, что при большом количестве объектов время проверки практически сокращается до нуля, что не соответствует реальности. В связи с этим для основного проверяемого объекта, поставленного в план, можно принять $a_{jl} = 1$, для остальных объектов $a_{jl}(v) < 1$ – в зависимости от вида деятельности. Таким образом, коэффициент для основного проверяемого объекта отражает трудозатраты как на оформление документов по проверке хозяйствующего субъекта (подготовка распоряжения, запроса экспертов, уведомления хозяйствующих субъектов, акта проверки, постановления, предписания, представления, протоколов об административном нарушении и т.д.), так и на время нахождения на объекте. Коэффициенты $a_{jl}(v) < 1$ для остальных проверяе-

мых объектов отражают дополнительные трудозатраты, возникающие при проверке объектов, в том числе по адресу расположения основного объекта, и по прочим адресам фактического осуществления деятельности (вне основной площадки). Таким образом, объекты для использования формулы (3) можно одновременно сортировать по трудозатратам и адресу, если адрес следующего объекта в отсортированном списке отличается от адресов объектов, стоящих выше по списку, то коэффициент для такого объекта $a_{jl}(v)$ будет больше. Коэффициенты $a_{jl}(v)$ для всех первых объектов по каждому адресу равны между собой в случае равенства видов деятельности на объектах (кроме первого (основного) объекта по основному адресу, к которому приписаны трудозатраты на оформление документов), и коэффициенты $a_{jl}(v)$ для вторых и последующих объектов по каждому адресу равны между собой в случае равенства видов деятельности на объектах.

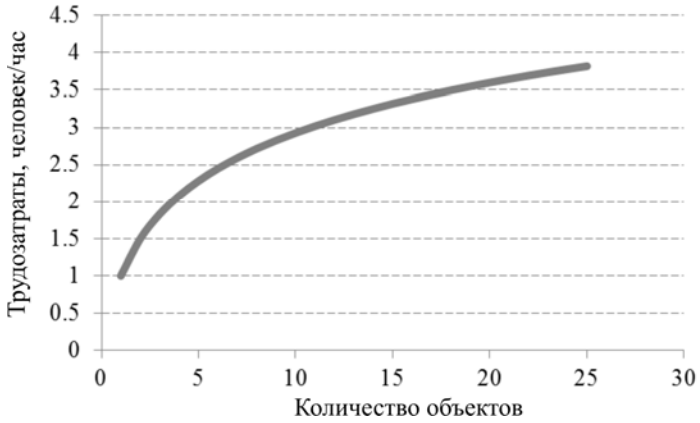


Рис. 2. Весовой коэффициент трудозатрат на проверку хозяйствующего субъекта в зависимости от количества подлежащих проверке объектов

На основе предложенных методов коллективом исследователей, к которым относится и автор статьи, были предложены алгоритмы планирования, которые представляют собой правила формирования плана проверок видов деятельности хозяйствующих субъектов и их производственных объектов в рамках риск-ориентированной модели [2]. Полученные результаты апробации предложенных алгоритмов показывают их работоспособность и адекватность. Для окончательных выводов об эффективности предложенных алгоритмов необходимо проводить более детальные исследования результатов, в том числе результатов более сложной модели, например, с учетом территориального распределения подразделений Роспотребнадзора внутри региона.

Таким образом, в работе получили развитие теоретические и прикладные аспекты риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора. Выполнено совершенствование научного базиса для описания взаимодействия Роспотребнадзора и хозяйствующих субъектов, в том числе предложены новые подходы для совершенствования планирования деятельности Роспотребнадзора в рамках проведения проверок хозяйствующих субъектов и их производствен-

ных объектов. Получены новые постановки (концептуальная и математическая), позволяющие осуществить формальную запись процесса проверки на основе риск-ориентированной модели. Выполнена параметризация описываемых процессов, в ходе которой выявлены основные параметры и показатели, необходимые для учета в предложенной модели. Разработанные подходы позволяют формировать алгоритмы планирования с заданными (прогнозными) значениями параметров и выполнять оценку эффективности алгоритмов на основе разработанных критериев сравнения, что в конечном счете позволит более эффективно распределять и использовать ресурсы Роспотребнадзора при проведении плановых проверок.

Список литературы

1. Авдеева И.Л., Щеголев А.В., Полянин А.В. Риск-ориентированное государственное управление при цифровизации экономики // Менеджмент в России и за рубежом. – 2019. – № 5. – С. 55–61.

2. Алгоритмы формирования ежегодных планов проведения проверок территориальными органами и организациями Роспотребнадзора в рамках риск-ориентированной модели / Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 2. – С. 17–27. DOI: 10.21668/health.risk/2022.2.02

3. Мельников Р.М., Ивлева Г.Ю., Боровикова Е.В. Осуществление риск-ориентированного государственного регулирования в российских условиях. – М.: РАНХиГС, 2015. – 41 с. DOI: 10.2139/ssrn.2590312

4. Мурашко М.А., Серегина И.Ф., Матыцин Н.О. Методические основы применения риск-ориентированного подхода при осуществлении госконтроля в сфере здравоохранения // Вестник Росздравнадзора. – 2017. – № 3. – С. 9–13.

5. Научно-методические подходы к формированию к риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора за деятельностью в сфере здравоохранения / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, В.Г. Костарев // Медицинский альманах. – 2017. – № 4 (49). – С. 29–32.

6. Ноздрачев А.Ф., Зырянов С.М., Калмыкова А.В. Реформа государственного контроля (надзора) и муниципального контроля // Журнал российского права. – 2017. – № 9 (249). – С. 34–46. DOI: 10.12737/article_599d74421f88b5.06552344

7. О развитии системы риск-ориентированного надзора в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 4–12.

8. Риск-ориентированный подход в области промышленной безопасности / В.В. Статинов, И.Р. Серых, Е.В. Чернышева, А.Н. Дегтярь // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 12. – С. 67–72. DOI: 10.12737/article_5c1c9960a03a84.05293055

9. Соловьев А.И. Риск-ориентированный подход в системе государственного контроля и надзора в налоговой сфере // Экономика. Налоги. Право. – 2017. – Т. 10, № 6. – С. 139–146.

10. Спиридонова А.А., Хомутова Е.Г. Риск-ориентированный подход в системе менеджмента качества промышленного предприятия: проблема выбора методов управления рисками // Организатор производства. – 2017. – Т. 25, № 2. – С. 92–100. DOI: 10.25065/1810-4894-2017-25-2-92-100

Комбинированное действие химических веществ: актуальность и ограничения исследования

Ю.В. Кольдибекова

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

На сегодняшний день одной из актуальных и сложных проблем в современной гигиене остается оценка комбинированного действия химических загрязнителей на здоровье человека. Существующие подходы не дают единых методических приемов, математических методов оценки комбинированного действия веществ. Целью настоящего исследования является систематизация знаний о типах комбинированного действия химических веществ и существующих подходах к их оценке. Накопленные научные разработки в области данной тематики исследований позволили сформулировать ряд гигиенических критериев, которыми целесообразно руководствоваться при выборе определяющего типа из всех вариантов комбинированного действия смеси веществ. Раннее выявление и оценка ответных реакций организма в зависимости от типа комбинированного воздействия химических веществ являются чрезвычайно важным направлением с гигиенических позиций и приобретают особую практическую значимость для оценки адекватности и эффективности мероприятий (воздухоохранных, медико-профилактических и др.), направленных на митигацию рисков здоровью и последствий их реализации.

Ключевые слова: комбинированное действие, химические вещества, аэрогенная экспозиция.

Одной из наиболее актуальных и сложных проблем современной гигиены остается оценка комбинированного действия смеси химических веществ на здоровье человека [3, 9]. Существующие наработки свидетельствуют, что в большинстве случаев для веществ, токсикология которых изучена достаточно глубоко, при комбинированном их воздействии исследователи теоретически прогнозируют более высокую токсичность смеси по сравнению с изолированным воздействием[1] [6]. При оценке комбинированного действия необходимо учитывать сходство и различие химической структуры, механизм токсического действия, таргетность к критическим органам и системам каждого компонента смеси [7, 8, 10].

Система классификации комбинированных взаимодействий основана на сравнении биологических эффектов, оказываемых веществами при их изолированном и совместном действии. В целом, типы направленности токсических эффектов комбинированного действия веществ могут быть детализированы в виде системы, представленной в таблице[2] [1, 11].

---

[1] Игнатьева Л.П., Чирцова М.В., Потапова М.О. Гигиена атмосферного воздуха: уч. пособие. – Иркутск: ИГМУ, 2015. – 79 с.

[2] Батян А.Н., Фрумин Г.Т., Базылев В.Н. Основы общей и экологической токсикологии: уч. пособие. – СПб.: Литагент СпецЛит, 2016. – 27 с.; Synergism and related terms [Электронный ресурс] // Canadian Centre for Occupational Health and Safety. – URL: https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/synergism.html (дата обращения: 28.03.2023).

Типы комбинированного действия токсических веществ

№ п/п	Тип комбинированного действия	Определение	Схематическое изображение
1	Аддитивное или суммационное действие	Простое суммирование токсических эффектов изолированного действия ингредиентов смеси	(A + B) = (A) + (B)
2	Менее, чем аддитивное действие, или «независимое» действие	Токсический эффект ниже суммы таковых у отдельных компонентов при изолированном действии (при этом одно вещество из смеси обычно не оказывает токсического действия, но при добавлении ко второму веществу делает его намного токсичнее)	(A + B) < (A) + (B)
3	Более, чем аддитивное действие, или потенцирование, или сенсибилизация	Токсический эффект смеси выше результата простого суммирования изолированного действия токсикантов	(A + B) > (A) + (B)
4	Синергизм, или сверхаддитивное действие	Токсический эффект значительно выше суммы таковых при изолированном действии токсикантов	(A + B) > > (A) + (B)
5	Антагонизм	Токсический эффект значительно ниже суммы таковых при изолированном действии токсикантов или отсутствует вообще	(A + B) < < (A) + (B)

В настоящее время выделяют три основных типа комбинированного действия нескольких химических веществ при одновременном поступлении в организм, а именно синергетический, аддитивный, антагонистический.

Синергетический эффект проявляется в том, что влияние нескольких видов веществ не равнозначно их простому накоплению – происходит одновременное поражение нескольких систем организма разными видами факторов, что приводит к более серьезным негативным последствиям в организме. Кроме этого, может происходить и биологическое усиление действия компонентов смеси по мере их прохождения по биогеохимическим циклам и пищевым цепям [1]. Если в бинарной смеси эффективен только один компонент, взаимодействие означает, что смесь не более токсична, чем только активный компонент в отдельности. В этой ситуации синергизм является синонимом потенцирования [11].

Механизмы потенцирующего действия еще более разнообразны. В общем случае они могут быть связаны как с эффектами, наблюдающимися на уровне целостного организма, так и с эффектами, обусловленными взаимодействием веществ со специфическими молекулярными мишенями в клетке (рецепторами для данных веществ). Комбинированные эффекты этих двух типов могут быть обусловлены и чисто химическим взаимодействием токсикантов. Химическое взаимодействие веществ может как усиливать, так и ослаблять токсический эффект[3]. Наиболее распространенной причиной потенцирующего действия является негативное влияние одного вещества на кинетику выведения другого (например, торможение одним веществом процессов обезвреживания или выведения другого за счет угнетения ферментной системы, обеспечивающей детоксикацию). Еще один вариант механизма потенцирующего действия заключается в том, что одно из веществ может,

[3] Общая токсикология / под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.; Юрин В.М. Основы ксенобиологии. – Минск: БГУ, 2001. – 234 с.; Райс Р.Х., Гуляева Л.Ф. Биологические эффекты токсических соединений: курс лекций. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2003. – 122 с.

наоборот, активизировать ферментные системы, осуществляющие метаболизм второго вещества, с образованием более токсичного продукта[3].

Механизм аддитивного действия часто наблюдается, когда взаимодействующие вещества имеют сходный механизм токсического действия. В результате вещества не влияют на характер действия друг друга, и при совместном действии их эффекты просто суммируются. В таком случае можно сказать, что смесь веществ ведет себя как одно вещество, и отдельные компоненты смеси являются полностью взаимозаменяемыми в изоэффективных дозах или концентрациях[3].

Механизмы антагонизма могут быть связаны с влиянием веществ на кинетику поступления, превращения и выведения друг друга. Нередко одно из веществ-антагонистов замедляет всасывание другого в желудочно-кишечном тракте или легких (например, в комбинации «цинк – медь» соединения взаимно подавляют всасывание друг друга, а в комбинации «алюминий – фтор» алюминий подавляет всасывание фтора)[3].

Не менее важны эффекты, связанные со стимуляцией естественного обезвреживания токсикантов. Иногда вещества могут вызывать противоположные эффекты на уровне организма, не связанные с влиянием на кинетику выведения друг друга. Действуя противоположным образом на одну и ту же систему организма, они ослабляют суммарный эффект. Антагонизм некоторых металлов может быть связан с тем, что они одновременно являются для организма еще и микроэлементами. В результате одновременно с токсическим действием они могут сохранять и положительное влияние на организм.

Развитие токсических эффектов зачастую является следствием связывания химического вещества с определенными клеточными структурами, называемыми рецепторами, которое запускает череду неблагоприятных изменений в той или иной эффекторной системе организма.

В механизмах токсического действия отдельных химических веществ, входящих в состав смеси, следовательно, и при комбинации веществ, задействован, как правило, не какой-либо отдельный процесс, а последовательное или одновременное повреждение нескольких метаболических путей на молекулярном, клеточном и организменном уровнях.

Большинство исследователей выделяют с теми или иными вариациями следующие основные механизмы токсического действия опасных химических веществ на клеточном уровне [4]:

– повреждение клеточных мембран (нарушение целостности и свойств билипидного матрикса);

– активация свободнорадикальных процессов;

– нарушение метаболической активности клеток (изменение энергетического обеспечения и обмена, нарушение гомеостаза внутриклеточного кальция, ионного гомеостаза и заряда);

– взаимодействие с отдельными клеточными ферментативными механизмами и / или их чрезмерной нагрузкой;

– нарушение процессов клеточного деления и синтеза белка.

Необходимо отметить, что все перечисленные механизмы тесно связаны друг с другом, и порой один из них является пусковым[4].

---

[4] Куценко С.А. Основы токсикологии. – СПб.: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2002. – 395 с.

Следствием хронического комбинированного воздействия химических веществ на организм является развитие негативных эффектов со стороны органов и систем, являющихся чувствительными к действию того или иного химического вещества и / или смеси веществ.

Основным ограничением изучения действия смеси химических веществ на организм человека является бесконечное количество комбинаций возможных загрязнений при разнообразии типов комбинированного действия токсичных веществ. При этом все же должна быть обозначена итоговая оценка действия каждой изученной комбинации ее компонентов.

Современная токсикология характеризует комбинированное токсическое действие, используя понятие «аддитивность» как основное. Комбинированное действие химических веществ оценивается в токсикологии, исходя из двух парадигм, которые обозначаются различными терминами: аддитивность доз и аддитивность эффектов. На основе обеих парадигм действие комбинации двух или более вредных веществ может быть охарактеризовано как аддитивное, более чем аддитивное (потенцирование, синергизм) или менее чем аддитивное (антагонизм). Практической реализацией первой парадигмы является принятое в России, США и ряде других стран правило суммирования отношений содержания вредных веществ в воздухе к соответствующим нормативам; практической реализацией второй – рекомендация суммировать однотипные риски разных вредных факторов, принятая в методологии оценки риска для здоровья [2, 5].

Парадигма аддитивности доз принимает, что два или более веществ, входящих в смесь, могут иметь одну и ту же точку приложения и один и тот же механизм действия, отличающийся только по силе. Иными словами, они действуют так, как действовало бы одно и то же вещество в разных дозах. Парадигма аддитивности эффектов принимает, что существует особый тип комбинированного действия, при котором один и тот же эффект разных веществ, входящих в комбинацию, обусловлен разными точками приложения и / или разными механизмами токсического действия. Поэтому эффект каждого вещества, входящего в комбинацию, может развиваться якобы независимо от одновременного развития того же самого эффекта других её составляющих, так что суммарный эффект комбинированного действия оказывается равным сумме всех эффектов изолированного действии этих составляющих [2, 5].

Накопленные научные разработки в области данной тематики исследований [2, 3, 5] позволили сформулировать ряд гигиенических критериев, которыми целесообразно руководствоваться при выборе определяющего типа из всех вариантов комбинированного действия смеси веществ, включающих 2–3 компонента, независимо от пути их поступления в организм:

– каждая изучаемая бинарная и трехчленная комбинация не имеет однозначно определенного типа комбинированной токсичности, который зависит от эффекта токсического действия, выраженности этого эффекта и соотношения доз;

– характеристика трехфакторной комбинированной токсичности оценивается по двухэтапному анализу: на первом определяется тип комбинированной токсичности для каждой из трех бинарных комбинаций, на втором – оценивается изменение типа при добавлении третьего компонента;

– преимущественное значение имеет тот тип комбинированного действия, который обнаруживается для доз (концентраций) при хроническом воздействии изучаемых веществ, а при остром воздействии – для доз, близких к пороговым;

– преимущественное значение типа комбинированного действия может устанавливаться по функциональным показателям органов и систем мишеней организма, которые наиболее вовлечены в токсикодинамику и хемобиокинетку и играют наибольшую роль в развитии патогенетически обусловленных негативных эффектов, характерных для изучаемой комбинации веществ;

– в тех случаях, когда вещества, входящие в изучаемую комбинацию, или хотя бы одно из них обладают специфическими эффектами действия на организменном или популяционном уровне (генотоксичностью, мутагенностью, канцерогенностью, репродуктивной токсичностью и др.), тип комбинированной токсичности устанавливается по показателям преимущественных этих эффектов.

Представленный подход для двух или трехкомпонентной смеси позволяет определить более точную итоговую токсикологическую характеристику комбинированного действия изучаемых веществ.

Раннее выявление и оценка ответных реакций организма (негативных эффектов) в зависимости от типа комбинированного воздействия химических веществ являются чрезвычайно важным направлением с гигиенических позиций и приобретают особую практическую значимость для оценки адекватности и эффективности мероприятий (воздухоохранных, медико-профилактических и др.), направленных на митигацию рисков здоровью и последствий их реализации.

Список литературы

1. Заболотских В.В., Васильев А.В., Терещенко Ю.П. Синергетические эффекты при одновременном воздействии физических и химических факторов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 5–2. – С. 290–295.

2. К методологии оценки типа комбинированной токсичности на основе данных и эколого-эпидемиологического исследования / Б.А. Кацнельсон, Ю.И. Казмер А.Н. Вараксин [и др.] // Токсикологический Вестник. – 2011. – № 3 (108). – С. 2–6.

3. Методы оценки комбинированного действия веществ / З.И. Жолдакова, Н.В. Харчевникова, Р.А. Мамонов, О.О. Синицына // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 2. – С. 86–89.

4. Мирзакаримова М.А. Сравнительная гигиеническая оценка комбинированного действия сложных смесей химических загрязнений атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 6. – С. 528–531. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-6-528-531

5. О соотношении между общепринятой практикой оценки риска для здоровья при полиметаллических экспозициях и теорией комбинированной токсичности / И.А. Минигалиева, Б.А. Кацнельсон, В.Б. Гурвич [и др.] // Токсикологический Вестник. – 2017. – № 4 (145). – С. 13–18. DOI: 10.36946/0869-7922-2017-4-13-18

6. Ecotoxicological combined effects from chemical mixtures. Part 1: Relevance and adequate consideration in environmental risk assessment of plant protection products and biocides [Электронный ресурс] / R. Altenburger, A. Arrhenius, T. Backhaus [et al.]. – URL: http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ecotoxicological-combined-effects-from-chemical (дата обращения: 28.03.2023).

7. Godleski J., Koutrakis P. Relative Toxicity of Air Pollution Mixtures [Электронный ресурс]. – URL: https://studylib.net/doc/8103015/project-1--relative-toxicity-of-air-pollution-mixtures (дата обращения: 28.03.2023).

8. Mixture Risk Assessment of Complex Real-Life Mixtures – The PANORAMIX Project / B.I. Escher, M. Lamoree, J.-P. Antignac [et al.] // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2022. – Vol. 19, № 20. – P. 12990. DOI: 10.3390/ijerph192012990

9. Mumtaz M.M., Hansen H., Pohl H.R. Mixtures and their risk assessment in toxicology // Met. Ions Life Sci. – 2011. – Vol. 8. – P. 61–80.

10. Supplementary Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures: Risk Assessment Forum. – Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 2001. – 209 p.

11. Ten years of research on synergisms and antagonisms in chemical mixtures: A systematic review and quantitative reappraisal of mixture studies / O. Martin, M. Scholze, S. Ermler [et al.] // Environ. Int. – 2021. – Vol. 146. – P. 106206. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106206 146:106206

Оценка риска, связанного с химическим загрязнением пищевых продуктов (на примере мужчин трудоспособного возраста)

М.В. Кузьмина[1], Н.В. Ефимова[1,2], И.В. Безгодов[1], О.Г. Богданова[2], И.В. Мыльникова[2]

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» Роспотребнадзора, г. Иркутск,
[2]ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», г. Ангарск, Россия

Разработаны сценарии поступления токсикантов с пищевыми продуктами в организм и дана оценка риска для здоровья мужчин трудоспособного возраста.

Дизайн исследования включал три этапа. На первом этапе по данным социально-гигиенического мониторинга изучены концентрации токсикантов в пищевых продуктах. На втором этапе проведено анкетирование 472 мужчин трудоспособного возраста с целью оценки рациона питания частотным методом. На третьем этапе разработаны сценарии и рассчитаны коэффициенты и индексы опасности.

Пищевые продукты, поступающие к потребителям Иркутской области, содержат повышенные концентрации нитратов (*Me* составила 210,4 мг/кг) и мышьяка (*Me* – 0,0055 мг/кг). В рационе респондентов суточные объемы потребления ряда пищевых продуктов превышают рекомендуемые рациональные нормы. Расчеты, согласно 3-му сценарию при фактическом уровне потребления отечественной пищевой продукции с содержанием химических веществ на уровне *Me*, – неканцерогенный риск отсутствует ($HQ < 1$). По всем трем сценариям при вариантах расчета по 75-му и 95-му процентилям установлено, что потребление пищевых продуктов, содержащих нитраты в количествах, превышающих ПДК в 1,2–3 раза, увеличивает риск формирования патологии сердечно-сосудистой системы и органов кроветворения.

Рацион питания мужчин трудоспособного возраста не сбалансирован по потреблению основных групп пищевых продуктов. Накопление нитратов и мышьяка в плодоовощной продукции приводит к повышенному риску для здоровья работающих мужчин. *HI* > 1 для риска развития патологии системы кровообращения, крови и кроветворной системы.

Ключевые слова: мужчины трудоспособного возраста, рацион питания, химические контаминанты, риск.

Характер питания является одним из управляемых факторов риска развития алиментарно-зависимых заболеваний. Пищевые продукты (ПП) являются основным источником поступления не только пластических веществ и энергии, но и макро- и микроэлементов, в том числе токсических [6, 10, 12]. Результаты исследования показывают, что питание у работников ведущих профессий крупных предприятий Иркутской области не является оптимальным, пищевой статус отличается превалированием избыточной массы тела и различной степени ожирения [1]. Ранее было показано, что у пациентов с различными заболеваниями риск здоровью связан с особенностями рациона питания [7, 9, 12]. Проведены исследования по питанию наиболее уязвимых групп населения (детей, лиц пожилого возраста) [2, 3, 11]. Однако работ, направленных на оценку поступления токсикантов с пищей у взрослых здоровых людей, не много.

Цель исследования – разработать сценарии поступления токсикантов с пищевыми продуктами в организм и дать оценку риска для здоровья мужчин трудоспособного возраста.

Материалы и методы. Дизайн исследования включал три этапа. На первом этапе по данным регионального фонда социально-гигиенического мониторинга проанализированы результаты исследований 1742 проб ПП по санитарно-химическим показателям, в том числе импортных – 101, обращаемых на потребительском рынке Иркутской области. Оценку результатов лабораторных исследований провели согласно техническим регламентам Таможенного союза. Были изучены концентрации в ПП свинца, ртути, кадмия, мышьяка, нитритов, нитратов, пестицидов. Так как последние не были обнаружены в образцах пищевых продуктов, то в дальнейший анализ не были включены. В связи с непараметрическим распределением вариаций токсикантов данные представлены в виде центральной тенденции (медианы – *Me*) и двух верхних процентилей (P75 и P95). На втором этапе проведен опрос 472 мужчин в возрасте 31–60 лет, работающих на крупных промышленных предприятиях, не имеющих острых и хронических заболеваний органов пищеварения в стадии обострения, сахарного диабета и не соблюдающих специальных лечебных диет. С помощью автоматизированной программы изучено потребление ПП частотным методом за неделю.

На третьем этапе проведена оценка риска здоровью населения, обусловленного потреблением ПП, контаминированной неканцерогенными химическими веществами, в соответствии с руководством Р 2.1.10.1920-04 [5]. При оценке экспозиции смоделировано три сценария. В первом сценарии предусмотрены максимальные величины потребления ПП (кг/сут) по данным анкетирования; второй сценарий – оптимальные величины потребления ПП в соответствии с «Рекомендациями по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания»; третий сценарий – фактическое потребление ПП (кг/сут) по данным анкетирования.

Результаты. Установлено, что ПП отечественного производства загрязняются некоторыми химическими веществами. К приоритетным загрязнителям отнесены нитраты и мышьяк, которые обнаруживались в плодоовощной продукции. Концентрация нитратов на уровне *Me* в них составила 210,4 мг/кг, P75 – 349,75 мг/кг, P95 – 1112,23 мг/кг, мышьяка на уровне *Me* – 0,0055 мг/кг, P75 – 0,0066 мг/кг, P95 – 0,007 мг/кг.

Так как пищевой статус объективно отражает фактическое обеспечение физиологических потребностей организма нутриентами, представляет интерес изучить характеристики фактического питания обследованных рабочих. В рационе мужчин трудоспособного возраста суточные объемы потребления яиц, помидоров и огурцов соответствуют рекомендуемым нормативам, однако ряд пищевых продуктов превышает рекомендуемые рациональные нормы, в частности: хлебобулочных и макаронных изделий, муки, круп и бобовых – в 1,7 раза; масла животного – в 1,5 раза. Значительно ниже рекомендуемых рациональных норм содержание в рационе питания: рыбы – в 3,3 раза; молочных продуктов – в 4,7 раза; фруктов – в 3,2, раза; овощей – в 1,9 раза; мяса – в 1,8 раза. Несмотря на общий дефицит молочных продуктов в рационе обследованных мужчин, содержание отдельных продуктов (молока, кефира, йогурта, сметаны и сливок с жирностью 10–15 %, сыра) в питании рабочих соответствует рекомендуемым рациональным нормам.

Результаты оценки риска здоровью населения при воздействии химического фактора, обусловленного потреблением отечественной и импортной ПП, обращаемой на потребительском рынке Иркутской области, приведены в таблице.

Коэффициенты и индексы опасности, обусловленные пероральным поступлением химических веществ с пищевой продукцией отечественного производства

Вещество	*RfD*, мг/кг	*HQ* / *HI* для сценария								
		Максимальное фактическое потребление (сценарий 1)			Оптимальное потребление (сценарий 2)			Среднее фактическое потребление (сценарий 3)		
		Me	P75	P95	Me	P75	P95	Me	P75	P95
Свинец	0,0035	0,00	0,09	0,26	0,00	0,04	0,14	0,00	0,03	0,08
Мышьяк	0,0003	**1,01**	**1,18**	**1,29**	0,41	0,48	0,51	0,26	0,31	0,34
Кадмий	0,0005	0,11	0,17	0,35	0,01	0,03	0,10	0,03	0,05	0,10
Ртуть	0,0003	0,00	0,06	0,20	0,00	0,02	0,07	0,00	0,01	0,02
Никель	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Нитрит натрия	0,1	0,21	0,25	0,28	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,06
Нитраты	1,6	**1,61**	**2,67**	**8,49**	0,95	**1,57**	**5,00**	0,49	0,82	**2,60**
***HI* общий**		**2,94**	**4,41**	**10,89**	**1,37**	**2,14**	**5,82**	0,82	**1,26**	**3,20**
***HI* кроветворная система**		**1,81**	**3,01**	**9,04**	0,95	**1,61**	**5,14**	0,54	0,90	**2,74**
***HI* центральная нервная система**		**1,01**	**1,32**	**1,76**	0,41	0,53	0,72	0,26	0,34	0,44
***HI* сердечно-сосудистая система**		**2,62**	**3,85**	**9,79**	**1,35**	**2,05**	**5,51**	0,75	**1,12**	**2,94**

Смоделированная в первом сценарии ситуация, связанная с максимальным потреблением ПП, приводит к вероятности возникновения вредных эффектов. Коэффициенты опасности и общие индексы опасности по нитратам и мышьяку превышали *HQ* (*HI* > 1) на уровне *Me* при потреблении плодоовощной продукции. Для респондентов при максимальном потреблении ПП с содержанием химических контаминантов на уровне *Me* и P75–P95 в большей степени подвергается воздействию сердечно-

сосудистая система (*HI* = 2,62–9,79), кроветворные органы (*HI* = 1,81–9,04), гормональная система (*HI* = 1,12–2,11), центральная нервная система (*HI* = 1,01–1,76), иммунная система (*HI* = 1,01–1,49) и желудочно–кишечный тракт (*HI* = 1,01–1,29).

Согласно третьему сценарию при фактическом уровне потребления отечественной ПП с содержанием химических веществ на уровне *Me* коэффициенты неканцерогенной опасности составляли менее «1» (*HQ* < 1). Вероятность развития у мужчин вредных эффектов при ежедневном пероральном поступлении химических веществ с ПП в течение жизни несущественна, воздействие характеризуется как допустимое ($HI_{\text{отеч. ПП}}$ = 0,82; $HI_{\text{имп. ПП}}$ = 0,24). Вместе с тем при увеличении концентрации на уровне P75–P95 вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает, при этом в большей степени подвергается воздействию сердечно-сосудистая система (*HI* = 1,12–2,94) и кроветворные органы (*HI* = 2,74).

Оценки по второму сценарию, характеризующемуся оптимальным потреблением ПП, близки к результатам третьего сценария – с фактическим потреблением, т.е. воздействие химических веществ на уровне *Me* оценивается как допустимое (*HQ* < 1). Вместе с тем, в отличие от третьего сценария, коэффициенты опасности превышали ноомы (*HQ* > 1) по нитратам, не только на уровне P95, но и на уровне P75. Кроме этого, общий индекс опасности на уровне *Me* превышал *HI* > 1. При этом наибольший риск воздействия на сердечно-сосудистую систему вносят нитраты и мышьяк в концентрациях на уровне *Me*, P75 и P95, поступающие при оптимальном потреблении ПП (*HI* = 1,35–5,61), а также на кроветворные органы – на уровне P75 и P95 (*HI* = 1,61–5,24).

Импортируемая ПП, по сравнению с отечественной, имеет менее значимое воздействие как источник поступления контаминантов в организм. Во всех трех сценариях рассчитанные *HQ* и *HI* при содержании контаминантов в ПП на уровне *Me* и P75 не превышали единицы, за исключением первого сценария – при максимальном потреблении ПП (*HI* = 1,42). На уровне P95 коэффициенты опасности превышали единицу у обследованных во всех трех сценариях, что обусловливает все же вероятность возникновения вредных эффектов у респондентов. Набольший вклад в формирование неканцерогенного риска вносят нитраты и мышьяк, содержащиеся в импортной ПП на уровне P95.

При этом больший риск воздействия моделируется на сердечно-сосудистую систему у респондентов во всех трех сценариях, но только в первом сценарии (максимальное потребление) это заметно на уровне P75 (*HI* = 1,35–4,58). Кроме этого, мышьяк и нитраты на уровне P95 определяют формирование риска воздействия на кровь и кроветворные органы (*HI* = 1,21–4,02).

В целом проведенное исследование доказывает необходимость усиления контроля содержания нитратов в плодоовощной продукции, имеющих наибольший вклад в развитие неканцерогенных рисков при пероральном поступлении в сценариях 2 и 3 при фактическом и оптимальном потреблении ПП.

Таким образом, проведенные исследования показали, что потребление пищевых продуктов, содержащих нитраты в количествах, превышающих ПДК в 1,2–3 раза, увеличивает риск формирования патологии сердечно-сосудистой системы и органов кроветворения. Следует отметить, что в условиях воздействия дополнительных вредных и опасных факторов, связанных с производственным процессом и образом жизни, тропных к тканям сердечной мышцы, сосудов, вероятность реализации указанных рисков может значительно увеличиться [4, 8, 13].

Выводы. Установлено, что рацион питания мужчин трудоспособного возраста не сбалансирован по потреблению основных групп пищевых продуктов. Накопление в пищевых продуктах токсикантов (преимущественно нитратов и мышьяка) приводит к повышенному риску для здоровья работающих мужчин, связанному с потреблением плодоовощной продукции.

Негативному воздействию контаминантов в наибольшей степени подвержены органы системы кровообращения (индексы опасности при фактическом и оптимальном потреблении на уровне 75-го процентиля составляют 1,12 и 2,05 соответственно), а также крови и кроветворной системы (индекс опасности при оптимальном потреблении на уровне 75-го процентиля составляет 1,61).

Список литературы

1. Ефимова Н.В. Изучение пищевого статуса и риск развития ожирения у мужчин трудоспособного возраста // Российский вестник гигиены. – 2021. – № 1. – С. 30–36. DOI: 10.24075/rbh.2021.003

2. Ефимова Н.В., Мыльникова И.В., Туров В.М. Питание школьников, проживающих на городских и сельских территориях иркутской области // Экология человека. – 2020. – № 3. – С. 23–30. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-3-23-30

3. Изучение питания и пищевого статуса у лиц пожилого возраста / А.В. Погожева, А.К. Батурин, И.В. Алешина [и др.] // Клиническая геронтология. – 2017. – Т. 23, № 9–10. – С. 99.

4. Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Камбаров А.О. Анализ ассоциации структуры энергии рациона по макронутриентам и распространения избыточной массы тела и ожирения среди населения России // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 3. – С. 40–53. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10028

5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв. и введ. в действие Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 5 марта 2004 г. [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200037399 (дата обращения: 19.02.2023).

6. Химическая безопасность пищи: развитие методической и нормативной базы / С.А. Хотимченко, И.В. Гмошинский, О.В. Багрянцева, Г.Н. Шатров // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 4. – С. 110–124. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10047

7. Adverse health effects of emerging contaminants on inflammatory bowel disease / X. Chen, S. Wang, X. Mao [et al.] // Front. Public Health. – 2023. – Vol. 11. – P. 1140786. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1140786

8. Association of low-level inorganic arsenic exposure from rice with age-standardized mortality risk of cardiovascular disease (CVD) in England and Wales / L. Xu, D.A. Polya, Q. Li, D. Mondal // Sci. Total Environ. – 2020. – Vol. 743. – P. 140534. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140534

9. Fu Z., Xi S. The effects of heavy metals on human metabolism // Toxicol. Mech. Methods. – 2020. – Vol. 30, № 3. – P. 167–176. DOI: 10.1080/15376516.2019.1701594

10. Gizaw Z. Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review // Environ. Health Prev. Med. – 2019. – Vol. 24, № 1. – P. 68. DOI: 10.1186/s12199-019-0825-5

11. Nutrition in Children and Adolescents / M.R. Corkins, S.R. Daniels, S.D. de Ferranti [et al.] // Med. Clin. North Am. – 2016. – Vol. 100, № 6. – P. 1217–1235. DOI: 10.1016/j.mcna.2016.06.005

12. Relationships between food and diseases: What to know to ensure food safety / M. Gallo, L. Ferrara, A. Calogero [et al.] // Food Res. Int. – 2020. – Vol. 137. – P. 109414. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109414

13. The role of nutrition in influencing mechanisms involved in environmentally mediated diseases / B. Hennig, M.C. Petriello, M.V. Gamble [et al.] // Rev. Environ. Health. – 2018. – Vol. 33, № 1. – P. 87–97. DOI: 10.1515/reveh-2017-0038

Подходы к управлению рисками деятельности предприятий пищевой отрасли в сфере новых требований российского законодательства

Т.В. Мажаева[1,2,3], С.В. Синицына[1], В.И. Козубская[1], Н.Г. Шелунцова[4], О.В. Диконская[4], В.Г. Панов[5]

[1]ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
[3]ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России,
[4]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области,
[5]Институт промышленной экологии УрО РАН,
г. Екатеринбург, Россия

В рамках вступившего в силу закона о государственном контроле (надзоре) предусматривается диверсификация возможностей в применении новых профилактических мер, направленных на повышение качества и безопасности пищевой продукции, способствующие росту доверия потребителя, имиджу предприятия и снижению рисков причинения ущерба охраняемым законном ценностям. Рассматриваются новые подходы к управлению рисками деятельности предприятий пищевой отрасли. Использованы данные результатов контрольных (надзорных) мероприятий Управления Роспотребнадзора по Свердловской области и лабораторных испытаний ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области» за 2016–2022 гг. по предприятиям торговли, общественного питания, пищевой промышленности, результаты анкетирования хозяйствующих субъектов.

Регрессионно-корреляционный анализ показал наличие связи между нарушениями требований технического регламента и неудовлетворительными пробами продукции на предприятиях пищевой отрасли, что может быть показателем оценки достаточности и эффективности соблюдения обязательных требований, невыполнение которых является риском реализации

продукции не соответствующей нормативам по показателям качества и безопасности, выявляемой при проверках. Рассчитан прогноз увеличения количества некачественной продукции при увеличении нарушений требований законодательства. Показана эффективность профилактических мероприятий на примере двух образовательных организаций по показателям: снижение удельного веса нарушений и неудовлетворительных проб. Оценен экономический ущерб хозяйствующих субъектов от изъятой продукции, которая является критерием падения доверия потребителей, и может привести к снижению объемов реализуемой продукции и прибыли.

Представленные данные свидетельствуют о возможности использования существующих в настоящее время профилактических методов с дальнейшим расширением видов мероприятий, включая независимую оценку и страхование. Информация по экономическому ущербу от нарушений обязательных требований позволит предприятиям усилить внимание к выполнению требований законодательства и мотивировать их на управление рисками с применением новых методов самоконтроля и профилактики. Для обоснования валидности данных необходимо продолжать исследования, поиск новых подходов управления деятельностью предприятий пищевой отрасли.

Ключевые слова: управление рисками, деятельность предприятий, профилактические мероприятия.

Контроль и ответственность за обеспечение безопасности пищевой продукции являются одним из приоритетных направлений деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [1].

В отличие от действующего ранее законодательства в рамках вступившего в силу в 2021 г. закона о государственном контроле (надзоре) предусматривается расширение возможностей в применении новых профилактических мер. Одним из подходов к изменению в управлении деятельностью предприятий можно рассмотреть проведенную на государственном уровне оптимизацию нормативно-правовой базы, направленной на отсутствие дублирования обязательных требований, исключение требований, вводящих избыточные условия и обязанности для хозяйствующих субъектов (например, наличие отдельного персонала для уборки туалета), и сохранение требований, ориентированных на предотвращение вредного воздействия биологических, химических и физических факторов, не выполнение которых может способствовать риску реализации некачественной и опасной пищевой продукции. Кроме нормативных документов у хозяйствующих субъектов предусматривается возможность использования руководств, методических рекомендаций, содержащих методики и технологии реализации обязательных требований. Предприятия могут самостоятельно осуществлять контроль своей деятельности путем внедрения системы ХАССП и оценки соблюдения обязательных требований.

В свете нового законодательства Российской Федерации приоритетным в надзорной деятельности является проведение профилактических мероприятий, направленных на стимулирование добросовестного соблюдения требований законодательства контролируемыми лицами и повышение информированности о способах их соблюдения. Одной из причин обращения некачественной и опасной продукции является нарушение обязательных требований. Основным методом их соблюдения является не угроза штрафных санкций со стороны государства, а выполнение профилактических мероприятий, рекомендаций контролирующих органов контролируемыми лицами, их сотрудничество с целью предупреждения нарушений и их вредных последствий [2, 4, 6–9, 13]. На современном этапе актуальным является поиск правильного выбора предмета и объектов контроля, выявление наиболее значимых обязательных требований законодательства в обеспечении безопасности и

применение механизмов снижения риска обращения несоответствующей по качеству и безопасности продукции.

Оценка данных контрольных (надзорных) мероприятий Управления Роспотребнадзора по Свердловской области за 2016–2020 гг. по 5923 предприятиям розничной торговли, 3686 – общественного питания, 433 – пищевой промышленности и исследованных на объектах образцов продукции – 147 395, 84 967, 12 650 (соответственно) показала, что нарушения и некачественная и опасная пищевая продукция установлены на всех исследуемых предприятиях (от 2,3 до 5,6 % и от 2,3 до 4,2 % соответственно).

Результаты оценки по всем предприятиям представлены на рис. 1.

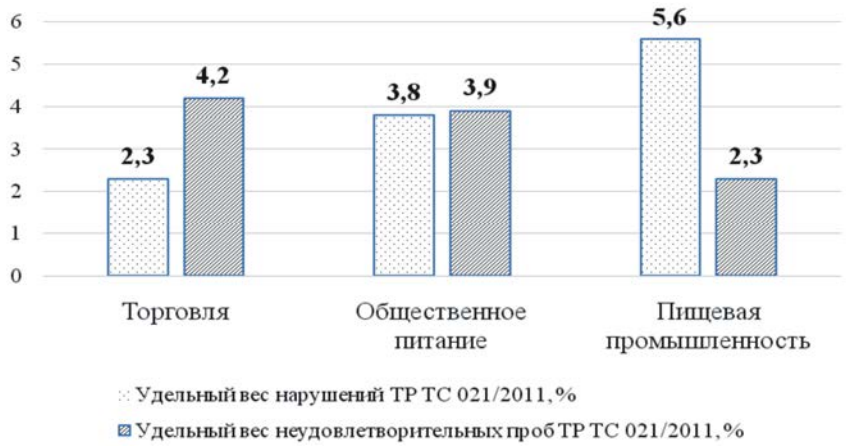


Рис. 1. Удельный вес нарушений требований ТР ТС 021/2011 и неудовлетворительных проб пищевой продукции по предприятиям розничной торговли, общественного питания и пищевой промышленности за 2016–2020 гг.

Из рис. 1 следует, что лидирующие позиции по удельному весу нарушений занимают предприятия пищевой промышленности, а по несоответствующей продукции требованиям к качеству и безопасности – предприятия торговли. Низкий процент неудовлетворительных проб в предприятиях пищевой промышленности можно объяснить возможностью проведения внутреннего, в том числе лабораторного, контроля продукции.

Для выявления влияния нарушений требований ТР ТС 021/2011 на качество и безопасность пищевой продукции по результатам лабораторных испытаний проведен корреляционный анализ по критерию Спирмена, который показал наличие связи между ними от слабой на предприятиях пищевой промышленности и общественного питания ($r = 0{,}38$ и $r = 0{,}45$, $p < 0{,}0001$) до средней в предприятиях розничной торговли ($r =$ от 0,51 $p < 0{,}0001$).

На примере предприятий общественного питания и пищевой промышленности рассчитан прогноз реализации несоответствующей продукции требованиям к качеству и безопасности при увеличении количества нарушений ТР ТС 021/2011, построены диаграммы рассеяния и линии регрессии, представленные на рис. 2, 3.

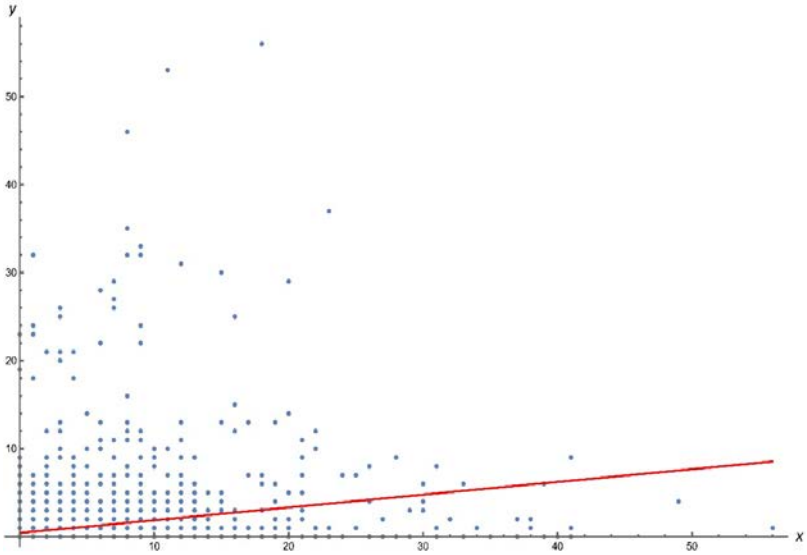


Рис. 2. Диаграмма рассеяния и линия регрессии для оценки связи между несоответствующей продукцией требованиям к качеству и безопасности и нарушениями требований ТР ТС 021/2011 за 2016–2020 гг. в предприятиях общественного питания: *y* – число неудовлетворительных проб, *x* – сумма числа нарушений требований. ТР ТС 021/2011, коэффициенты уравнения регрессии высокозначимы: $p < 0{,}0001$, уравнение регрессии $y = 0{,}145x + 0{,}429$

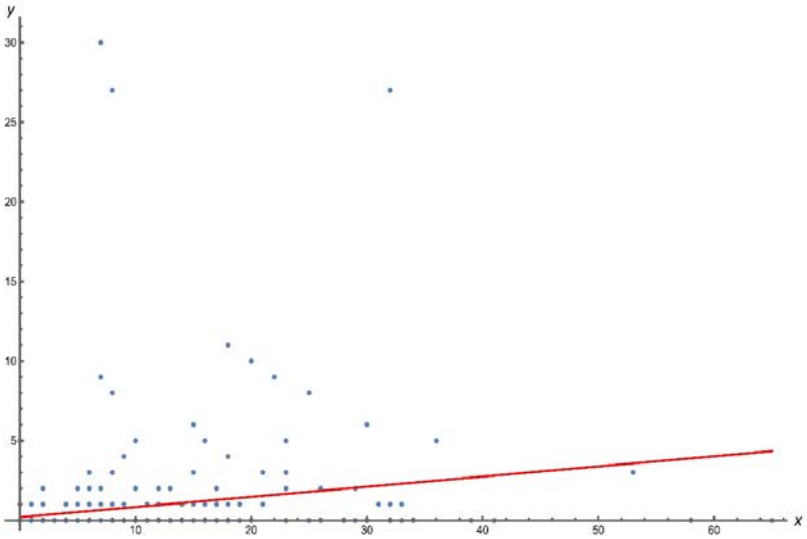


Рис. 3. Диаграмма рассеяния и линия регрессии для оценки связи между несоответствующей продукцией требованиям к качеству и безопасности и нарушениями требований ТР ТС 021/2011 за 2016–2020 гг. в предприятиях пищевой промышленности: *y* – число неудовлетворительных проб, *x* – сумма числа нарушений требований. ТР ТС 021/2011, коэффициенты уравнения регрессии высокозначимы: $p < 0{,}0001$, уравнение регрессии $y = 0{,}064x + 0{,}193$

На рис. 2, 3 показан прогноз увеличения числа неудовлетворительных результатов лабораторных испытаний пищевой продукции на единицу при увеличении числа нарушений ТР ТС 021/2011 на семь пунктов требований – в предприятиях общественного питания и на 16 пунктов – в предприятиях пищевой промышленности.

Кроме того, для всех исследуемых предприятий выявлены типовые нарушения, влияющие на качество и безопасность пищевой продукции. Исходя из полученных данных, прослеживается риск производства и реализации некачественной и опасной продукции при невыполнении требований по соблюдению условий хранения и сроков годности, соответствию маркировки продукции в предприятиях розничной торговли и пищевой промышленности.

Кроме типовых нарушений, важно учитывать особенности предприятий, связанные с технологиями производства, материально-техническим обеспечением, человеческими ресурсами, уровнем образования и компетентности персонала. В связи с этим профилактические мероприятия могут быть наиболее эффективными, так как они ориентированы на конкретные условия предприятия. Учитывая то, что практика применения профилактических мероприятий только нарабатывается, проведена оценка качественных показателей их эффективности на примере двух образовательных учреждений (далее – школа № 1, школа № 2). В данных школах по их заявкам специалистами ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора были проведены обследования помещений и анализ документов с консультированием по корректирующим мероприятиям для устранения несоответствий обязательных требований. Для оценки эффективности профилактических мероприятий использовались следующие критерии:

– снижение удельного веса нарушений обязательных требований на одном и том же объекте;

– снижение удельного веса неудовлетворительных проб на одном и том же объекте.

Проведение оценки эффективности профилактических мероприятий включало три этапа. На первом этапе до проведения профилактических мероприятий обобщены результаты надзорных мероприятий с лабораторными испытаниями пищевой продукции школ № 1 и № 2. Установлено, что в обеих школах не внедрен системный подход к управлению опасностями, связанными с выполнением процедур содержания и мойки производственных помещений, инвентаря, посуды; документирования информации о контролируемых этапах технологических операций и результатах контроля пищевой продукции (план ХАССП); контроля за приемкой, хранением сырья, пищевой продукции и другие.

Стоит заметить, что в школе № 2 при большем количестве нарушений (11) установлено и большее количество неудовлетворительных результатов лабораторных испытаний готовых блюд по показателям качества – 11 из 35 исследуемых проб. При меньшем количестве нарушений (8) в школе № 1 выявлена одна неудовлетворительная проба по безопасности (БГКП) из 147 исследуемых.

На 2-м этапе в целях устранения нарушений, выявленных в данных школах при надзорных мероприятиях, экспертами ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора в 2022 г. проведены профилактические мероприятия с консультированием об обязательных требованиях законодательства, возможных рисках изготовления несоответствующей продукции требованиям к качеству и безопасности, которые сотрудники пищеблока как правило недооценивают, способах снижения рисков.

Например, персоналу разъясняли, что при отсутствии контроля температуры степени готовности блюд из мяса и мяса птицы повышается вероятность бактериального отравления, связанного с несоблюдением температурного режима при приготовлении и раздачи пищи (возможен рост сульфитредуцирующих клостридий, *E. coli*, патогенных, в том числе сальмонелл, и др.). Даны рекомендации по устранению нарушений обязательных требований.

Проведенный на 3-м этапе проведен анализ данных внеплановой проверки Управления Роспотребнадзора по Свердловской области 2022 г. после профилактических мероприятий в школах, который показал наличие положительной тенденции. По результатам лабораторных исследований в рамках внеплановой проверки в обеих школах также отмечается позитивная динамика – не выявлены неудовлетворительные пробы. Удельный вес нарушений нормативной документации и несоответствующих проб продукции до и после проведения профилактических мероприятий представлены в таблице.

Удельный вес нарушений обязательных требований и неудовлетворительных проб школ № 1 и № 2 по результатам контрольных (надзорных) мероприятий до и после проведенных профилактических мероприятий за 2019–2022 гг.

Школа	Удельный вес нарушений НД, %		Удельный вес несоответствующих проб, %	
	2019–2021 (до профилактических мероприятий)	2022 (после профилактических мероприятий)	2019–2021 (до профилактических мероприятий)	2022 (после профилактических мероприятий)
№ 1	0,9	0,3	0,7	0
№ 2	1,3	0,2	31,4	0

Таким образом, можно сказать об эффективности профилактических мероприятий в указанных школах, в результате проведения которых отмечается снижение удельного веса нарушений законодательства (ТР ТС 021/2011 и санитарных правил) на 0,6 % в школе № 1 и на 1,2 % в школе № 2. Стоит отметить повышение качества и безопасности продукции: из 11 исследованных проб блюд в первой школе и 9 проб во второй школе неудовлетворительные результаты отсутствуют.

Кроме того, по проведенным ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора санитарно-эпидемиологическим обследованиям (условно их можно считать одним из профилактических мероприятий) и последующей оценкой их эффективности путем анкетирования 41 хозяйствующего субъекта установлено, что у 100 % респондентов отмечается положительная тенденция в их деятельности; у 41,5 % – снижение нарушений при последующих контрольных (надзорных) мероприятиях и уменьшение жалоб у 19,5 %.

Снижение количества нарушений и не соответствующей по качеству и безопасности продукции приводит к уменьшению экономического ущерба, что можно рассмотреть в качестве мотивации предприятий к выполнению санитарного законодательства. Жалобы потребителей, изъятая пищевая продукция, утилизация и штрафы влекут за собой дополнительные затраты и имущественный ущерб для предприятия [5]. По данным Управления Роспотребнадзора по Свердловской области за 2016–2022 гг. на примере общественного питания рассчитан имущественный ущерб от изъятой из обращения продукции за семь лет, представленный на рис. 4.

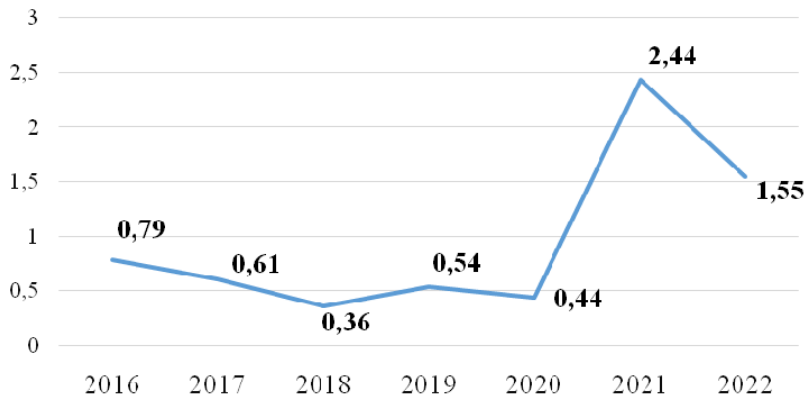


Рис. 4. Имущественный ущерб от изъятой Управлением Роспотребнадзора по Свердловской области из обращения продукции общественного питания за 2016–2022 гг., млн руб.

Из рис. 4 следует, что динамика имущественного ущерба от изъятой несоответствующей продукции нестабильная. Так, в 2021 г. наблюдается резкий рост ущерба на 2 млн руб. (3069 кг) относительно 2020 г., а в 2022 г., по сравнению с 2021 г., – снижение на 0,89 млн руб. (1516 кг). При расчете имущественного ущерба за стоимость 1 кг продукции общественного питания условно принята средняя потребительская цена обеда в столовой, кафе, закусочной и обеда в ресторане на одного человека (по данным Федеральной службы государственной статистики «Росстат»).

Переход на профилактические мероприятия, упрощение административных процедур и применение более перспективных технологий, в основу которых положено сотрудничество между предприятиями и контрольными (надзорными) органами, разъяснение обязательных требований приводит к положительным результатам. Например, в таких странах, как Швеция, Венгрия и Южная Корея и др., в практику деятельности контрольных (надзорных) органов внедряются гибкие технологии, такие как tit-for-tat, демонстрирующие вначале дружелюбный подход, а затем при невыполнении требований – строгие меры воздействия и максимальные санкции [3, 10–12].

При проведении профилактических мероприятий, при которых, как правило, выстраивается доброжелательное взаимодействие специалистов Роспотребнадзора и подконтрольных субъектов, реализуется принцип связи «теории с практикой» без административного наказания. Такое взаимодействие может оказать положительное влияние на деятельность предприятий в особенности общественного питания, где чаще всего у персонала не хватает профессиональных знаний и навыков для соблюдения требований законодательства и руководством недооценивается роль обучения персонала. При консультировании сотрудникам и руководителям предприятий необходимо разъяснять уровень риска, связанного с их деятельностью, который не всегда ими понимается. Данный факт подтверждается зарубежной практикой, например, в Уэльсе при проведении анонимного анкетирования 58 предприятий общественного питания было установлено, что 63 % респондентов несмотря на проведенное обучение и знание требований к гигиене пищевых продуктов, соблюдают не все обяза-

тельные требования из-за недооценки рисков, связанных с обращением пищевой продукции. Периориентация надзорной деятельности на профилактическую направленность позволит изменить контролируемым лицам подход от пассивного ожидания наказания на активное предотвращения нарушений, сосредоточиться на зонах повышенного риска, выполнять профилактические мероприятия, рекомендации контролирующих органов, что положительно скажется на качестве и безопасности пищевой продукции [14, 15].

В рамках профилактической модели управления рисками для здоровья населения, связанными с деятельностью предприятий пищевой отрасли, предоставляется возможность широкого использования различных видов профилактических мероприятий, в том числе рассмотренных в статье. В настоящее время возникает необходимость разработки методов проведения профилактических визитов, которые приведут не только к повышению знаний об обязательных требованиях, но и умению анализировать и управлять рисками. Таким образом профилактические визиты будут мотивировать хозяйствующие субъекты на выполнение требований законодательства, оптимальное использование ресурсов с максимальной выгодой для предприятий, повышение эффективности своей деятельности и снижение вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям.

Список литературы

1. Елисеева Л.Г., Махотина И.А., Калачев С.Л. Обеспечение государственного контроля за безопасностью пищевой продукции в России // Национальная безопасность/nota bene. – 2019. – № 2. – С. 1–14.

2. Зырянов С.М., Калмыкова А. Подходы к оценке эффективности деятельности контрольно-надзорных органов по предупреждению нарушений обязательных требований // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2019. – № 3. – С. 31–66.

3. Зырянов С.М., Калмыкова А.В. Подходы к оценке эффективности деятельности контрольно-надзорных органов по предупреждению нарушений обязательных требований // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2019. – № 3. – С. 31–66.

4. Козубская В.И., Синицына С.В., Мажаева Т.В. Возможные механизмы мотивации участников оборота пищевой продукции в ее качестве и безопасности // Food industry. – 2019. – Т. 4, № 1. – С. 63–71.

5. Оценка экономического ущерба потребителя и хозяйствующего субъекта при обращении недоброкачественной пищевой продукции / Т.В. Мажаева [и др.] // Food industry. – 2021. – Т. 6, № 3. – С. 34–43.

6. Переседов А.М. Понятие административно-правовой превенции в современной юридической мысли // Административное право и процесс. – 2021. – № 6. – С. 26–29.

7. Переседов А.М. Принципы административно-правовой превенции в контрольной (надзорной) деятельности // Административное право и процесс Учредители: ООО Издательская группа Юрист. – № 10. – С. 44–47.

8. Смирнова Е.Н. К вопросу о реализации мероприятий по профилактике нарушений обязательных требований при проведении реформы контрольной и надзорной деятельности // Вестник Нижегородского университета им. НИ Лобачевского. – 2018. – №. 6. – С. 145–149.

9. Смирнова Е.Н. О некоторых вопросах совершенствования законодательства Российской Федерации о комплексной профилактике нарушений обязательных требований при осуществлении государственного контроля (надзора) // Юридическая наука. – 2019. – № 8. – С. 106–109.

10. Bavorová M., Hirschauer N. Producing compliant business behaviour: disclosure of food inspection results in Denmark and Germany // Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. – 2012. – Vol. 7. – P. 45–53.

11. Blanc F. From chasing violations to managing risks: origins, challenges and evolutions in regulatory inspections. – Edward Elgar Publishing, 2018. – P. 310–313.12

12. Buckley J.A. Food safety regulation and small processing: A case study of interactions between processors and inspectors // Food Policy. – 2015. – Vol. 51. – P. 74–82.

13. Defining Food Safety Inspection / J. Barnes [et al.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2022. – Vol. 19, № 2. – P. 789.

14. Food handlers' beliefs and self-reported practices / D.A. Clayton [et al.] // International journal of environmental health research. – 2002. – Vol. 12, № 1. – P. 25–39.

15. Liu Z., Mutukumira A.N., Chen H. Food safety governance in China: From supervision to coregulation // Food science & nutrition. – 2019. – Vol. 7, № 12. – P. 4127–4139.

Совершенствование порядка отнесения объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска

И.В. Май, Э.В. Седусова

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

Осуществлена разработка предложений по совершенствованию порядка отнесения объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска причинения вреда здоровью. Объектами исследования являлись ФЗ-248 о государственном контроле (надзоре), действующее положение о санитарно-эпидемиологическом надзоре (утв. Постановлением Правительства РФ от 30.06.2021 № 1100), методические рекомендации по категорированию объектов санитарно-эпидемиологического надзора (МР 5.1.0116-17), положения о контроле иных ведомств.

В работе обозначены изменения в законодательстве о государственном контроле (надзоре), обусловливающие необходимость пересмотра нормативных правовых и методических актов, регламентирующих порядок отнесения объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска; отражен опыт контрольно-надзорных органов в различных сферах деятельности.

Подготовлены предложения в нормативно-методические документы для обеспечения возможности присвоения категории риска не только деятельности контролируемого лица, но и используемым ими производственным объектам с учетом масштаба их воздействия; для изменения категории риска объекта в пределах одного шага от категории риска, присво-

енной по результатам расчета риска; для периодического пересмотра значений показателей для расчета риска причинения вреда здоровью подконтрольным объектом; для обеспечения учета добросовестности поднадзорных объектов в качестве критерия отнесения объектов надзора к категориям риска.

Ключевые слова: санитарно-эпидемиологический надзор, добросовестность, контрольно-надзорные мероприятия, категория риска, контролируемые лица, производственные объекты.

В 2016 г. при организации санитарно-эпидемиологического надзора начали использовать риск-ориентированный подход. Контрольно-надзорные мероприятия проводились в соответствии с Федеральным законом от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», Постановлением Правительства РФ от 17.08.2016 № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации». Для реализации риск-ориентированного подхода при осуществлении санитарно-эпидемиологического надзора были разработаны и внедрены МР 5.1.0116-17 «Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий» [6].

Вступивший в силу с 1 июля 2021 г. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации»:

– расширил перечень подконтрольных объектов;
– расширил перечень видов контрольно-надзорных мероприятий;
– сократил число документарных и выездных проверок и сроки их проведения;
– установил приоритет проведения профилактических мероприятий;
– включил оценку добросовестности подконтрольных объектов [8].

Внесение изменений в законодательство о государственном контроле (надзоре) обусловливает необходимость пересмотра нормативных правовых и методических актов, регламентирующих организацию плановых проверок и отнесение объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска.

Цель исследования – разработка предложений по совершенствованию порядка отнесения объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска причинения вреда здоровью с учетом требований ФЗ-248 и опыта контрольно-надзорных органов в различных сферах деятельности.

Материалы и методы. При разработке предложений учитывали изменения в законодательстве о государственном контроле (надзоре), действующее положение о санитарно-эпидемиологическом надзоре, методические рекомендации по категорированию объектов санитарно-эпидемиологического надзора, положения иных контрольно-надзорных органов.

Результаты. До 2016 г. контрольно-надзорная деятельность осуществлялась в соответствии с ФЗ-294. Вступивший в силу в 2021 г. ФЗ-248 значительно изменил порядок организации контрольно-надзорных деятельности [7].

Во-первых, до 2016 г. контрольно-надзорная деятельность осуществлялась в отношении деятельности юридического лица, индивидуального предпринимателя и (или) используемых ими при осуществлении такой деятельности производственных

объектов. С июля 2021 г. перечень подконтрольных объектов расширился: к деятельности граждан и организаций добавились результаты деятельности, в том числе продукция, работа, услуги, а также производственные объекты. Изменение законодательства о контроле (надзоре) обусловило необходимость пересмотра положений о контрольно-надзорной деятельности органов власти.

В настоящее время во исполнение ФЗ-248 органы пожарного надзора определяют категорию риска конкретного объекта с учетом уровней тяжести потенциальных негативных последствий пожара. Органы надзора в области промышленной безопасности присваивают класс опасности производственным объектам, эксплуатируемым юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

Для реализации положений ФЗ-248 при осуществлении санитарно-эпидемиологического надзора было подготовлено положение о федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом контроле (надзоре), утвержденное Постановлением Правительства РФ от 30.06.2021 № 1100 [5].

Внесение изменений в законодательство о государственном контроле (надзоре), в том числе о санитарно-эпидемиологическом надзоре, обусловливает необходимость актуализации подходов к категорированию подконтрольных объектов, присвоения категории риска не только видам деятельности, но и производственным объектам, используемым для осуществления деятельности.

Во-вторых, ФЗ-248 и Постановление Правительства РФ от 30.06.2021 № 1100 предусматривает изменение категории риска объекта, но не содержат порядок повышения и понижения категории при каждой последующей проверке. В связи с этим особую актуальность приобретает необходимость внесения изменений в нормативно-методическую базу Роспотребнадзора, разъясняющих возможность изменения категории в пределах одного шага от базовой категории риска, присвоенной по результатам расчета риска причинения вреда здоровью.

В-третьих, Постановление Правительства РФ от 30.06.2021 № 1100 закрепило значения показателей вероятности нарушений санитарно-эпидемиологических требований при осуществлении определенного вида деятельности и показателей потенциального вреда для здоровья человека из-за возможного несоблюдения требований при осуществлении определенного вида деятельности. Отсутствие возможности изменения показателей для расчета риска делает систему категорирования статичной, не учитывающей изменения санитарно-эпидемиологической ситуации. Для придания системе категорирования динамичности необходимо предусмотреть в правовых актах о санитарно-эпидемиологическом надзоре возможность периодического пересмотра значений показателей для расчета риска причинения вреда здоровью.

В-четвертых, ФЗ-248 провозгласил приоритет проведения профилактических мероприятий по отношению к контрольно-надзорным, а также необходимость учета категории риска при организации не только контрольных, но и профилактических мероприятий. Положением о санитарно-эпидемиологическом надзоре были утверждены формы профилактических мероприятий, но не закреплено требование учета категории риска при планировании и проведении профилактических мероприятий. В связи с этим важно дополнить нормативно-методические документы положениями об использовании категории риска подконтрольных объектов при планировании профилактических мероприятий.

Одной из новелл ФЗ-248 стало введение в качестве одного из критериев отнесения подконтрольных объектов к категории риска – добросовестности подконтрольных объектов. Для оценки добросовестности подконтрольного объекта учитывается следующее:

1) осуществление подконтрольным объектом мероприятий по снижению риска причинения вреда и предотвращению вреда охраняемым законом ценностям;

2) наличие внедренных сертифицированных систем внутреннего контроля в соответствующей сфере деятельности;

3) предоставление подконтрольным объектом доступа надзорному органу к своим информационным ресурсам;

4) независимая оценка соблюдения обязательных требований;

5) добровольная сертификация, подтверждающая повышенный необходимый уровень безопасности охраняемых законом ценностей;

6) наличие у подконтрольного объекта договора добровольного страхования рисков причинения вреда, объектом которого являются имущественные интересы подконтрольного объекта, связанные с его обязанностью возместить вред охраняемым законом ценностям, причиненный вследствие нарушения подконтрольным объектом обязательных требований.

ФЗ-248 предусматривает установление порядка оценки добросовестности подконтрольных объектов положением о виде контроля. Некоторыми федеральными контрольно-надзорными органами оценка добросовестности подконтрольных объектов для отнесения объектов к категории риска не применяется (например, при федеральном государственном контроле (надзоре) в области транспортной безопасности).

При этом большинство федеральных контрольно-надзорных органов разработали критерии оценки добросовестности для изменения категории риска подконтрольных объектов. Например, в рамках государственного надзора в области промышленной безопасности при организации проведения плановых выездных проверок Росприроднадзором учитываются результаты оценки добросовестности. В случае соответствия юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, эксплуатирующих опасные производственные объекты, критериям оценки добросовестности, изменяется периодичность проведения плановых выездных проверок [3]. При оценке добросовестности в рамках государственного надзора в области промышленной безопасности учитывается следующая информация: 1) отсутствие в течение 5 лет до даты проведения оценки на опасном производственном объекте аварий и инцидентов, несчастных случаев; 2) наличие системы управления промышленной безопасностью; 3) соблюдение обязательных требований к страхованию гражданской ответственности за причинение вреда в результате аварии или инцидента на опасном производственном объекте.

В рамках федерального государственного ветеринарного контроля (надзора) предусмотрено повышение категории риска подконтрольного объекта при наличии вступившего в законную силу в течение года, предшествующего дате принятия решения об отнесении подконтрольного объекта к категории риска, постановления о привлечении к административной ответственности за совершенное на подконтрольном объекте административное правонарушение с назначением административного наказания за совершение административных правонарушений [2].

В рамках государственного пожарного надзора в целях определения категории риска используют индекс индивидуализации подконтрольного объекта, учитывающий критерии добросовестности подконтрольного объекта. В качестве критериев добросовестности в рамках пожарного надзора используются:

– наличие положительного заключения аудита пожарной безопасности;

– обеспечение доступа у надзорного органа к системам видеонаблюдения объекта для проведения регулярного дистанционного мониторинга соблюдения требований пожарной безопасности;

– обеспечение круглосуточного мониторинга работоспособности автоматических систем противопожарной защиты [4].

Положением о санитарно-эпидемиологическом надзоре не определены критерии добросовестности. Внесение в законодательство о государственном контроле (надзоре) термина «добросовестность» обусловливает необходимость учета критерия добросовестности при категорировании объектов санитарно-эпидемиологического надзора. В качестве критериев оценки добросовестности при осуществлении санитарно-эпидемиологического надзора рекомендуется рассматривать сведения:

– о реализации подконтрольным объектом мероприятий по снижению риска причинения вреда и предотвращению вреда жизни и здоровью населения;

– наличии внедренных систем внутреннего контроля соблюдения санитарно-эпидемиологических требований;

– предоставлении подконтрольным объектом доступа надзорному органу к своим информационным ресурсам;

– проведении независимой оценки соблюдения санитарно-эпидемиологических требований (санитарно-эпидемиологического аудита) [1];

– наличии документа о добровольной сертификации, подтверждающей безопасность для жизни и здоровья населения.

Предлагается использовать соответствие критериям оценки добросовестности для снижения категории риска подконтрольного объекта.

Выводы. Подготовлены предложения по совершенствованию порядка отнесения объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска с учетом требований ФЗ-248 и опыта федеральных контрольно-надзорных органов в различных сферах деятельности.

В целях совершенствования порядка отнесения объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска необходимо дополнить нормативно-методические документы Роспотребнадзора:

– порядком планирования контрольно-надзорных мероприятий как для контролируемого лица, так и для используемых им производственных объектов, что позволит надзорному органу выходить на плановые проверки с частотой, обеспечивающей постепенный и полный охват всех производственных объектов контролируемого лица;

– положениями об изменении категории риска объекта надзора в пределах одного шага от категории риска, присвоенной по результатам расчета риска причинения вреда здоровью;

– положениями о периодическом пересмотре значений показателей для расчета риска причинения вреда здоровью подконтрольными объектами;

– положениями о необходимости учета добросовестности контролируемых лиц в качестве критерия отнесения объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска, а также закрепить порядок снижения категории риска при соответствии критериям оценки добросовестности;

– положениями об учете категории риска подконтрольных объектов при планировании профилактических мероприятий.

Список литературы

1. Май И.В., Седусова Э.В., Лебедева Т.М. Санитарно-эпидемиологический аудит в России и за рубежом: проблемы и перспективы развития (аналитический обзор) // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 135–143.

2. О федеральном государственном ветеринарном контроле (надзоре): Постановление Правительства РФ от 30 июня 2021 года № 1097 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/607148292 (дата обращения: 03.04.2023).

3. О федеральном государственном надзоре в области промышленной безопасности: Постановление Правительства РФ от 30.06.2021 № 1082 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902135756 (дата обращения: 03.04.2023).

4. О федеральном государственном пожарном надзоре: Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902341612 (дата обращения: 03.04.2023).

5. О федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом контроле (надзоре): Постановление Правительства РФ от 30.06.2021 № 1100 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/607148291 (дата обращения: 03.04.2023).

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

7. Санитарно-эпидемиологический надзор: новый этап развития в условиях цифровизации и правовых изменений / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 2. – С. 4–16.

8. Сводный доклад о государственном контроле (надзоре), муниципальном контроле в Российской Федерации в 2021 году [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/svodnyy_doklad_o_gosudarstvennom_kontrole_nadzore_municipalnom_kontrole_v_rossiyskoy_federacii_v_2021_godu.html (дата обращения: 03.04.2023).

Аналитические возможности спектральных методов при разработке методики определения меди и цинка в атмосферном воздухе

А.Е. Николаева, К.О. Гилева, А.В. Недошитова

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

Мониторинг атмосферного воздуха является важным аспектом экологии, так как качество атмосферного воздуха напрямую влияет на здоровье людей и животных. Актуальность работы обусловлена необходимостью совершенствования методов аналитических исследований загрязнения атмосферного воздуха с целью расширения диапазонов определения концентраций меди и цинка в соответствии с современными гигиеническими требованиями, содержащимися в СанПиН 1.2.3685-21. Медь и цинк относятся к техногенным элементам, 50 % частиц в воздухе имеют диаметр < 0,5 мкм и могут накапливаться в легких человека и оказывать выраженное токсическое воздействие. В СанПиН 1.2.3685-21 внесены изменения с учетом новых российских и зарубежных экспериментальных и эпидемиологических данных, в частности, установлены нормативы среднегодовых ПДК на уровне порога чувствительности по меди и цинку действующей методики, ранее разработанной в лаборатории методов элементного анализа ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», что требует существенного снижения достигнутого к настоящему времени нижнего предела определения содержания данных элементов в атмосферном воздухе.

Осуществлена отработка условий подготовки аэрозольных фильтров для обеспечения широкого диапазона измеряемых концентраций меди и цинка в атмосферном воздухе. Проведены исследования по выбору аэрозольных фильтров и их подготовки для перевода меди и цинка в раствор с помощью «сухого» и «мокрого» озоления. Выполнено сравнение пределов определения различными инструментальными методами: атомно-абсорбции с пламенной атомизацией и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Полученные научно-практические результаты имеют значение для развития методической базы природоохранной деятельности, повышения эффективности экологического контроля, снижения риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: атмосферный воздух, медь, цинк, пробоподготовка, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, атомно-абсорбция с пламенной атомизацией.

Пыль, которая образуется выветриванием почв и горных пород, является основным естественным источником формирования атмосферных аэрозолей (до 80 % от общей массы), причем металлы, поступающие в атмосферу именно таким способом, присутствуют в основном в виде алюмосиликатов, оксидов, фосфатов и карбонатов [6].

Антропогенные загрязняющие вещества отличаются от естественных более сложным составом [2, 6]. Наибольший вклад в загрязнение воздуха вносят предприятия черной и цветной металлургии, а также теплоэнергетика. В пылегазовых выбросах такого типа содержится большое количество нерастворимых соединений тяжелых металлов, более 50 % которых приходится на долю оксидов [6].

В работе [7] сообщается о токсичности наночастиц оксида меди. Механизм токсического действия включает повышенную клеточную проницаемость эритро-

цитов, ингибирование глутатионредуктазы, снижение концентрации внутриклеточного восстановленного глутатиона, агглютинацию. Гепатотоксичность меди и ее соединений связана со способностью повышать проницаемость мембран митохондрий. Интоксикация ионами меди сопровождается гемолизом эритроцитов.

Субхроническое воздействие наночастиц оксида цинка на организм является более опасным по сравнению с наночастицами оксида меди. Вдыхание паров цинка в течение 4–6 ч во время сварки или гальванизации стало приводить к возникновению «литейной лихорадки» [10]. Риску подобного заболевания подвержены рабочие плавильных печей, рабочие на верфях, переработчики металлического сырья, специалисты-гальваники, полировщики металлов.

В РФ существует не менее 12 методик определения металлов в атмосферном воздухе, однако они не обладают достаточной чувствительностью и диапазоном определяемых концентраций для контроля среднесуточных ($ПДК_{сс}$) и среднегодовых ($ПДК_{сг}$) ПДК [4, 7, 8].

Ранее в лаборатории методов элементного анализа ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН» была разработана и утверждена методика определения 19 приоритетных элементов в атмосферном воздухе методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) МУК 4.1.3481-17 [3]. Показатели точности методики составляют от 14 до 21 % [5].

В новых санитарных правилах СанПиН 1.2.3685-21 [9] $ПДК_{сг}$ для оксида меди (в пересчете на медь) составляет 0,00002 мг/м^3, а $ПДК_{сс}$ и $ПДК_{сг}$ для оксида цинка (в пересчете на цинк) 0,05 и 0,035 мг/м^3 соответственно. Необходимо расширить диапазоны определения концентраций меди и цинка в атмосферном воздухе в соответствии с гигиеническими нормативами.

Цель исследования – отработка условий подготовки аэрозольных фильтров для обеспечения широкого диапазона измеряемых концентраций меди и цинка в атмосферном воздухе**.**

Материалы и методы. Количественное определение меди и цинка в пробах воздуха проводили методом ИСП-МС на приборе Agilent 7900 (Agilent Technologies, Сингапур) с октопольной реакционно-столкновительной ячейкой (ORS). Максимальная мощность генератора плазмы – 1600 Вт. Пробы вводили с помощью двухканальной распылительной камеры Скотта при температуре 2 ^{o}C. Скорость подачи образца в распылительную камеру – 0,4 мл/мин. Скорость работы детектора была $\geq$ 100 мкс на 1 ион. Для настройки использовался раствор Li, Mg, Y, Ce, Tl, Co в 2%-ной азотной кислоте с концентрацией 1 мкг/л для каждого элемента (Tuning Solution, США). Соотношения $^{140}Ce^{16}O^{+}/^{140}Ce^{+}$ составляли < 1,5 %, а для $^{140}Ce^{2+}/^{140}Ce^{+}$ < 5 %. Использовали жидкий аргон высокой чистоты 99,99 % (ТУ-2114-005-00204760-99). Максимальная скорость потока аргона – 20 л/мин, давление в канале подводки газа – 700 ± 20 кПа, $T_{плазмы}$ = 8000–10 000 К. Рабочие стандартные градуировочные растворы готовили из многоэлементного стандартного раствора (Multi-element Calibration Standart 2A, США), содержащего 25 элементов с концентрацией 10 мг/л в 5 % азотной кислоты. Для подготовки проб и приготовления градуировочных растворов использовали особо чистую азотную кислоту (Nitric acid 69 %, Sigma-Aldrich, США). Концентрации градуировочных растворов для определения меди и цинка составили 0,0; 0,1; 0,5; 1,0; 5,0; 10,0; 50,0 мкг/л. Для приготовления растворов внутреннего стандарта (Internal Standard Mix, США) использовали комплексный стандартный раствор ^{209}Bi, ^{73}Ge, ^{115}In, ^{6}Li, ^{45}Sc, ^{159}Tb, ^{89}Y с концентрацией 10 мг/л в 5 % азотной кислоты.

Параллельно количественное определение меди и цинка в пробах воздуха проводили методом атомно-абсорбции с пламенной атомизацией (ААС) на приборе AAnalyst 400 (Perkin Elmer Inc., США). Калибровочные растворы были приготовлены из растворов ГСО (Россия), содержащие 1 г/л определяемых ионов меди и цинка в азотной кислоте.

Для подготовки к анализу лабораторной посуды из тефлона, кварца и пластика использовали ультразвуковую мойку Elmasonic S 100H (Германия). Посуду выдерживали 3–4 раза в дистиллированной воде при 45–50 ^{o}C по 10 мин со сменой жидкости, затем 30 мин в растворе азотной кислоты 1:5, затем промывали в дистиллированной воде 3–4 раза по 10 мин со сменой жидкости. Для очистки воды использовали систему Milli-Q Integral (Франция).

Отбор проб воздуха следует осуществлять согласно ГОСТ 17.2.3.01 [1]. Материал для сбора аэрозольных частиц выбирают в зависимости от метода анализа и применяемого пробоотборника [2]. Подготовка проб к анализу определяется типом аэрозольного фильтра. При контроле содержания металлов в атмосфере и воздухе рабочей зоны в основном применяют аналитические фильтры АФА. Содержание элементов в фильтрах должно быть минимальным, так как оно может внести существенный вклад в холостую пробу, от результата анализа которой зависит нижний предел обнаружения массовых концентраций элементов в атмосферном воздухе. Были рассчитаны пределы определения (*LOQ*) для различных фильтров (табл. 1).

Таблица 1

Пределы определения (*LOQ*, 10σ) для фильтров АФА, мкг/л

Элемент	АФА-ХА-20	АФА-ВП-20	АФА-ХП-20
Медь	1,9	2,2	3,4
Цинк	9,2	6,4	10,0

Из данных таблицы видно, что содержание меди в фильтрах АФА-ХА и АФА-ВП ниже, чем АФА-ХП, в 1,5 раза. Содержание цинка в фильтрах АФА-ХП измерено на уроне 10 мкг/дм^3. При предусматриваемых низких массовых концентрациях меди в атмосферном воздухе (< 0,00015 мг/м^3) следует использовать фильтры АФА-ХА и АФА-ВП, обеспечивающие более низкий предел определения.

Результаты. *Разложение проб при «сухом» озолении* проводили в муфельной печи ПДП-18М, ТУ 3443-001-3630408 (Россия). Фильтры АФА-ХП с точными навесками CuO (чда, ГОСТ 16539-79) и ZnO (хч, ГОСТ 10262-73) помещали в кварцевые стаканчики, приливали 0,1 мл этилового спирта, добавляли около 10 мг сухого аммония сульфата (хч, ГОСТ Р 51652-2000) или 0,5 мл 20 %-го раствора аммония сульфата в деионизованной воде. Стаканчики устанавливали в холодную муфельную печь и сжигали в три этапа. Первый этап проходил 40–60 мин при температуре 100 ^{o}C, второй этап – 40–60 мин при температуре 250 ^{o}C, третий этап – 3–3,5 ч при температуре 450–500 ^{o}C. Образовавшуюся золу смачивали 0,3–0,5 мл концентрированной азотной кислоты (плотность – 1,415 г/мл), нагревали на песчаной бане и упаривали до состояния влажных солей. После охлаждения остаток растворяли в 5 мл 1%-ной азотной кислоты, переносили в мерную полипропиленовую пробирку вместимостью 15 мл, 2–3 раза ополаскивали стаканчик 1 мл 1%-ной азотной ки-

слоты, перенося каждый смыв в пробирку, объем доводили до 10 мл 1%-ной азотной кислоты, закрывали пробирку, перемешивая пробу. Результаты измерений меди и цинка на фильтрах методом ААС и ИСП-МС представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты анализов образцов фильтров АФА-ХП с навесками CuO и ZnO после пробоподготовки методом сухого озоления в муфельной печи

№ фильтра	Ингредиент	Масса навески, мг	Степень извлечения, %	
			ААС	ИСП-МС
1	CuO	1,25	97,5	114,5
	ZnO	1,30	86,0	83,3
2	CuO	1,47	74,8	85,3
	ZnO	1,49	89,0	78,9
3	CuO	1,49	75,2	85,1
	ZnO	1,25	95,5	94,1
4	CuO	1,34	71,0	82,0
	ZnO	1,22	92,6	90,4
5	CuO	1,19	75,3	80,0
	ZnO	1,32	96,3	101,2
6	CuO	12,74	77,0	84,3
	ZnO	12,60	71,0	68,8
7	CuO	12,55	84,0	92,3
	ZnO	12,52	76,0	71,2
8	CuO	25,68	72,0	81,6
	ZnO	25,85	72,0	70,5
9	CuO	25,60	68,0	81,6
	ZnO	25,32	79,0	75,3

Определено, что средняя доля извлечения меди из фильтрующего материала АФА-ХП, измеренная методом ААС, составляет 77,3 %, а методом ИСП-МС – 87,4 %, достоверность различий составляет $p = 0{,}043$. При данном способе пробоподготовки для АФА-ХП метод ИСП-МС является приоритетным.

Доля извлечения цинка из фильтрующего материала АФА-ХП методом ААС составляет 84,2 %, методом ИСП-МС – 81,5 %, достоверность различий составляет $p = 0{,}611$.

Методом ИСП-МС было изучено влияние массы навески на процент извлечения исследуемых элементов. При увеличении массы навески меди не установлено достоверных различий ($p = 0{,}538$). При увеличении массы навески процент извлечения цинка снизился с 89,6 до 71,4 ($p = 0{,}003$).

Изучение отсутствия сульфата аммония, добавляемого для исключения вспенивания пробы в ходе эксперимента, представлено в табл. 3. Доля извлечения меди при использовании метода ААС снижается до 45,7–55,5 %. Доля извлечения цинка снижается до 44,4–50,7 %. При использовании метода ИСП-МС процент извлечения меди снижается до 52,6–65, а цинка – до 38–45,2 соответственно.

Для микроволнового разложения проб использовали фильтры АФА-ХА. Подготовку проб проводили в системе микроволнового разложения Multiwave Go (Австрия, Европа). Разложение осуществляли в реакционных сосудах высокого давления HVT50, изготовленных из PTFE-TFM, рассчитанных на максимальное давле-

ние 20 бар и температуру 250 ºС. Фильтры с навесками оксидов металлов помещали в реакционные сосуды, добавляли 5 мл концентрированной азотной кислоты и минерализовали пробы 40 мин при температуре не менее 180 ºС (этап нагревания – 20 мин, этап поддержания рабочей температуры – 10 мин, этап охлаждения – 10 мин). Минерализованную пробу переносили в мерную полипропиленовую пробирку вместимостью 15 мл, 2–3 раза ополаскивали, встряхивая с 1 мл деионизованной воды, и переносили каждый смыв в пробирку. Объем пробы доводили до 10 мл деионизованной водой. Результаты измерений меди и цинка на фильтрах методом ААС и ИСП-МС приведены в табл. 4.

Таблица 3

Результаты анализа образцов фильтров АФА-ХП с навесками CuO и ZnO после пробоподготовки в муфельной печи без сульфата аммония

№ навески	Ингредиент	Масса навески, мг	Степень извлечения, %	
			ААС	ИСП-МС
1	CuO	1,45	55,5	65,0
	ZnO	1,16	45,4	43,2
2	CuO	1,67	54,6	63,2
	ZnO	1,52	50,7	45,2
3	CuO	1,35	45,7	52,6
	ZnO	1,62	44,4	38,7

Таблица 4

Результаты анализов образцов фильтров АФА-ХА с навесками CuO и ZnO после пробоподготовки в микроволновой системе

№ фильтра	Ингредиент	Масса навески, мг	Степень извлечения, %	
			ААС	ИСП-МС
1	CuO	0,95	85,0	107,6
	ZnO	0,93	82,0	101,3
2	CuO	1,97	72,0	105,2
	ZnO	1,18	76,0	97,4
3	CuO	1,77	75,0	100,9
	ZnO	1,54	76,0	103,4
4	CuO	2,47	72,0	92,1
	ZnO	2,59	80,0	79,9
5	CuO	2,56	81,0	92,7
	ZnO	2,52	82,0	93,0
6	CuO	2,96	72,0	79,7
	ZnO	3,04	66,0	92,1
7	CuO	3,40	80,9	90,9
	ZnO	5,00	82,3	100,2

Установлено, что средняя доля извлечения меди из фильтрующего материала АФА-ХА, измеренная методом ААС, составляет 76,84 %, а методом ИСП-МС – 97,77 %, достоверность различий составляет $p = 0{,}00001$. Средняя доля извлечения цинка методом ААС составляет 77,76 %, а методом ИСП-МС – 93,55 % соответственно, достоверность различий составляет $p = 0{,}0035$. Таким образом, при данном способе пробоподготовки для фильтров АФА-ХА метод ИСП-МС является приоритетным.

При изучении влияния массы навески на степень извлечения меди методом ААС было установлено снижение степени извлечения с 85 до 75 %. Степень извлечения цинка при увеличении массы навески также снижалась с 82 до 76 %. При изучении влияния массы навески на степень извлечения элементов методом ИСП-МС также наблюдалось снижение степени извлечения для меди с 107,6 до 93,2 % и цинка – с 101,3 до 84,2 %.

Кислотное растворение с применением лабораторной системы HotBlock (США) в закрытых пробирках использовали для разложения фильтров типа АФА-ХА. Неэкспонированные фильтры АФА-ХП с точными навесками CuO и ZnO помещали в полипропиленовые пробирки, добавляли 1 мл концентрированной азотной кислоты. Пробирки закрывали крышками и выдерживали в системе HotBlock при температуре около 90 ºС в течение 15–60 мин. Затем пробирки вынимали из системы, охлаждали до комнатной температуры и разбавляли деионизованной водой до 10 мл.

При времени выдержки пробы в термоблоке 15 мин степень извлечения меди методом ААС и ИСП-МС составила 1,5 %, цинка – 10 %. При увеличении навески CuO и ZnO на фильтре в 2 раза степень извлечения при определении меди составила 15,7 % при использовании различных методов измерения.

При времени выдержки пробы в термоблоке 30 мин степень извлечения меди методом ААС и ИСП-МС увеличилась до 23,3 %, цинка – до 30 %. При увеличении навески CuO и ZnO на фильтре в 2 раза не наблюдалось достоверных различий при использовании различных методов измерения.

При времени выдержки пробы в термоблоке 60 мин степень извлечения меди методом ААС и ИСП-МС увеличилась до 44 %. При увеличении навески CuO и ZnO на фильтре в 2 раза степень извлечения меди снизилась до 11,5 % при использовании различных методов измерения.

Установлено, что при использовании метода ААС с увеличением времени выдержки пробы в термоблоке в течение 15, 30 и 60 мин степень извлечения меди снижается с 90 до 75,5 и 67 %, а для цинка степень извлечения составляет 89, 78 и 83 % соответственно. При использовании метода ИСП-МС степень извлечения меди увеличивается с 91,5 до 98,8 и 111,2 %, а для цинка степень извлечения составляет 99,2, 112,2 и 83 % соответственно.

Установлен средний процент извлечения меди и цинка при изучении влияния массы навески без фильтра. При увеличении массы навески в 2,5 раза для метода ААС процент извлечения меди и цинка снижается, средний процент извлечения меди составил 86,7, цинка – 88,4. При использовании метода ИСП-МС достоверных различий не обнаружено.

При изучении влияния массы навески (без фильтра), условия выдержки проб в термоблоке – 30 мин при 90 ºС – был установлен средний процент извлечения меди – 86,7 и цинка – 88,4 для метода ААС. В этом же эксперименте методом ИСП-МС был получен средний процент извлечения меди – 93,7 и цинка – 103,6. При увеличении навески в 2,5 раза средний процент извлечения меди составил 77, а цинка – 81,95 (метод ААС). При использовании метода ИСП-МС средний процент извлечения меди равен 93,85, цинка – 93,69. Таким образом, при увеличении массы навески процент извлечения меди и цинка снижается для метода ААС, а для метода ИСП-МС достоверных различий не обнаружено.

Выводы. В ходе выполнения работы были отработаны условия подготовки аэрозольных фильтров, установлены проценты извлечения меди и цинка из фильт-

рующего материала АФА-ХА методами ИСП-МС и ААС в зависимости от внесенной концентрации элемента и условий подготовки проб: выдержки в муфельной печи, термоблоке или микроволновом извлечении. Результаты данного исследования обеспечивают необходимый диапазон и точность для обеспечения выполнения на территории РФ современных санитарно-гигиенических нормативов, содержащихся в измененной редакции СанПиН 1.2.3685-21 [9].

Список литературы

1. ГОСТ 17.2.3.01-86. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов / введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10 ноября 1986 г. № 3395 01.01.87. – М.: Издательство стандартов, 1987.

2. Контроль состава сварочных аэрозолей (обзор) / Е.Н. Коржова, Т.В. Степанова, С. Ладоусамба, А.Н. Смагунова // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2015. – Т. 81, № 7. – С. 6–18.

3. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой в современных гигиенических исследованиях атмосферного воздуха / Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, Е.В. Стенно [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 4. – С. 461–467. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-4-461-467

4. Методические подходы к обработке результатов лабораторного мониторинга качества атмосферного воздуха для целей проведения оценки риска здоровью / Е.Л. Овчинникова, С.В. Никитин, А.С. Колчин [и др.] // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2022. – Т. 30, № 3. – С. 36–43. DOI: 10.35627/2219-5238/2022-30-3-36-43

5. МУК 4.1.3481-17. Измерение массовых концентраций химических элементов в атмосферном воздухе методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой / утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом РФ 15.06.2017. – М., 2018.

6. Определение неорганических загрязнителей в аэрозолях воздуха / Е.Н. Коржова, О.В. Кузнецова, А.Н. Смагунова, М.В. Ставицкая // Журнал аналитической химии. – 2011. – Т. 66, № 3. – С. 228–246.

7. Оценка комбинированной и сравнительной токсичности наночастиц оксида цинка и оксида меди в эксперименте *in vivo* / И.А. Минигалиева, М.П. Сутункова, Б.А. Кацнельсон [и др.] // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. – № 6 (339). – С. 34–40. DOI: 10.35627/2219-5238/2021-339-6-34-40

8. Родионов А.С., Егорова М.В. Совершенствование методических аспектов определения низких концентраций тяжелых металлов в атмосферном воздухе для повышения достоверности оценки рискогенных факторов внешней среды // 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. – Пермь, 2021. – Т. 2. – С. 319–326.

9. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания / утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской

Федерации от 28 января 2021 года № 2 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 17.03.2023).

10. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: Изд. дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.

Гигиеническая оценка эмиссий в атмосферный воздух серосодержащих веществ объектами размещения отходов переработки сульфидных руд

И.И. Новикова, А.С. Огудов, Н.А. Зубцовская

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

Представлены результаты гигиенической оценки эмиссий серосодержащих веществ в атмосферный воздух хвостохранилищем бывшего золотоизвлекательного завода в Кемеровской области. После вывода из эксплуатации подобных объектов инфраструктуры, по результатам геохимических исследований, в накопленных отходах переработки сульфидных руд в условиях совместного участия неорганических, биотических и природно-климатических процессов образуются токсичные минеральные и органоминеральные продукты, способные вовлекаться в локальные циклы круговорота веществ.

Актуальной проблемой для районов размещения объектов хранения отходов переработки сульфидных руд в настоящее время и на перспективу является увеличение эмиссии соединений серы, поступающих в атмосферный воздух в составе сложных летучих парогазовых комплексов. Алгоритм гигиенической оценки воздушного фактора в районах размещения объектов хранения отходов переработки сульфидных руд предусматривает проведение четырех взаимно дополняющих этапов: натурное моделирование процессов эмиссии летучих соединений серы; газовая съёмка территории неорганизованного источника; оценка характера комбинированного действия основных компонентов сложных летучих парогазовых комплексов в экспериментах на животных; подфакельные наблюдения загрязнения атмосферного воздуха.

Обобщение результатов натурного моделирования эмиссий, газовой съёмки и подфакельных наблюдений позволяет заключить, что приоритетными поллютантами, выделяющимися в атмосферый воздух из объектов хранения отходов переработки сульфидных руд, являются диметилсульфид и диметилсульфоксид, максимальные концентрации которых на расстоянии 300 м от источника эмиссии достигали соответственно 0,567 и 0,638 мг/м^3. Концентрации сероуглерода и диоксида серы, выделяющихся из вещества отходов переработки сульфидных руд в значительно меньших количествах, в приземных слоях атмосферы подвергаются рассеиванию и не представляют гигиенической значимости. Низкие параметры эмиссии сероводорода и отсутствие зональности в загрязнении атмосферного воздуха этой вредной примесью объясняются окислительными свойствами вещества сульфидных отходов.

Ключевые слова: объекты размещения отходов переработки сульфидных руд, гигиеническая оценка.

Концепт «техногенеза» как совокупного проявления техногенных процессов рассеяния рудной минерализации изначально разработан для описания техногенных геохимических ландшафтов в стадии эксплуатации рудных месторождений [9]. В этой стадии техногенные потоки рассеяния химических элементов, состав которых для каждого рудного месторождения специфичен, являются следствием операций производственных процессов добычи (бурение, взрывание, погрузка, транспортировка, складирование) и переработки (дробление, измельчение, грохочение, классификация, флотация, обезвоживание, обеспыливание, транспортировка) сульфидных руд [5]. В последние десятилетия в условиях перехода горнодобывающих регионов к постиндустриальным экономическим практикам снижение и даже остановка хозяйственной деятельности горно-обогатительных комбинатов не приводят к прекращению атмосферной миграции токсикантов. На постэксплуатационной стадии горнорудного техногенеза ключевое значение приобретают природно-техногенные процессы, генетически связанные с формированием природно-технических систем [3, 7]. К отличительным особенностям данной стадии горнорудного техногенеза относится образование в накопленных отходах переработки сульфидных руд токсичных минеральных и органоминеральных продуктов, способных вовлекаться в локальные циклы круговорота веществ. Особенно актуальной проблемой для районов размещения объектов хранения отходов переработки сульфидных руд в настоящее время и на перспективу является увеличение эмиссии соединений серы, поступающих в атмосферный воздух в составе сложных летучих парогазовых комплексов.

Сера относится к жизненно необходимым макроэлементам, входит в состав серосодержащих аминокислот, ряда биологически активных веществ и SH-групп [4]. Местное действие на организм человека летучих соединений серы заключается в раздражении дыхательных путей, резорбтивное действие – в нарушениях углеводного и белкового обменов, угнетении окислительных процессов в головном мозге и внутренних органах. В условиях длительной экспозиции развиваются гонадотоксические и эмбриотоксические эффекты [1]. Кратковременное ингаляционное воздействие летучих соединений серы сопровождается поражением органов дыхания, центральной нервной системы и печени [8]. При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких соединений серы наблюдаются различные типы комбинированного действия (суммация, потенцирование, антагонизм, независимое действие), которые обусловлены физическими, химическими, физиологическими взаимодействия компонентов смесей [4, 10]. В связи с этим в качестве необходимого этапа гигиенической диагностики воздушного фактора, состоящего в увеличении атмосферной миграции соединений серы, следует рассматривать экспериментальное определение типа комбинированного действия основных компонентов сложных летучих парогазовых комплексов, специфических для постэксплуатационной стадии горнорудного техногенеза.

Цель исследования – разработка методики гигиенической оценки атмосферной миграции соединений серы в районах размещения объектов хранения отходов переработки сульфидных руд.

Материалы и методы. Материалы исследования: пробы атмосферного воздуха в районе размещения объектов хранения отходов переработки сульфидных руд ($n = 1200$), пробы атмосферного воздуха в селитебной зоне ($n = 540$), пробы сульфидсодержащих отходов ($n = 120$), протоколы наблюдения за поведением и

реакциями лабораторных животных (n = 15), пробы крови (n = 1800) лабораторных животных. *Методы исследования:* натурное моделирование эмиссий, газовая съемка, экспериментальный, метод подфакельных наблюдений.

Результаты. В качестве объекта моделирования выступает хвостохранилище золотоизвлекательного завода, натурной моделью которого являются отобранные из него пробы отходов. В процессе поэтапного нагрева образцов отходов, помещенных в затравочную камеру, определяют количественные характеристики эмиссии диоксида серы, сероуглерода, диметилсульфида, диметилсульфоксида и сероводорода по их концентрациям в воздухе камеры с помощью газоанализатора ГАНК-4 (НПО «ГАНК», г. Москва)[1].

При нагреве вещества отходов сульфидного флотоконцентрата до 25 °С прогнозируемая кратность превышения ПДК концентрацией диметилсульфида в приземном слое атмосферы над объектом достигает 3 раз, уровни диметилсульфоксида и сероуглерода приближаются к нормативным величинам. Нагрев вещества таких отходов 33°С приводит к увеличению эмиссии диметилсульфида, диметилсульфоксида и сероуглерода, уровни которых в камере превышают нормативные величины соответственно в 11,2 и 6,0 и 2,4 раза (табл. 1).

Таблица 1

Концентрации летучих соединений серы в затравочной камере при температуре нагрева вещества отходов сульфидного флотоконцентрата Комсомольского золотоизвлекательного завода 25° С и 33° С

Наименование вещества	Химическая формула	$ПДК_{мр}$ или ОБУВ, мг/м^3	Концентрация в камере, мг/м^3	Кратность превышения ПДК
Температура нагрева 25° С				
Сероуглерод	CS_2	0,03	0,029	0
Диметилсульфид	C_2H_6S	0,08	0,24	3,0 раза
Диметилсульфоксид	$(CH_3)_2SO$	0,1	0,07	0
Диоксид серы	SO_2	0,5	0,0	0
Сероводород	H_2S	0,008	0,0	0
Температура нагрева 33° С				
Сероуглерод	CS_2	0,03	0,072	2,4 раз
Диметилсульфид	C_2H_6S	0,08	0,9	11,2 раз
Диметилсульфоксид	$(SH_3)_2SO$	0,1	0,6	6,0 раз
Диоксид серы	SO_2	0,5	0,004	0
Сероводород	H_2S	0,008	0,002	0

Для оценки мощности хвостохранилища как источника загрязнения атмосферы и диагностики процессов миграции соединений серы использовался метод газовой съёмки, позволяющий определить физико-химический состав и интенсивность миграции летучих парогазовых комплексов из вещества отходов в приземный слой атмосферы. Отбор проб воздуха производился на поверхности объекта исследования и прилегающих к нему территориях. Концентрации соединений серы в приземном слое атмосферы определялись при помощи портативного газоанализатора ГАНК-4 в безветренное солнечное время в период времени с 12.00 до 18.00. По намеченным профилям производились замеры серосодержащих примесей в воз-

[1] Методика измерений массовой концентрации серо и азотсодержащих органических соединений в атмосферном воздухе газоанализатором ГАНК-4, №1-22-2013. – М., 2013.

духе в точках через 20 м. По результатам детальной газовой съёмки и статистической обработки анализов создавалась карта «ядра» (центральной части) атмохимической аномалии, отображающая фактическое загрязнение приземного слоя атмосферы над поверхностью неорганизованного источника (рисунок).

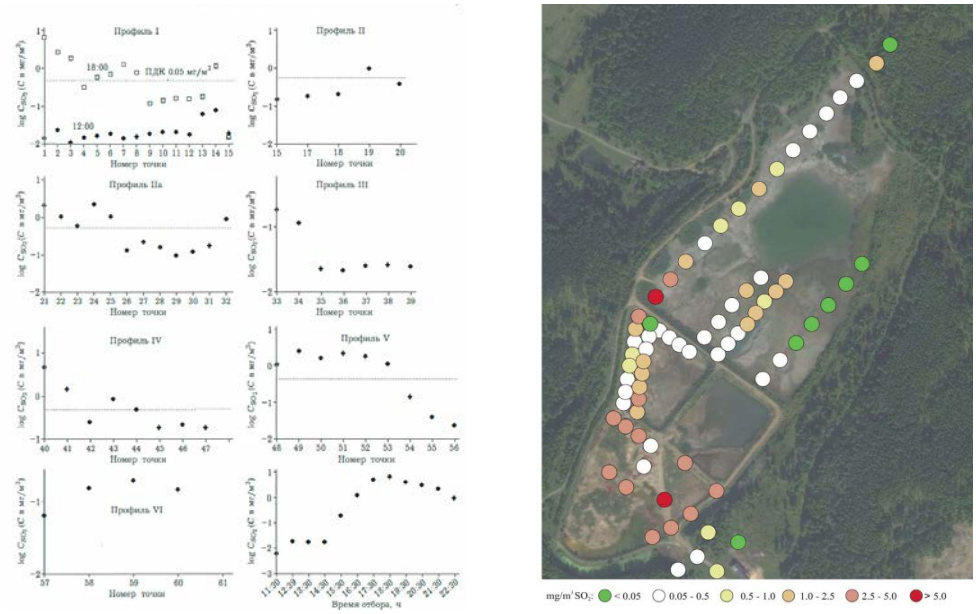


Рис. Результаты полевых измерений методом газовой съёмки диоксида серы в приземном слое атмосферы над хвостохранилищем КЗЗ. Пунктиром показаны значения $ПДК_{мр}$

Метод газовой съёмки позволяет количественно оценить влияние температурного фактора на интенсивность процессов эмиссии в материале отходов. Так, при проводимом исследовании в течение первой серии съёмки на территории хвостохранилища днем (в 12.00) по профилю I содержание диоксида серы в воздухе варьировалось в пределах 0,011–0,079 мг/м^3. Газовая съемка, выполненная в 18.00, свидетельствует о существенном изменении концентраций в атмосферном воздухе диоксида серы, пробы которого отбирались в тех же точках. Следовательно, для эмиссии соединений серы критическое значение приобретает разность температур внешней среды и вещества отходов. По мере её увеличения возрастают выход газовой фазы из межпорового пространства и активность бактериального сообщества, которое трансформирует минеральную матрицу отходов [6].

Экспериментальная оценка характера комбинированного действия сложных парогазовых комплексов соединений серы, различающихся по относительному содержанию основных компонентов, проводилась в острых опытах на лабораторных животных. Проводились 4-часовые ингаляционные затравки белых беспородных крыс-самцов в стандартных 200-литровых затравочных камерах. Диагностика токсикогенных состояний организма, адекватных интенсивности экспозиции и характеру комбинированного действия, осуществлялась через 4 ч, на 2, 4-й и 8-й дни по-

сле ингаляционных затравок. Перед их началом определялись фоновые величины выбранных показателей для установления физиологических уровней и равномерного распределения по группам.

По результатам проведенной серии экспериментов к одинаковым биологическим свойствам выделенных двух- и трехкомпонентных смесей относятся нейротоксический, гепатотоксический и раздражающий эффекты. Увеличение степени выраженности нейротоксического и гепатотоксического эффектов при возрастании уровня экспозиции двухкомпонентной смеси диметилсульфоксида и диметилсульфида подтверждает частичную суммацию нейротоксического и гепатотоксического действия компонентов. В условиях усложнении состава смесей за счет включения более токсичных газовых компонентов характер комбинированного действия существенно изменяется. Экспозиция парогазового комплекса, включающего гигиенически значимые уровни концентраций диметилсульфида, диметилсульфоксида и сероуглерода, сопровождается потенцированием нейротоксического эффекта компонентов. При включении в состав смеси паров диметилсульфоксида и диметилсульфида газового компонента – диоксида серы в концентрации в 1,7 раза выше ПДК – наблюдается потенцирование раздражающего эффекта испытуемой смеси. Таким образом, характер ингаляционного воздействия соединений серы не является постоянным и изменяется в зависимости от уровней экспозиции, парогазового состава и соотношения компонентов в летучих комплексах. Наибольшую опасность для здоровья населения представляют парогазовые комплексы соединений серы, включающие в состав гигиенически значимые концентрации сероуглерода и диоксида серы, которые обладают высокой индивидуальной токсичностью и усиливают токсическое действие жидких компонентов.

Метод подфакельных наблюдений позволяет получить материалы по дальности распространения летучих парогазовых комплексов соединений серы, выделяющихся из объектов хранения отходов переработки сульфидных руд. Отбор не менее 50 проб атмосферного воздуха по каждому компоненту смесей следует проводить по направлению ветра, на расстояниях от источника эмиссии 75, 150, 300 и 600 м, разрыв между которыми соответствует арифметической прогрессии[2]. По данным подфакельных наблюдений имеется корреляция между параметрами загрязнения атмосферного воздуха и размерами эмиссии летучих соединений серы, полученными при натурном моделировании и газовой съёмке объекта хранения отходов переработки сульфидных руд (табл. 2).

Таблица 2

Осреднённые концентрации летучих соединений серы в атмосферном воздухе на различных расстояниях от источника, мг/м^3

Наименование вещества	75 м	150 м	300 м	600 м
Сероуглерод	0,0004 ± 0,00001	0,002 ± 0,0002	0,002 ± 0,0002	0,001 ± 0,0001
Диметилсульфид	0,01 ± 0,001	0,006 ± 0,0002	0,087 ± 0,02	0,007 ± 0,0002
Диметилсульфоксид	0,009 ± 0,001	0,005 ± 0,0001	0,105 ± 0,02	0,007 ± 0,0001
Диоксид серы	0,002 ± 0,0003	0,007 ± 0,0002	0,012 ± 0,001	0,001 ± 0,0001
Сероводород	0,002 ± 0,0001	0,002 ± 0,0003	0,002 ± 0,0001	0,002 ± 0,0002

[2] РД 52.04.186-8. Руководство по контролю загрязнения атмосферы / утв. Госкомгидрометом СССР 01.06.1989, Главным государственным санитарным врачом СССР 16.05.1989. – М., 1989.

Подфакельные наблюдения обнаружили значительную вариабельность концентраций летучих соединений серы в атмосферном воздухе в течение дня, что объясняется влиянием на интенсивность процессов эмиссии из вещества отходов температурного фактора. В дневные часы, при температуре воздуха 29–30°С атмосферная миграция диметилсульфоксида, диметилсульфида, сероуглерода и диоксида серы существенно возрастает. Своих максимумов в атмосферном воздухе осреднённые концентрации указанных поллютантов достигают на расстоянии 300 м, равном 10 высотам неорганизованного источника. Опасная скорость ветра, которая способствует накоплению в воздухе летучих соединений серы, для объектов производственной инфраструктуры рудоперерабатывающих производств, характеризующихся относительно малым объемом и низкой температурой выделений, близка к 1–2 м/с. При сложных формах рельефа прилегающего к источнику района максимальные уровни загрязнения приземного слоя атмосферы летучими парогазовыми комплексами создаются на подветренных склонах возвышенностей и котловин. Диметилсульфид и диметилсульфоксид, которые в стандартных условиях находятся в жидком состоянии, при отрицательных формах рельефа могут накапливаться в приземном слое атмосферы в концентрациях, в несколько раз выше нормативных уровней. Максимальные концентрации диоксида серы и сероуглерода, которые в стандартных условиях находятся в газообразном состоянии, во всех точках отбора проб не достигали гигиенических нормативов.

Отбор проб атмосферного воздуха в жилой зоне пгт. Комсомольск производился в 6 точках вблизи жилых домов, находящихся на ближайших расстояниях от границ хвостохранилища бывшего золотоизвлекательного завода (273–938 м) по 6 компасным направлениям (табл. 3). Всего отобрано от 15 до 22 проб по каждому компоненту смесей на каждом маршрутном посту. По отношению к величинам $ПДК_{мр}$, осредненные максимальные разовые концентрации сероуглерода на всех маршрутных постах составляла не более 0,02, диметилсульфида – не более 0,1, диоксида серы – не более 0,05, сероводорода – не более 0,16. Отмечалось превышение концентрацией диметилсульфоксида величины ОБУВ на одном маршрутном посту (ул. Лесная, 11), расположенном на 273 м от границы источника эмиссии в юго-западном направлении, отбор осуществлялся при северо-восточном ветре, температуре воздуха +32°С. Осредненная максимальная разовая концентрация диметилсульфоксида превышала ОБУВ в 2,1 раза. В 7 пробах из 20 в данной точке отмечались превышения ОБУВ.

Таблица 3

Концентрации летучих соединений серы в атмосферном воздухе селитебной зоны (пгт. Комсомольск)

Показатель	№ точки					
	1	2	3	4	5	6
Сероуглерод						
Осреднённая максимальная разовая концентрация ($M \pm m$)	0,00046 ± 0,00002	0,00062 ± 0,00002	0,00061 ± 0,00001	0,00045 ± 0,00002	0,00039 ± 0,00002	0,00041 ± 0,00002
Кратность превышения ПДК (ОБУВ)	0	0	0	0	0	0

Окончание табл. 3

Показатель	№ точки					
	1	2	3	4	5	6
Диметилсульфид						
Осреднённая максимальная разовая концентрация ($M \pm m$)	0,00803 ± 0,0008	0,00844 ± 0,0008	0,02906 ± 0,001	0,00704 ± 0,0006	0,0066 ± 0,0008	0,004 ± 0,0004
Кратность превышения ПДК (ОБУВ)	0	0	0	0	0	0
Диметилсульфоксид						
Осреднённая максимальная разовая концентрация ($M \pm m$)	0,00405 ± 0,0004	0,00406 ± 0,0004	0,21765 ± 0,07	0,00506 ± 0,0004	0,00606 ± 0,0005	0,00226 ± 0,0003
Кратность превышения ПДК (ОБУВ)	0	0	2,176	0	0	0
Диоксид серы						
Осреднённая максимальная разовая концентрация ($M \pm m$)	0,025 ± 0,00	0,025 ± 0,00	0,025 ± 0,00	0,025 ± 0,00	0,025 ± 0,00	0,025 ± 0,00
Кратность превышения ПДК (ОБУВ)	0	0	0	0	0	0
Сероводород						
Осреднённая максимальная разовая концентрация ($M \pm m$)	0,00116 ± 0,0009	0,00125 ± 0,0009	0,00105 ± 0,0008	0,00092 ± 0,00004	0,00125 ± 0,0009	0,00133 ± 0,0009
Кратность превышения ПДК (ОБУВ)	0	0	0	0	0	0

Выводы. Таким образом, актуальной гигиенической проблемой для горнодобывающих регионов на постэксплуатационной стадии горнорудного техногенеза является формирование локальных циклов круговорота летучих соединений серы, поступающих в атмосферный воздух в составе сложных парогазовых комплексов. В районе размещения объектов хранения отходов переработки сульфидных руд ведущими компонентами загрязнения атмосферного воздуха являются диметилсульфид и диметилсульфоксид, гигиенически значимые уровни концентраций которых формируются в условиях отрицательных форм рельефа, интенсивной инсоляции и опасных скоростей ветра. В связи с тем, что максимальные концентрации указанных вредных примесей в атмосферном воздухе превышают гигиенические нормативы, в районах размещения объектов хранения отходов переработки сульфидных руд необходимо проведение технологических мероприятий, направленных на снижение атмосферной миграции соединений серы из вещества складированных и рассеянных отходов, архитектурно-планировочных мероприятий, обеспечивающих рациональное и безопасное функциональное использование загрязнённых территорий, организационных мероприятий, предусматривающих мониторинг состояния атмосферного воздуха и здоровья населения.

Список литературы

1. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей: в 3 т. – 7-е изд., пер. и доп. – Т. III. Неорганические и элементорганические соединения / под ред. Н.В. Лазарева, И.Д. Гадаскиной, Л., Химия. – М.: 1977. – 608 с.

2. Елоева Д.В., Неёлова О.В. Биологическая роль серы и применение ее соединений в медицине // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 8. – С.166–166.

3. Емлин Э.Ф. Техногенез колчеданных месторождений Урала. – Свердловск: Изд. Уральского университета, 1991. – 255 с.

4. Морфологические изменения во внутренних органах белых крыс при комбинированном воздействии сероводорода и сернистого ангидрида / Т.Х. Айтбаев [и др.] // Вопросы гигиены труда и профзаболеваний. – Алма-Ата: НИИ краевой патологии, 1976. – Т. 29. – 15–18.

5. Огудов А.С. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды и здоровья детского населения в районах размещения предприятий по добыче и обогащению полиметаллических руд: автореф. дис. … канд. мед. наук. – М., 1991. – 25 с.

6. Перенос элементов в газоаэрозольной фазе из отвалов Комсомольского золотоизвлекательного завода (Кемеровская обл.) / С.Б. Бортникова, А.Ю. Девятова, Е.П. Шевко [и др.]. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2016. – Т. 24, № 1. – С. 11–22.

7. Суздалева А.Л. Управляемые природно-технические системы энергетических и иных объектов как основа обеспечения техногенной безопасности и охраны окружающей среды. – М.: «ИД ЭНЕРГИЯ», 2015. – 160 с.4

8. Уждавини Э.Р. Токсикология органических соединений серы. – Рига: Изд-во «Зинатне», 1986. – 196 с.

9. Ферсман А.Е. Геохимия. – Л.: ОНТИ, химико-теоретическое изд-во, 1934. – Т. II. – 232 с.

10. Челиканов К.Н. О характере комбинированного действия сероуглерода, сероводорода и сернистого газа при совместном присутствии в атмосферном воздухе // Научные труды Рязанского медицинского института. – М., 1978. – Т. 63. – С. 45–47.

Обоснование маркеров пероральной экспозиции для доказательной базы негативного воздействия источников химической опасности среды обитания на здоровье населения

Т.В. Нурисламова, О.А. Мальцева, Н.А. Попова, Т.С. Пермякова

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

Приведены результаты по формированию доказательной базы негативного воздействия источников химической опасности на здоровье населения Пермского края. На основании многолетних исследований разработаны новые подходы методических принципов химико-ана-

литического определения ряда органических соединений классов: ароматических углеводородов, карбонильных соединений, кислородсодержащих органических соединений, алифатических спиртов, алифатических и ароматических хлорорганических соединений, фталевой кислоты и фталатов, азотсодержащих органических соединений и элементов в биосредах населения.

Приведены результаты экспериментальных исследований по установлению причинно-следственных зависимостей в системе «концентрация N-нитрозодиметиламина в крови, нитраты в моче – уровень нитратов в питьевой воде» при обосновании маркеров пероральной экспозиции нитратов и N-нитрозодиметиламина при поступлении с питьевой водой. По результатам моделирования установлено, что изменение концентрации N-НДМА в крови подчиняется линейной зависимости: при увеличении концентрации нитратов, N-НДМА в питьевой воде происходит увеличение концентрации N-НДМА в крови.

Это позволяет предложить нитраты в моче и N-нитрозодиметиламин в крови в качестве индикаторных показателей и рассмотреть вопрос о применении их как маркеров пероральной экспозиции при поступлении с питьевой водой и рекомендовать в качестве количественной оценки величины для N-нитрозозодиметиламина в крови 0,0011 ± 0,0006 мг/дм^3, нитратов в моче 43,7 мг/дм^3.

Ключевые слова: N-нитрозодиметиламин, нитрат-ионы, питьевая вода, причинно-следственные связи.

Стратегия национальной безопасности РФ в качестве одного из приоритетов устойчивого развития страны рассматривает ее химическую безопасность. Актуальность данного стратегического направления обусловлена усиливающимся негативным влиянием химических факторов на население и экологическую систему [16].

К серьезным проблемам в области обеспечения химической безопасности следует отнести вопросы контроля потенциально опасных химических веществ в объектах окружающей среды и биологических средах человека. В окружающей среде присутствуют сотни различных химических соединений, для которых характерны высокая токсичность, способность к накоплению в трофических цепях, устойчивость в окружающей среде [16].

Определение химических соединений и элементов в биологических средах человека с использованием идентификации с расшифровкой и подтверждением масс-спектров этих соединений и их количественное определение в биосредах является одним из наиболее надежных методов, формирующих доказательную базу негативного воздействия антропогенных факторов среды обитания на здоровье человека и позволяет оценить достаточность реализации природоохранных мероприятий по ликвидации источников химической опасности [12, 15].

Цель исследования – обоснование маркеров экспозиции для доказательной базы негативного воздействия источников химической опасности среды обитания на здоровье населения.

Материалы и методы. Предметом исследования являлись биологические среды детей, проживающих на территориях санитарно-эпидемиологического благополучия и на территориях с антропогенной нагрузкой, модели причинно-следственных связей. Для обоснования маркеров экспозиции обследовано 300 детей, посещающих детские дошкольные учреждения, потребляющих питьевую воду с избыточным содержанием N-нитрозодиметиламина и нитрат-ионов. Для проведения сравнительного анализа обследована группа его детей организованных коллективов в количестве аналогичного возраста, проживающих на территории, где качество питьевой воды отвечало требованиям санитарных норм (группа сравнения).

Для методического обеспечения данных исследований разработана система высокочувствительных и селективных методик определения химических соединений в биологических средах (более 80 маркеров экспозиции). На основании многолетних исследований разработаны новые подходы методических принципов химико-аналитического определения ряда органических соединений классов: ароматических углеводородов, карбонильных соединений, кислородсодержащих органических соединений, алифатических спиртов, алифатических и ароматических хлорорганических соединений, фталевой кислоты и фталатов, азотсодержащих органических соединений в биосредах населения. Определение металлов в биологических средах также является приоритетным и высоко востребованным в системе медико-биологического мониторинга.

Исследования содержания химических соединений и элементов выполнены на базе высокоэффективного инструментального оборудования – газовой хроматографии (хроматограф «Кристалл 500»), жидкостной хроматограф Agilent 1200 и хромато-масс-спектрометрии (хроматограф Agilent 7890A с масс-селективным детектором 5975C, жидкостный хроматограф Agilent 1200 с масс-спектрометрическим детектором) с использованием селективных капиллярных колонок, современных способов пробоподготовки и количественного извлечения аналитов из сложного состава биологических матриц, основанных на твердофазной экстракции, дериватизации целевых компонентов, анализе равновесной паровой фазы и т.д.

Для определения широкого спектра элементов использовали метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISP/MS Agilent 7900), позволяющий с высокой точностью, в широком динамическом диапазоне, селективно определять элементы с обеспечением требуемой чувствительности, достоверности и правильности [5, 8, 9]. Определение концентрации нитрат-ионов в моче выполняли методом капиллярного электрофореза «Капель 105 М». Диапазон измерений составил от 4 до 300 мг/дм^3 [7].

Подготовка проб мочи [10] для определения содержания фталатов включала этапы деконъюгации (деглюкуронизации), твердофазной экстракции и анализ экстракта методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / масс-спектрометрии.

Определение альдегидов в крови выполняли в соответствии с МУК 4.1.770-99 [11].

Результаты. Работы по химико-аналитическому сопровождению медико-биологических исследований в течение многих лет выполняются в лабораториях химико-аналитического отдела ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

На этапе исследований по формированию доказательной базы негативного воздействия источников химической опасности на здоровье населения Пермского края проводятся мониторинговые наблюдения и выбор приоритетных химических соединений с учетом токсичности (1–2-й класс опасности), а также по результатам исследований биологических сред населения.

Пробоподготовка является важнейшим этапом любой аналитической процедуры и сводится к количественному извлечению аналита из сложного состава биологического материала.

Общие принципы пробоподготовки при высокоэффективном жидкостном определении составляют экстракция, дериватизация-экстракция.

Определение альдегидов в крови основано на предварительном переводе альдегидов в производные 2,4-динитрофенилгидразоны, концентрировании продуктов де-

риватизации из биологического материала экстракцией гексаном и анализе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ-детектированием. Диапазон определения альдегидов в крови составляет от 0,001 до 2,0 мг/дм³ (рис. 1).

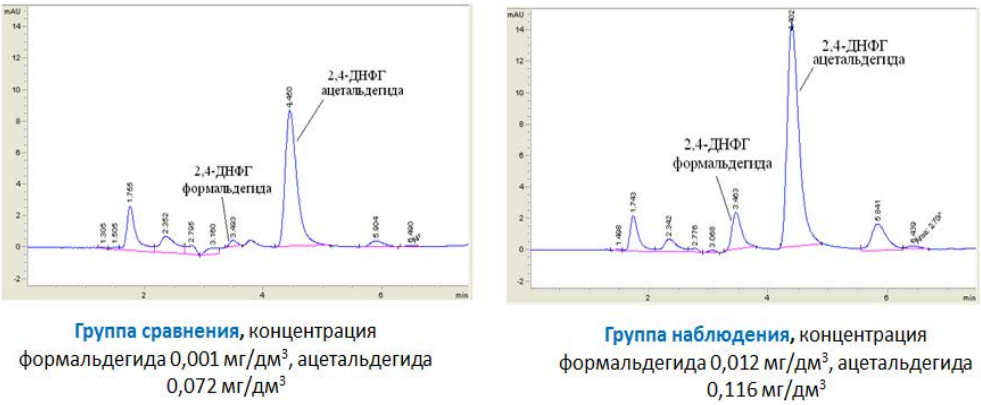


Рис. 1. Хроматограмма формальдегида и ацетальдегида, обнаруженных в крови детей групп сравнения и наблюдения Пермского края

Анализ содержания формальдегида (см. рис. 1), обнаруженного в крови детей группы наблюдения, превысил содержание формальдегида в крови детей группы сравнения в 12 раз, ацетальдегида – в 1,6 раза.

Фталаты широко используются в промышленности пластических масс, которая потребляет приблизительно 87 % всех сложных эфиров фталевой кислоты для создания «мягкого поливинилхлорида» (ПВХ). Они содержатся в медицинских изделиях, в игрушках, в упаковках, в пластиковых картах, ковровых и настенных покрытиях[1].

Попадая в организм, фталаты распространяются по всем органам, нанося вред гормональной системе, печени, легким[2].

Анализ монофталатов в моче детей показал присутствие первичных метаболитов пяти фталатов в 14–94 % случаев в диапазоне концентраций 0,00035–0,472 мг/дм³.

В основе методов определения металлов в жидких биосредах (кровь, моча, желчь, желудочный сок) используется прямое элементоопределение из одной пробы.

Способ термического разложения используется при определении в крови таких элементов, как никель, медь, цинк, хром, с последующим определением методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISP-MS). Определение ванадия в крови основано на прямом определении методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией. Важным этапом формирования доказательной базы негативного воздействия источников химической опасности на здоровье населения является обоснование маркеров экспозиции [1].

[1] Липовская О. Фталаты – что это такое, где содержатся, какой вред наносят здоровью? [Электронный ресурс]. – URL: https://fb.ru/article/209483/ftalatyi---chto-eto-takoe-gde-soderjatsya-kakoy-vred-nanosyat-zdorovyu (дата обращения: 03.03.2023).

[2] Меркола Д. Разрушители эндокринной системы в предметах ежедневного употребления [Электронный ресурс]. – URL: https://kultura-prozvetania.blogspot.com/2016/12/blog-post_32.html (дата обращения: 15.03.2023).

В соответствии с современными направлениями научных исследований фундаментального и прикладного характера, как в мире, так и в России, актуальной является разработка системы доказательств причинно-следственных связей нарушений состояния здоровья при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания.

Для этого выполняются исследования по установлению причинно-следственных зависимостей между факторами неблагоприятного воздействия среды и концентрацией токсикантов в биосредах обследуемого населения.

Среди химических факторов загрязнения водоисточников, формирующих риск здоровью населения, особое значение имеют нитраты, опасность которых заключается в том, что в организме человека в результате эндогенного синтеза образуются высокотоксичные N-нитрозамины [3].

Для установления достоверной связи между уровнем содержания химических веществ в биосредах с уровнем экспозиции проводили комплексные исследования по оценке качества воды, используемой для питьевых целей, и определением контаминантов в биологических средах детского населения [6, 13, 14].

По результатам проведенных лабораторных исследований в рамках санитарно-гигиенического мониторинга за период 2014–2016 гг. установлено превышение гигиенических нормативов по содержанию нитратов до 1,2 ПДК (51,7 ± 12,92 мг/м^3) в пробах питьевой воды централизованной системы хозяйственно-питьевого водоснабжения населения территории экспозиции при отсутствии превышений нормативов по этому показателю 0,2 ПДК (10,9 ± 2,7 мг/м^3) на территории относительного санитарно-эпидемиологического благополучия [4]. Результаты химического анализа проб воды хозяйственно-питьевого водоснабжения территории наблюдения и территории сравнения по содержанию нитратов и N-нитрозодиметиламина оценивали по отношению к предельно допустимой концентрации в соответствии с ГН 2.1.5.2280-07 [2].

Результаты содержания нитратов в воде и моче, N-НДМА в воде и крови детей группы сравнения и наблюдения представлены в таблице.

Результаты содержания нитратов в воде и моче, N-нитрозодиметиламина в крови детей группы сравнения и наблюдения (среднегодовые концентрации нитратов и N-нитрозодиметиламина в питьевой воде)

Питьевая вода, мг/дм^3 ($p \leq 0,005$)			
Концентрация нитратов		Концентрация N-нитрозодиметиламина	
ПДК = 45 мг/дм^3		ПДК = 0,01 мг/дм^3	
Среднее арифметическое (АМ)			
Группа сравнения	Группа наблюдения	Группа сравнения	Группа наблюдения
10,9 ± 2,7	51,7 ± 12,92	0,003 ± 0,0006	0,016 ± 0,003
Биологические среды, мг/дм^3			
Концентрация нитратов в моче		Концентрация N-нитрозодиметиламина в крови	
Медиана (МЕ)		Среднее арифметическое (АМ)	
Группа сравнения	Группа наблюдения	Группа сравнения	Группа наблюдения
43,7	66,6	0,0011 ± 0,0006	0,0036 ± 0,0002

Установлено, что при длительной экспозиции нитратами и N-нитрозодиметиламином с питьевой водой, превышающей в 5 раз такового относительно территории сравнения, формируются повышенные концентрации в крови детей груп-

пы наблюдения N-нитрозодиметиламина в 1,7 раза относительно территории сравнения. Содержание нитратов в моче детей группы наблюдения также установлено в 1,5 раза больше, чем в моче детей группы сравнения.

Полученная разница концентраций N-НДМА в крови и нитратов в моче детей, проживающих на территориях с повышенным содержанием нитратов и N-НДМА в питьевой воде, параметризована и оценена с помощью моделей, описывающих причинно-следственные связи.

Модели и параметры, описывающие данные зависимости территории наблюдения представлены на рис. 2.

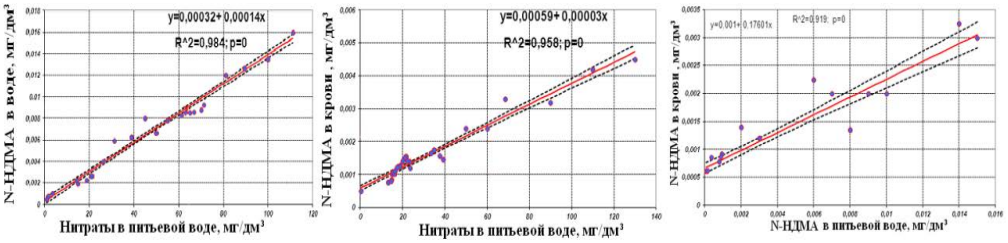


Рис. 2. Модели, описывающие зависимость «N-НДМА в крови – нитраты в воде, N-НДМА в крови – N-НДМА в воде, N-НДМА в крови – нитраты в воде» на территории наблюдения

По результатам моделирования установлено, что изменение концентрации N-НДМА в крови подчиняется линейной зависимости: при увеличении концентрации нитратов, N-НДМА в питьевой воде происходит увеличение концентрации N-НДМА в крови.

Это позволяет предложить нитраты в моче и N-нитрозодиметиламин в крови в качестве индикаторных показателей и рассмотреть вопрос о применении их как маркеров пероральной экспозиции при поступлении с питьевой водой и рекомендовать в качестве количественной оценки величины для N-нитрозозодиметиламина в крови 0,0011 ± 0,0006 мг/дм^3, нитратов в моче 43,7 мг/дм^3.

Предложенные маркеры перроральной экспозиции нитратов в моче и N-нитрозодиметиламина в крови в указанном диапазоне концентраций в питьевой воде могут быть использованы для оценки экспозиции населения территорий, население которых при централизованном хозяйственно-питьевом водоснабжении постоянно потребляет воду с повышенным содержанием нитратов и N-нитрозодиметиламина.

Выполненные исследования подтверждают необходимость выполнения систематического контроля содержания нитратов и N-нитрозоаминов в питьевой воде для предотвращения негативного воздействия и оценки риска здоровью населения.

Список литературы

1. Методы и технологии анализа риска здоровью в системе государственного управления при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Н.В. Зайцева, А.Ю. Попова, И.В. Май, П.З. Шур // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 2. – С. 93–98.

2. ГН 2.1.5.2280-07. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового во-

допользования [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902068765 (дата обращения: 23.01.2023).

3. Жиляев В.А., Басов А.С., Полехина Н.Н. Влияние нитратов и нитритов на организм человека // Международный студенческий научный вестник. – 2022. – № 5. – URL: https://eduherald.ru/ru/article/view?id = 20995 (дата обращения: 12.03.2023).

4. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. К вопросу установления и доказательства вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 2. – С. 14–26.

5. МУК 4.1.1483-03. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой исследованиях [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200032531 (дата обращения: 23.01.2023).

6. МУК 4.1.1871-04. Газохроматографическое определение N-нитрозодиметиламина (НДМА) в питьевой воде и воде водоемов. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2014. – 10 с.

7. МУК 4.1.3041-12 Измерение массовой концентрации нитрат-ионов в моче методом капиллярного электрофореза. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. – 46 с.

8. МУК 4.1.3161-14. Измерение массовых концентраций свинца, кадмия, мышьяка в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: Методические указания. – М., 2014. – 23 с.

9. МУК 4.1.3230–14 Методика измерений массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой» // Определение химических соединений и элементов в биологических средах: Сборник методических указаний. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Роспотребнадзора, 2015. – С. 96–122.

10. МУК 4.1.3484-17 Определение фталатов (диметилфталат, диэтилфталат, диметилтерефталат, дибутилфталат, ди (2-этилгексил) фталат, диоктилфталат) в алкогольной продукции методом хромато-масс-спектрометрии. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребитилей и благополучия человека, 2019. – 15 с.

11. МУК 4.1.770-99. Количественное определение формальдегида в крови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. – С. 68–76.

12. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Уланова Т.С. Руководство по контролю содержания химических соединений и элементов в биологических средах. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 520 с.

13. ПНД Ф 14.1: 2: 4.157-99. Методика выполнения измерений массовых концентраций хлорид-ионов, нитрит-ионов, сульфат-ионов, нитрат-ионов, фторид-ионов и фосфат-ионов в пробах природных, питьевых и очищенных сточных вод с применением системы капиллярного электрофореза «Капель». – М.: Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, 1999. – 44 с.

14. Современные аналитические технологии при определении высокотоксичных N-нитрозоаминов в крови / Т.В. Нурисламова, Т.С. Уланова, Н.А. Попова, О.А. Мальцева // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96, № 1. – С. 84–89.

15. Уланова Т.С. Система химико-аналитической поддержки санитарно-гигиенических исследований (медико-биологические аспекты) // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения в промышленно развитых регионах: материалы научно-практической конференции с международным участием. – 2010. – С. 62–67.

16. Химическая безопасность Российской Федерации. Проблемы и пути решения / М.Ю. Комбарова, Е.И. Савельева, С.Г. Петунов [и др.] // Medicine of Extreme Situations. – 2018. – № 20 (3). – С. 383–397.

Матричный подход к оценке качества пищевой продукции на содержание генетически модифицированных компонентов

Е.А. Отавина, О.А. Казакова, О.В. Долгих

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

Проведен генетический анализ качества растительной пищевой продукции (макаронных изделий) с использованием матричного подхода для выявления генетически модифицированных компонентов. Идентификация ГМО осуществлена с использованием матричного подхода, представляющего собой последовательное определение количества образцов с регистрируемыми трансформационными событиями в виде линий генетически модифицированных растений (ДНК сои, кукурузы, риса, рапса, картофеля, гороха, люцерны, пшеницы), а затем сопряженных с ними трансгенных вставок в виде генетических элементов: промоторов (*35s CaMV, 35s FMV*), терминаторов *NOS, E9*, смысловых и маркерных генов (*nptII, pat, bar, cp4 EPSPS*). Наличие растительной ДНК, специфических генетических вставок, а также полуколичественный анализ конкретных линий сои, кукурузы и риса определялись методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени. По результатам исследования макаронных изделий быстрого приготовления максимальной распространенностью образцов линий генетически модифицированных растений характеризовались ДНК люцерны и кукурузы, а также сопряженных с ними трансгенных вставок в виде генетических элементов – терминатора *E9* и целевого гена *cp4 EPSPS*. Проведенный количественный анализ позволил идентифицировать присутствие ГМ-линии сои (GST40-3-2), содержание которой соответствовало установленному в Российской Федерации нормативу – не более 0,9 %.

Ключевые слова: генетически модифицированные компоненты, макаронные изделия, матричный подход, полимеразная цепная реакция.

Обеспечение качественными продуктами питания – одно из важнейших условий, определяющих качество жизни населения, и одновременно с этим одна из основных проблем современного мира. Одним из средств, позволяющих удовлетворить растущий спрос населения на продукты питания и, таким образом, являю-

щихся одним из путей решения актуальной в настоящее время продовольственной проблемы считаются модифицированные средствами генной инженерии растения, значительно повышающие эффективность растениеводства, поскольку новые генно-модифицированные (ГМ) высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных культур могут быть устойчивы как к влиянию вредителей, так и к другим негативным факторам окружающей среды [5, 6, 8]. Наиболее распространенной генно-модифицированной культурой, на долю которой приходится более 48 % всех посевов в мире, является соя [3]. Также распространенными культурами значатся трансгенная кукуруза, трансгенные рис и рапс.

К настоящему времени проведено большое число научных исследований, показывающих безопасность ГМО для человека [1, 11], однако в условиях непрерывного роста производства ГМ-сельскохозяйственных культур, расширения перечня ГМ-линий, появления биотехнологических культур третьего и последующих поколений, у которых внесение желаемых изменений в геном организма происходит без появления в нем «чужеродных» для организма последовательностей ДНК, не все из них успевают подвергнуться всестороннему изучению, что оставляет до сих пор открытым вопрос о контроле использования данных линий при производстве продуктов питания для человека [2, 7, 10].

В составе питания населения России значительную долю, составляющую от 50 до 80 %, занимают зерновые продукты, в том числе макаронные изделия [4]. Являясь продуктом первой необходимости, макаронные изделия обладают устойчивым спросом, что делает необходимым и актуальным контроль качества данной продукции. Несмотря на действующий в России запрет на выращивание ГМО (Федеральный закон от 3 июля 2016 г № 358-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности»), подразумевающий запрет на импорт семян ГМО, разведение животных и растений, которые содержат ГМО, за исключением НИР и проведения экспертиз, в страну импортируется большое количество пищевого сырья и продуктов, уже содержащих в себе генетически модифицированные ингредиенты, поскольку импорт данной продукции разрешен [9]. Обязательная маркировка товаров, содержащих 0,9 % и более компонентов, полученных с применением ГМО (СанПиН 2.3.2.2227-07, Федеральный закон «О внесении изменений в закон Российской Федерации “О защите прав потребителей”» № 234-ФЗ от 25.10.2007, Технический регламент ТС 022/2011), не гарантирует отсутствия ГМ-ингредиентов, поскольку существует проблема случайных примесей, присутствие которых сложно контролировать в производственном процессе.

В связи с этим возрастает актуальность проведения центрами Роспотребнадзора исследований по идентификации линий ГМ растений, а также характерных для них генетических вставок в составе того или иного продукта для задач скрининга незаявленных генно-модифицированных организмов. Кроме того, для идентификации новых ГМ-линий необходимо обновление методических подходов, поиск маркеров новых ГМО.

Цель исследования – проведение генетического анализа качества продуктов питания российского происхождения матричным методом для выявления генетически модифицированных компонентов.

Материалы и методы. Всего было исследовано 20 образцов макаронных изделий, реализуемых на территории Российской Федерации, согласно МУК 4.2.3390-16 «Детекция и идентификация ГМО растительного происхождения методом полимеразной цепной реакции в матричном формате». Идентификация ГМО осуществлялась с применением матричного подхода, заключающегося в последовательном определении образцов, в которых присутствует растительная ДНК сои, кукурузы, риса, картофеля, гороха, пшеницы, люцерны и рапса, а затем выявлении наличия связанных с ними специфических вставок, регулирующих экспрессию – промоторные области (*35s CaMV, 35s FMV, SsuAra*), терминаторы (*NOS, E9*), маркерный ген устойчивости к антибиотикам неомицин фосфотрансфераза (*nptII*), целевые гены устойчивости к гербициду глюфосинату (*Pat, Bar*), к гербициду глюфосату (*cp4 EPSPS*), эндотоксина против жесткокрылых насекомых (*Cry3A*).

Выделение генетического материала из исследуемых продуктов питания осуществлялось согласно инструкции набора реагентов для выделения ДНК из растительного материала, продуктов питания, пищевого сырья растительного и животного происхождения, кормов для животных и семян «Сорб-ГМО-А», комплект № 1 на 50 выделений компании «Синтол» (г. Москва).

Анализ наличия растительной ДНК, специфических генетических вставок, а также полуколичественный анализ конкретных линий сои, кукурузы и риса выполнен с использованием метода полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на приборе BioRAD CFX96 (Singapore) с последующей оценкой числа копий ДНК на конечном цикле амплификации относительно контроля с целью оценки процентного содержания ГМ линии в единице объема.

Полученные результаты ПЦР-анализа были перенесены и сформированы в базе данных MS Excel (Microsoft), систематизированы и оценены при помощи электронной базы данных ГенБит.

Результаты. По результатам проведенных исследований установлено присутствие видоспецифичных генов растений (растительной ДНК) в 7 пробах макаронных изделий (лапши быстрого приготовления): ДНК люцерны, кукурузы, риса, гороха, рапса и картофеля. Обнаружена специфическая генетическая вставка, регулирующая экспрессию, – терминатор *E9* в 14 % проб. Выявлено наличие целевого гена устойчивости к гербициду глюфосату *cp4 EPSPS* в 29 % образцов. Две пробы лапши быстрого приготовления содержали в своем составе линию сои GST 40-3-2, однако полуколичественный анализ установил допустимый уровень трансформационных событий, не превышающий порогового уровня в 0,9 % (рисунок).

Оценка состава 13 макаронных изделий из твердых сортов пшеницы на наличие растительной ДНК позволила выявить присутствие следующих растительных компонентов риса, рапса, пшеницы, кукурузы, гороха, люцерны, сои и картофеля. Обнаружены специфические регулирующие области: промотор *35s FMV,* терминаторы *NOS* и *E9* в 23 % образцов. Маркерный ген неомицин фосфотрансферазы *nptII* установлен в 8 % проб. Выявлены целевые гены устойчивости к гербицидам глюфосинату и глюфосату: *Pat* в 8 % проб, *cp4 EPSPS* в 23 % проб. Трансформационные события в виде ГМ-линий сои, кукурузы и риса в данных образцах отсутствовали.

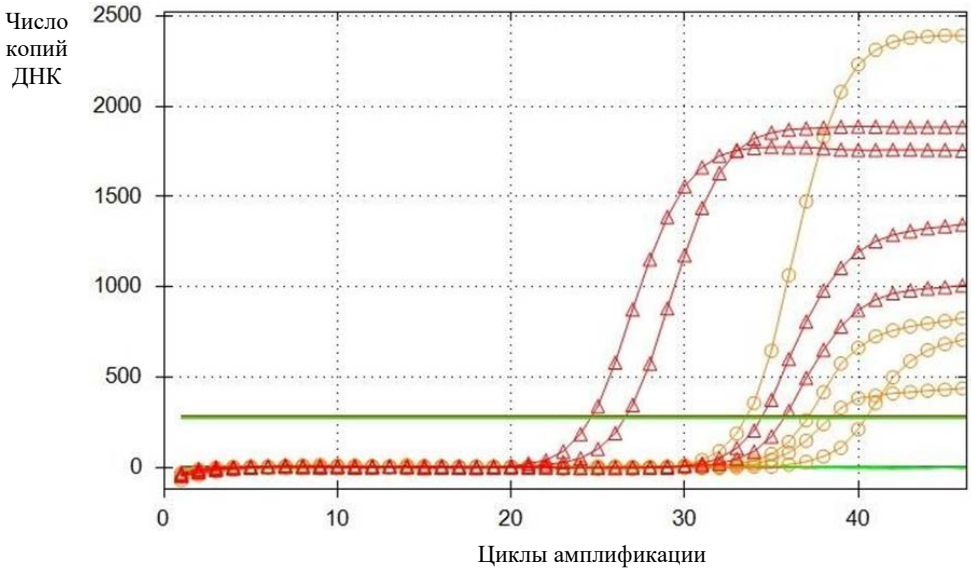


Рис. Результаты ПЦР-амплификации образцов, содержащих линию сои GST 40-3-2: Δ – флуоресценция по HEX-каналу ДНК сои; ○ – флуоресценция по ROX-каналу линии сои GST 40-3-2

Выводы. Проведенное исследование пищевой продукции растительного происхождения матричным методом позволило установить видоспецифичные гены растений, трансформационные события, указывающие на наличие генетических элементов в растительном сырье, используемом при производстве продуктов питания для населения. Установлены конкретные ГМ-линии растений, в частности линия сои GST 40-3-2, содержание которой соответствовало установленному в РФ нормативу 0,9 %. Генетический анализ качества продуктов питания российского происхождения позволил рекомендовать предложенный перечень индикаторных показателей, позволяющих идентифицировать ГМО, состоящих из ДНК линий растений, специфичных для них регуляторных генетических вставок и генов (*35s FMV* и *CaMV*, *NOS*, *E9*, *Pat*, *Bar*, *nptII*, *cp4 EPSPS*), а также дальнейшее их использование для лабораторного контроля при выполнении исследований пищевых продуктов растительного происхождения (макаронные изделия) на наличие генно-модифицированных компонентов.

Список литературы

1. Влияние генетически модифицированной сои на массу тела и репродуктивную активность белых лабораторных мышей / Н.Е. Павловская, А.В. Лушников, Н.Н. Полехина [и др.] // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2018. – Т. 4, № 2. – С. 31–42.

2. ГМО в России – наука, общество и закон / И.В. Коробко, П.Г. Георгиев, К.Г. Скрябин, М.П. Кирпичников // Acta Naturae (русскоязычная версия). – 2016. – Т. 8, № 4 (31). – С. 6–15. DOI: 10.32607/20758251-2016-8-4-6-13

3. Дудин М.Н. Трансгенные организмы (ГМО) в сельском хозяйстве: объективная необходимость в целях обеспечения глобальной продовольственной безопасности или способ увеличения прибыли ТНК АПК? // Продовольственная политика и безопасность. – 2020. – Т. 7, № 2. – С. 107–120. DOI: 10.18334/ppib.7.2.100666

4. Качество семенного и продовольственного зерна – один из аспектов продовольственной безопасности России / С.А. Мачихин, А.А. Рындин, А.М. Васильев, А.Н. Стрелюхина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 4. – С. 139–146.

5. Малышев В.П. Трансгенные продукты, возможные риски и пути их снижения // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2012. – Т. 2, № 1 (2). – С. 8–12.

6. Оценка распространенности использования генетически модифицированных продуктов питания в повседневной жизни людей (по материалам Республики Мордовия) / Д.С. Блинов, Н.Н. Чернова, О.П. Балыкова [и др.] // Вестник Мордовского университета. – 2014. – Т. 24, № 3. – С. 165–171. DOI: 10.15507/VMU.024.201403.165

7. Особенности генетической идентификации генетически модифицированных источников пищи / Г.Ф. Мухаммадиева, Д.О. Каримов, О.В. Долгих [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. – С. 75–80. DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.08

8. Современные аспекты использования генно-модифицированных компонентов в продуктах питания и методы их обнаружения / Н.Е. Сороколетова, Н.А. Ломтева, Е.И. Кондратенко, Н.В. Нетипанова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2014. – № 4. – С. 75–81.

9. Состояние и перспективы правового регулирования применения геномных технологий в растениеводстве России / А.Ю. Соколов, Н.В. Богатырева, М.И. Чумаков, Ю.С. Гусев // Вестник Саратовской государственной юридической академии. – 2019. – № 5 (130). – С. 44–56.

10. Тышко Н.В. Контроль за генно-инженерно-модифицированными организмами растительного происхождения в пищевой продукции: научное обоснование и методическое обеспечение // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 5. – С. 29–33.

11. Assessment of the impact of genetically modified LibertyLink® maize on reproductive function and progeny development of Wistar rats in three generations / N.V. Tyshko, V.M. Zhminchenko, K.E. Selyaskin [et al.] // Toxicol. Rep. – 2014. – Vol. 1. – P. 330–340. DOI: 10.1016/j.toxrep.2014.05.013

К вопросу об употреблении спиртных напитков взрослым населением современного мегаполиса (на примере г. Нижнего Новгорода)

М.А. Позднякова[1], С.О. Семисынов[1], С.М. Лаврентьева[1], Н.Н. Савицкая[2], В.Г. Харыбин[2]

[1]ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора,
[2]ГБУЗ НО «Нижегородский областной центр общественного здоровья и медицинской профилактики»,
г. Нижний Новгород, Россия

Представлены материалы исследования, проведенного методом эпидемиологического мониторинга среди взрослого населения г. Нижнего Новгорода. С помощью социологического опроса был изучен характер употребления спиртных напитков – в разрезе пола респондентов и района их проживания. Получены достоверные сведения о регулярности употребления алкогольной продукции, предпочтениях по видам и количеству употребляемых напитков. Определены особенности употребления алкоголя жителями – по районам города. Представленные результаты послужили основой для уточнения организации работы по гигиеническому воспитанию ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области» и ГБУЗ НО «Нижегородский областной центр общественного здоровья и медицинской профилактики».

Ключевые слова: употребление спиртных напитков, эпидемиологический мониторинг.

Алкоголизм и его последствия являются актуальной медико-социальной проблемой современного здравоохранения, которая затрагивает практически все категории населения и ставит под угрозу как индивидуальное, так и общественное развитие. Во всем мире в результате употребления алкоголя ежегодно происходит около 3 млн смертей, что составляет 5,3 % всех случаев смерти [3]. Порядка 80,0 % взрослого населения России систематически употребляет алкоголь – по праздничным и выходным дням. Из них около 50,0 % – каждую неделю. Люди, страдающие алкоголизмом, доживают до старости только в половине случаев. Чаще они умирают по причине хронических заболеваний, вызванных злоупотреблением алкоголем. Порядка 40,0 % смертей в России происходит по причине пьянства, причем 25,0 % из них приходится на 25–30 лет, что негативно отражается на демографической ситуации в стране [6].

По данным официальной статистики Нижегородской области за 2020 г., в структуре первичной заболеваемости наркологическими расстройствами наибольшая доля приходится на совокупность нозологических форм, связанных с употреблением алкоголя, – 62,1 %. В том числе удельный вес случаев хронического алкоголизма составляет 28,5 %, употребления алкоголя с вредными последствиями – 13,9 %, алкогольных психозов – 19,7 % [5].

Вредное употребление алкоголя в широком смысле определяется как «употребление алкоголя, которое вызывает пагубные последствия для здоровья и социальной жизни пьющего, окружающих его людей и общества в целом, а также соз-

дает модели употребления алкоголя, которые связаны с повышенным риском неблагоприятных последствий для здоровья» [2]. В этом определении подразумеваются последствия, выходящие за рамки клинического контекста, и подчеркивается, что употребление алкоголя является одним из ведущих факторов риска ухудшения здоровья, инвалидности и смерти населения во всем мире.

Цель исследования – изучить характер употребления алкогольной продукции взрослым населением современного мегаполиса – в разрезе пола и района проживания.

Материалы и методы. В 2021 г. на территории г. Нижнего Новгорода сотрудниками ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора и ГБУЗ НО «Нижегородские областной центр общественного здоровья и медицинской профилактики» при организационной поддержке Министерства здравоохранения Нижегородской области было проведено одномоментное когортное исследование методом эпидемиологического мониторинга [1, 4]. Статистическое наблюдение проводилось в форме опроса с помощью специально разработанного опросника, утвержденного приказом Министерства здравоохранения Нижегородской области (№ 315-30/20П/од от 23.01.2020). Всего было обследовано 1259 человек в возрасте от 25 до 64 лет (43,9 % составляли мужчины и 56,1 % женщины). Средний возраст – 44,9 ± 0,3 года (43,5 ± 1,4 года – мужчины и 46,1 ± 1,4 года – женщины).

Результаты. На вопрос «Употребляете ли Вы алкоголь регулярно (по выходным и праздничным дням?» – 57,7 ± 1,09 % опрошенных ответили положительно. Из них мужчины – 61,7 ± 1,7 %, женщины – 54,5 ± 1,4 % ($p \leq 0{,}01$). На вопрос «Вам никогда не казалось, что следует уменьшить употребление алкоголя?» – 84,4 ± 1,2 % мужчин и 94,8 ± 0,5 % женщин дали отрицательный ответ. Таким образом, 83,0 ± 0,6 % горожан считали регулярное употребление алкогольных напитков естественным и нормальным явлением своего образа жизни. 6,5 ± 0,7 % обследованных испытывали резкое раздражение из-за вопросов об употреблении алкоголя (6,4 ± 1,1 % – среди мужчин, 1,5 ± 0,3 % – среди женщин, $p \leq 0{,}01$). 4,08 ± 0,5 % опрошенных ощущали чувство вины от употребления спиртного (3,1 ± 1,1 % – мужчины, 1,7 ± 0,6 % – женщины). Напротив, 95,9 ± 0,5 % опрошенных никогда не испытывали чувство вины от того, как часто или много они пили (96,9 ± 1,1 % – мужчины, 98,3 ± 0,6 % – женщины). «Похмелялись» по утрам 5,1 ± 0,6 % обследованных (5,1 ± 1,1 % – мужчин, 1,2 ± 0,3 % – женщин). По всем перечисленным вопросам гендерная разница была достоверной с уклоном в негативную сторону в отношении у мужчин, по сравнению с женщинами.

Следующая группа вопросов касалась употребления отдельных видов алкогольной продукции, которые были разделены на пять категорий: пиво; сухое вино и шампанское; крепленое вино, домашние крепкие настойки (напитки), водка, коньяк, другие крепкие напитки официальных производителей.

По результатам исследования нижегородцы отдавали предпочтение легким напиткам, таким как вино (49,5 ± 2,07 на 100) и пиво (42,4 ± 1,4 на 100), а также крепким напиткам: водке и/или коньяку (44,6 ± 1,4 на 100). Предпочтения отличались в зависимости от пола. Так, мужчины в подавляющем большинстве чаще употребляли пиво (36,6 ± 1,2 из 100) и крепкую алкогольную продукцию (35,7 ± 1,3). Женщины же отдавали предпочтение сухим винам (38,7 ± 1,3 из 100) (табл. 1).

Таблица 1

Виды алкогольной продукции, предпочитаемой взрослыми нижегородцами, на 100 опрошенных

Вид алкогольной продукции	ОП	Мужчины	Женщины
Пиво	42,4 ± 1,4	36,6 ± 1,2	14,9 ± 1,5*
Сухое вино, шампанское	49,5 ± 2,07	15,6 ± 1,7	38,7 ± 1,3*
Крепленое вино	18,9 ± 1,1	10,9 ± 1,5	10,8 ± 1,2
Домашние крепкие настойки	21,8 ± 1,2	16,1 ± 1,3	9,8 ± 1,2*
Водка, коньяк, другие крепкие напитки	44,6 ± 1,4	35,7 ± 1,3	17,8 ± 1,2*

Примечание: * – $p \leq 0{,}01$.

Распределение предпочтений отличалось в зависимости от района проживания (табл. 2). Например, жители Автозаводского района чаще всего выбирали водку и другие крепкие напитки (50,2 ± 2,3 на 100). В Нижегородском районе (51,6 ± 3,7 на 100) первую ранговую позицию заняло предпочтение пиву, а водка имела лишь третье место.

Таблица 2

Виды алкогольной продукции, предпочитаемой взрослыми нижегородцами, – по районам проживания, на 100 опрошенных

Район	Пиво	Сухое вино	Крепленое вино	Домашние настойки	Водка
Автозаводский	44,3 ± 2,3	47,0 ± 2,3	17,9 ± 1,8	25,5 ± 2,1	50,2 ± 2,3
Канавинский	39,9 ± 4,5	44,5 ± 2,8	17,1 ± 4,5	18,9 ± 2,6	45,4 ± 3,3
Ленинский	44,4 ± 4,6	53,6 ± 1,9	20,8 ± 3,1	22,6 ± 1,6	41,0 ± 1,4
Московский	35,7 ± 4,5	33,6 ± 4,4	19,6 ± 3,7	21,4 ± 3,8	51,7 ± 4,7
Сормовский	28,3 ± 3,9	53,7 ± 4,3	7,4 ± 2,2	11,9 ± 2,8	41,7 ± 4,2
Нижегородский	51,6 ± 3,7	43,8 ± 3,7	23,6 ± 3,7	16,8 ± 3,7	38,2 ± 3,7
Приокский	36,8 ± 4,5	56,1 ± 4,6	10,5 ± 2,8	26,3 ± 4,1	33,3 ± 4,4
Советский	45,2 ± 3,6	61,0 ± 3,5	29,5 ± 3,3	22,1 ± 3,01	41,0 ± 3,5

Следует отметить, что исторически районы города имеют различия в социально-бытовых и культурных традициях, поскольку часть районов образовалась на территории преимущественно рабочих поселений вблизи крупных промышленных предприятий, это: Автозаводский, Сормовский, Ленинский, Московский районы. Другая часть охватывает территорию вокруг Кремля и центральную часть города, с преобладанием в социуме городской интеллигенции, это: Нижегородский и Советский районы.

По среднему количеству выпитого алкоголя основной объем приходился на пиво. В среднем в течение недели, предшествующей исследованию, респондентами было выпито 936,4 ± 26,2 мл данного напитка (табл. 3, 4). Второе ранговое место занимали сухое вино и шампанское (333,3 ± 57,0 мл), третье – водка, коньяк и другие крепкие напитки (303,8 ± 55,5 мл). Различия в объемах употребляемой алкогольной продукции между обследованными разных полов объяснялись их вкусовыми предпочтениями. Мужчины употребляли алкоголь достоверно в больших объемах, нежели женщины.

Таблица 3

Среднее количество употребленной алкогольной продукции на одного взрослого нижегородца в течение недели, мл

Вид алкогольной продукции	ОП	Мужчины	Женщины
Пиво	936,4 ± 26,2	979,2 ± 20,7	802,9 ± 56,4*
Сухое вино, шампанское	333,3 ± 57,0	402,2 ± 18,2	308,0 ± 35,5*
Крепленое вино	300,5 ± 119,2	280,8 ± 62,3	321,1 ± 57,0
Домашние крепкие настойки	297,2 ± 48,6	217,4 ± 82,4	550,0 ± 66,0*
Водка, коньяк, другие крепкие напитки	303,8 ± 55,5	272,7 ± 36,9	386,0 ± 19,3*
Всего	2171,2 ± 59,8	2152,3 ± 89,5	2368,0 ± 87,2

Примечание. * – $p \leq 0{,}01$

Таблица 4

Среднее количество употребленной за неделю алкогольной продукции на одного взрослого нижегородца – по районам проживания, мл

Районы	Пиво	Сухое вино	Крепленое вино	Домашние настойки	Водка	Всего
Автозаводский	632,8 ± 81,0	210,1 ± 14,5	575,0 ± 46,0	348,5 ± 69,0	252,7 ± 18,7	2019,1 ± 108,5
Канавинский	706,8 ± 81,0	303,0 ± 67,0	569,0 ± 15,0	122,0 ± 24,0	453,0 ± 52,0	2153,8 ± 262,9
Ленинский	971,2 ± 46,0	543,0 ± 57	846,5 ± 31,0	210,2 ± 23,0	321,0 ± 24,0	2891,9 ± 360,9
Московский	2666,6 ± 640	400,0 ± 56,0	750,0 ± 150,0	100,0 ± 20,0	222,0 ± 40,0	4138,6 ± 351,9
Сормовский	1100,0 ± 240,0	344,0 ± 11,7	350,0 ± 21,0	233,3 ± 140,0	323,5 ± 110,0	2350,8 ± 205,7
Нижегородский	1305,5 ± 470,0	525,0 ± 63,0	395,0 ± 158,0	2000,0 ± 400,0	610,0 ± 122,0	4835,5 ± 324,1
Приокский	881,8 ± 194,0	275,0 ± 220,0	200,0 ± 40,0	100,0 ± 20,0	200,0 ± 80,0	1656,8 ± 153,1
Советский	554,1 ± 2,6	475,0 ± 1,5	100,0 ± 1,8	210,0 ± 2,1	268,7 ± 8,6	1607,8 ± 105,9

Примечание: * – $p \leq 0{,}01$.

Выводы. Таким образом, при изучении вопроса употребления спиртных напитков взрослым населением г. Нижнего Новгорода было установлено, что:

1. Более половины респондентов употребляли алкоголь на регулярной основе, причем мужчины достоверно чаще женщин. Всего за неделю, предшествующую исследованию, взрослый нижегородец выпил 2171,2 ± 59,8 мл спиртных напитков, по данному параметру гендерной разницы не было выявлено.

2. Предпочтительными алкогольными напитками были названы сухие и шампанские вина, а также водка и коньяк. В реальности же, жители нашего города больше всего употребляли пива (в расчете мл на человека). Затем уже следовали сухое и шампанское, далее – водка и коньяк. Мужчины употребляли почти все виды алкогольной продукции в достоверно больших количествах, нежели женщины, за исключением домашних настоек, водки (коньяка) и крепленых вин.

3. Традиции употребления спиртных напитков в разных районах города имели четкие, иногда достоверные, различия по отдельным параметрам, связанным, в первую очередь, с исторически сложившейся социальной структурой популяции проживающих жителей и их финансовыми возможностями. Так, Нижегородский район лидировал по количеству выпиваемых домашних крепких настоек (напитков) и водки. Ленинский район – по количеству употребляемого сухого и крепленого вина. Больше всего пива выпивали жители Московского района.

Приведенные результаты рекомендуются авторами к использованию учреждениями здравоохранения и Роспотребнадзора – при организации работы по гигиеническому воспитанию населения, а также при составлении и реализации целевых профилактических программ здоровьесбережения, направленных на формирование здорового образа жизни наших граждан.

Список литературы

1. Изучение характера употребления алкогольной продукции и табакокурения взрослого населения Нижегородской области по данным эпидемиологического мониторинга в 2021 г. / С.О. Семисынов, М.А. Позднякова, С.М. Лаврентьева, Н.Н. Савицкая, В.Г. Харыбин // Анализ риска здоровью - 2022. Фундаментальные и прикладные аспекты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы международной встречи по окружающей среде и здоровью RISE-2022. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2022. – Т. 2. – С. 320–322.

2. Кайгородова Т.В., Крюкова И.А. Влияние злоупотребления алкоголем на развитие неинфекционных заболеваний (аналитический обзор) [Электронный ресурс] // Общественное здоровье – 2021. – Т. 1, № 2. – С. 48–61. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-zloupotrebleniya-alkogolem-na-razvitie-neinfektsionnyh-zabolevaniy-analiticheskiy-obzor/viewer (дата обращения: 05.04.2023).

3. Корогодина Е.А. Алкоголизм – как глобальная проблема современности [Электронный ресурс] // Региональный вестник. – 2020. – № 11. – С. 35–36. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_43097800_57133767.pdf (дата обращения: 05.04.2023).

4. Лаврентьева, С.М. Изучение характера употребления алкогольной продукции взрослого населения Нижегородской области по данным эпидемиологического мониторинга в 2021 г. // Сборник тезисов VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов с международным участием «VolgaMedScience» (Нижний Новгород, 17–18 марта 2022 г.): материалы конференции. – Н. Новгород: Издательство Приволжского исследовательского медицинского университета, 2022. – С. 401–403.

5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Нижегородской области в 2020 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – URL: https://52.rospotrebnadzor.ru/sites/default/files/doc/ 52_gosdoklad_2020.pdf (дата обращения: 05.04.2023).

6. HEALTH [Электронный ресурс]. – URL: http://my.vybiraem.zdorovye.tilda.ws (дата обращения: 05.04.2023).

Обоснование приоритетных потенциально опасных химических веществ, идентифицированных в детских мясных и мясорастительных консервах

Д.В. Суворов[1], С.Е. Зеленкин[1], Нгуен Тхи Хонг Нго[2], Тран Трунг Тхан[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия,
[2]Национальный институт контроля качества пищевых продуктов, г. Ханой, Вьетнам

Проведен выбор потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ, идентифицированных в мясных и мясорастительных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста. Применение критериев выбора опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ проводилось в соответствии с действующими методическими рекомендациями, а также с применением дополнительных критериев. В результате исследования было обнаружено 23 химических соединения, при этом пять из них (НДМА, НДЭА, ДБФ, фурфурол, 2-фуранметанол) соответствовали критериям приоритетности выбора веществ по частоте встречаемости и совпадению с библиотекой масс-спектров. К данным веществам были применены критерии, позволяющие рассчитать интегральный показатель и присвоить категорию потенциальной опасности. Так, к первой категории потенциальной опасности были отнесены два соединения (НДМА и НДЭА), что требует проведения количественного определения и последующей оценки риска для здоровья.

Ключевые слова: химические контаминанты, нитрозоамины, детское питание, критерии выбора, оценка риска, категория потенциальной опасности.

В рамках оценки риска для здоровья населения все химические вещества в пищевых продуктах можно разделить на две группы – незаявленные и потенциально опасные непреднамеренно присутствующие в пищевых продуктах [2, 3]. К первой группе относятся контаминанты, содержание которых не должно нарушать действующее санитарное законодательство [3], например, таковыми являются пищевые добавки или красители и др. В свою очередь, вторая группа химических соединений представляет собой вещества, присутствие которых в пищевом продукте не зависит от производителя и на которые не распространяется действующее санитарное законодательство [3]. К таким соединениям могут быть отнесены естественно присутствующие компоненты (избыточное содержание которых может нанести вред здоровью), вещества, нормирование для которых отменено ввиду их неиспользования, но которые за счет длительного периода полураспада могут сохраняться в почве и путем миграции из них могут оказываться в конечном продукте (например, некоторые пестициды [1]), химические соединения, идентификация которых стала возможной благодаря современным методам определения.

К тому же непреднамеренное присутствие отдельных химических веществ в пищевых продуктах возможно из-за особенностей производства, включая технологическое воздействие, транспортировку и упаковку пищевой продукции [9, 10]. К непреднамеренно присутствующим также можно отнести вещества, нормирование которых ограничено методом определения при появлении более чувствительных методов. К таким соединениям, например, относятся N-нитрозоамины в мясных и мясорастительных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста, содержание которых «не допускается» при нижнем пределе определения равном 0,01 мг/кг продукта. В настоящее время существует более чувствительный метод определения N-нитрозоаминов, который идентифицирует эти соединения в концентрации, равной 0,0002 мг/кг продукта [5], что позволяет повысить эффективность контроля соответствия пищевой продукции обязательным требованиям и косвенно позволяет отнести их к непреднамеренным контаминантам. Однако необходимо установить приоритетность химических веществ для оценки риска здоровью населения с целью дальнейшего нормирования. С этой целью были разработаны и внедрены на уровне Роспотребнадзора методические рекомендации МР 1.2.0228-20.1.2 «Порядок выявления и идентификации незаявленных и потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ в пищевой продукции» [3] и предложены дополнительные критерии выбора [2].

Цель исследования – провести выбор приоритетных потенциально опасных химических веществ, идентифицированных в мясных и мясорастительных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста.

Материалы и методы. Выбор приоритетных потенциально опасных химических веществ проводился на основе данных ранее проведенных исследований химико-аналитической идентификации веществ в мясных и мясорастительных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста.

Приоритетность потенциально опасных химических веществ в исследуемых пищевых продуктах устанавливалась в соответствии с МР 1.2.0228-20.1.2 и с применением дополнительных критериев выбора, предложенных в исследовании [2]. Класс токсичности (Кт) устанавливался в соответствии с оксфордским «Справочником опасных химических веществ» [8].

С целью установления токсичности веществ (LD_{50}) использовались релевантные источники информации.

Результаты. Поскольку детское население наиболее чувствительно к воздействию химических веществ, обладающих токсическим действием (особенно дети раннего возраста ввиду их физиологических особенностей, характеризующиеся наличием критических периодов развития [4, 7]), химико-аналитическим отделом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора проведены скрининговые исследования мясных и мясорастительных консервов, предназначенных для питания детей раннего возраста [6].

В результате исследования было обнаружено 23 химических соединения, при этом пять из них соответствовали критериям приоритетности выбора веществ по частоте встречаемости и совпадению с библиотекой масс-спектров, отраженных в МР 1.2.0228-20.1.2 (табл. 1).

Таблица 1

Химические контаминанты, обнаруженные в мясных и мясорастительных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста, соответствующие критериям частоты встречаемости в образцах пищевых продуктов и совпадения с библиотекой масс-спектров

№ п/п	Наименование элемента / вещества	Критерий включения для установления категории потенциальной опасности в соответствии с МР 1.2.0228-20.1.2	
		Частота встречаемости (не менее чем в 50 % образцов), %	Совпадение с библиотекой масс-спектров (не менее 90 % совпадений), %
1	N-нитрозодиметиламин (НДМА)	87,5	90
2	N-нитрозодиэтиламин (НДЭА)	87,5	95
3	Дибутилфталат (ДБФ)	62,5	90
4	Фурфурол	50,0	95
5	2-фуранметанол	62,5	92

Помимо критерия токсичности (по LD_{50}) для установления интегрального показателя приоритетности (ИПП) применялись дополнительные критерии, оценивающие вероятность попадания контаминантов в исследуемый пищевой продукт [2], с целью определения категории потенциальной опасности (КПО).

Согласно усовершенствованному подходу к выявлению и идентификации потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ в пищевой продукции к приоритетным веществам для оценки риска для здоровья будут относиться те соединения, которые соответствуют I категории потенциальной опасности [2].

Следовательно, результаты расчетов интегрального показателя и КПО представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты идентификации потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ в мясных и мясорастительных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста

Критерии вероятности присутствия в продукте		Наименование вещества	Балл (Критерий) Да – 1 Нет – 0	Оценка токсичности LD_{50}, мг/кг (крысы)	Кт	ИПП	КПО
Поступление в сырье	А	НДМА	2 (А, В)	37 [12]	5	7	I
Вероятность миграции из упаковки, тары и т.д.	Б	НДЭА	2 (А, В)	220 [12]	4	6	I
Вероятность поступления веществ при подготовке пищевого продукта к употреблению	В	ДБФ	1 (Б)	6300 [11]	2	3	II
		Фурфурол	1 (В)	65 [14]	4	5	II
		2-фуранметанол	1 (В)	110 [13]	4	5	II

Таким образом, расчет интегрального показателя и установление КПО показали, что НДМА и НДЭА относятся к I категории потенциальной опасности, что требует проведения количественного определения и последующей оценки риска для здоровья.

Выводы. Выбор потенциально опасных химических веществ, идентифицированных в мясных и мясорастительных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста, с применением критериев выбора позволил установить НДМА и НДЭА как опасные химические соединения, требующие проведения оценки риска для здоровья. Несмотря на то, что данные соединения не допускаются (при установленном пределе определения 0,001 мг/кг продукта) в соответствии с ТР ТС 021/2011, они отнесены к группе непреднамеренно присутствующих химических контаминантов ввиду наличия более чувствительного метода определения, который позволяет провести оценку риска для здоровья и вероятный пересмотр действующего регламента.

Список литературы

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов по состоянию на 25 сентября 2021 г. [Электронный ресурс]. – М.: Минсельхоз России. – URL: https://clck.ru/Z6JuA (дата обращения: 01.03.2023).

2. Методические подходы к интегральной оценке и категорированию потенциально опасных химических веществ, непреднамеренно присутствующих в пищевых продуктах / Н.В. Зайцева, С.А. Хотимченко, П.З. Шур [и др.] // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № 1 (545). – С. 26–35. DOI: 10.33029/0042-8833-2023-92-1-26-35

3. МР 1.2.0228-20.1.2. Гигиена, токсикология, санитария. Порядок выявления и идентификации незаявленных и потенциально опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ в пищевой продукции. Методические рекомендации / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.12.2020 [Электронный ресурс] // Юридическая информационная система «Легалакт – законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации». – URL: https://legalacts.ru/doc/mr-120228-20-12-gigiena-toksikologija-sanitarija-porjadok-vyjavlenija-i/ (дата обращения: 01.03.2023).

4. Национальная программа оптимизации питания детей в возрасте от 1 года до 3 лет в Российской Федерации. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ПедиатрЪ, 2016. – 36 с.

5. Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 29 июня 2016 года № 1364-р [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: https://docs.cntd.ru/document/420363999 (дата обращения: 25.03.2023).

6. Определение N-нитрозодифениламина в детских мясных консервах методом хромато-масс-спектрометрии / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 5. – С. 56–62.

7. Программа оптимизации вскармливания детей первого года жизни в Российской Федерации: методические рекомендации / утв. Председателем Исполкома Союза педиатров России. – М.: ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, 2019. – 112 с.

8. Carson P., Mumford C. Hazardous Chemicals Handbook. – 2nd ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002. – 608 p.

9. Codex Alimentarius Commission: Meeting of the Codex Committee on Pesticide Residues [Электронный ресурс] // Federal Register: The Daily Journal of the United States Government. – URL: https://www.federalregister.gov/documents/2021/04/16/2021–07399/codex–alimentarius–commission–meeting–of–the–codex–committee–on–pesticide–residues (дата обращения: 25.03.2023).

10. Di Stefano V., Avellone G. Food Contaminants // Journal of Food Studies. – 2014. – Vol. 3, № 1. – P. 88–103.

11. Dibutyl phthalate: Summary Risk Assessment Report // Institute for Health and Consumer Protection, European Chemicals Bureau. – 2003. – 40 p.

12. Furfuryl Alcohol. Safety Data Sheet [Электронный ресурс]. – URL: https://inlnk.ru/Bpd9M2 (дата обращения: 27.03.2023).

13. Organotropic carcinogenic effects of 65 various N-nitroso- compounds on BD rats / H. Druckrey, R. Preussmann, S. Ivankovic, D. Schmähl // Z. Krebsforsch. – 1967. – Vol. 69, № 2. – P. 103–201 (in German).

14. Scientific Committee on Consumer Safety. Opinion on Furfural. – European Union, 2012. – 26 p.

Критерии ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья населения

А.А. Хасанова

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

Ранжирование неканцерогенных химических рисков для здоровья населения целесообразно проводить с использованием коэффициента опасности *HQ* (при ранжировании рисков, связанных с влиянием отдельных химических веществ на здоровье населения), индекса опасности *HI* (при ранжировании рисков, связанных с комбинированным воздействия химических веществ с однонаправленным действием) и приведенного индекса риска здоровью $\tilde{R}$ (при использовании эволюционных моделей) на основе категорий рисков. Установлено, что для задач ранжирования на основе *HQ* в качестве критериев целесообразно использовать следующие категории риска: < 0,1 – минимальный (целевой) уровень; 0,1–1,0 – допустимый уровень; 1,1–3,0 – настораживающий; > 3,0 – высокий уровень. Для ранжирования с использованием *HI*: < 1,0 – минимальный (целевой) уровень; 1,1–3,0 – допустимый уровень; 3,1–6,0 – настораживающий; > 6,0 – высокий уровень. При использовании показателя $\tilde{R}$: < 0,05 – пренебрежимо малый риск (приемлемый, допустимый); 0,05–0,35 – умеренный риск; 0,35–0,6 – высокий риск; > 0,6 – очень высокий риск.

Ключевые слова: неканцерогенный риск, ранжирование, коэффициент опасности, индекс опасности, приведённый индекс риска.

Одной из основных задач анализа риска является определение приоритетов на территориальном и местном уровнях и разработка механизмов стратегии действий, отдающих предпочтение регулированию тех источников и факторов риска, которые представляют наибольшую угрозу здоровью населения.

Для выделения приоритетных химических веществ в отношении формирования риска для здоровья населения, наиболее поражаемых органов и систем, а также для задач мониторинга риска на анализируемой территории, планирования или оценки эффективности управленческих решений по его снижению целесообразно проведение ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья [5, 9].

При ранжировании целесообразно ориентироваться на категории риска, в соответствии с которыми осуществляется их характеристика. Также необходимо принимать во внимание величины приемлемого риска, отражающие такие уровни, которые не требуют применения дополнительных мер по его снижению и незначительны по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности или жизни людей [9]. Данный подход связан с допущением определенной вероятности негативных эффектов или заболеваний, которую приемлет человек, группа людей или общество. Уровень приемлемого риска зависит от научных данных, социальных, экономических и политических факторов, а также от ощущаемых выгод, получаемых от использования химического вещества или процесса. На уровне условно принимаемого приемлемого риска не требуется принятия дополнительных мер по его снижению [10].

Целесообразно провести обзор и анализ систем категорирования, используемых для характеристики неканцерогенных химических рисков для здоровья населения, и установить критерии, которые могут быть использованы задач их ранжирования.

Цель исследования – установить критерии для ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья населения.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели был проведён систематический обзор и анализ отечественных и зарубежных исследований в базах данных Scopus, Web of Science, CyberLeninka, eLibrary, Google Scholar, NCBI PubMed, Elsevier, ResearchGate. Проанализировано более 50 источников литературы, включающих в себя нормативно-методические документы, а также современные публикации результатов фундаментальных и прикладных научных исследований.

Результаты. Ранжирование неканцерогенных химических рисков для здоровья необходимо проводить с учётом риска развития неблагоприятных эффектов для органов и систем организма, связанного как с влиянием отдельных химических веществ, так и с учётом комбинированного воздействия химических веществ, обладающих однонаправленным действием.

Риск неканцерогенных эффектов для здоровья может быть охарактеризован с помощью «коэффициента опасности» (hazard quotient – *HQ*) [25].

HQ представляет собой отношение воздействующей концентрации (или дозы) химического вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия [15]. Он рассчитывается отдельно для экспозиции различной продолжительности (например, кратковременное (острое), длительное (хроническое)) воздействия химических веществ. При этом период осреднения воздействующего уровня и соответствующих безопасных уровней воздействия должен быть аналогичным.

По результатам проведённого обзора установлено, что в практической деятельности в зависимости от поставленных задач применяются различные системы категорирования *HQ*.

В международных документах, а также в Р 2.1.10.1920–04 для *HQ* выделены следующие категории риска: если рассчитанный *HQ* вещества не превышает единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни несущественна, и такое воздействие характеризуется как допустимое. Если *HQ* превышает единицу, то вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению *HQ*, однако точно указать величину этой вероятности невозможно [14, 15, 18, 24, 29]. *HQ* больше единицы не является статистической вероятностью причинения вреда, а представляет собой утверждение о том, превышает ли (и насколько) экспозиционная концентрация референтную концентрацию (*RfC*) [11].

В рамках 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» предложены следующие категории уровней риска по *HQ*: < 0,1 – минимальный (целевой) уровень; 0,1–1,0 – допустимый уровень; 1,1–3,0 – настораживающий; > 3,0 – высокий уровень [5]. Предложенная система категорирования полностью согласуется с международными данными [14, 15, 18, 21, 24, 29]. В соответствии с областью определения МР 2.1.10.0156–19 указанные категории могут быть использованы при оценке качества атмосферного воздуха и анализе риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух. В связи с этим указанная в рамках данного документа система категорий может быть использована для задач ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья.

В работах С.А. Куролап, А.Н. Лопанова с соавт., И.Л. Малькова с соавт., и др. предлагается альтернативная система категорирования *HQ*: если величина риска *HQ* < 0,8, то неканцерогенный риск считается допустимым, не вызывающим беспокойства; если величина риска *HQ* от 0,8 до 1,0 – риск предельно допустимый, вызывающий беспокойство; если *HQ* > 1 – опасный риск [1, 2, 7]. Применение указанной системы категорирования нецелесообразно для задач настоящего исследования в связи с тем, что авторами она используется в рамках оценки экологического риска.

В качестве ещё одного показателя для характеристики неканцерогенного риска, связанного с влиянием отдельных химических веществ, необходимо рассмотреть индекс относительного условного риска (*Ri*). Методика его расчёта разработана профессором С.М. Новиковым (НИИ ЭЧ и ГОС им. Сысина) и основана на отечественных принципах гигиенического регламентирования вредных факторов окружающей среды. Она изложена в рамках МР «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения» [7]. Под условной опасностью в данной методике понимается степень возрастания вероятности (риска) развития неблагоприятных эффектов и их выраженности (т.е. медико-биологической и социальной значимости, тяжести) в случае определенного превышения ПДК в течение заданного промежутка времени. В отличие от принятых в стандартной методике оценки риска показателей *HQ*, рассматриваемое поня-

тие отражает тяжесть последствий воздействия загрязнителей в зависимости от кратности превышения ПДК. Под термином «условный риск» понимается некая функция, интегрально отражающая вероятность и тяжесть возможных биологических ответов на воздействие загрязнителя атмосферного воздуха [3, 6].

В качестве категорий для характеристики полученных величин индекса относительного условного риска предложена следующая ранговая шкала: 1,0–0,9 – смертельные эффекты, 0,8–0,6 – тяжелые острые эффекты, 0,6–0,5 – пороговые острые эффекты, 0,5–0,2 – тяжелые хронические эффекты, 0,2–0,1 – пороговые хронические эффекты, 0,1–0,3 – реакции суперчувствительных подгрупп, 0–0,05 – уровни минимального риска. Данный показатель и предлагаемая для его характеристики система категорирования не могут быть использованы в качестве критериев ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья в связи с тем, что указанные параметры не являются прямыми аналогами риска для здоровья населения и не обоснованы по критериям риска.

В рамках МР 2510/5716–97–32 «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения» в качестве показателя, с помощью которого может быть проведена характеристика риска для здоровья населения, предлагается использовать показатель потенциального риска.

В соответствии с методикой потенциальный риск – это риск возникновения неблагоприятного для человека эффекта, определяемый как вероятность проявления этого эффекта при заданных условиях. Для неканцерогенных эффектов выделяют следующие типы потенциального риска:

– риск немедленных эффектов, проявляющихся непосредственно в момент воздействия (неприятные запахи, раздражающие эффекты, различные физиологические реакции, обострение хронических заболеваний и пр., а при значительных концентрациях – острые отравления);

– риск длительного (хронического) воздействия, проявляющийся при накоплении достаточной для этого дозы в росте неспецифической патологии, снижении иммунного статуса и т.д. [7].

Категорирование указанных показателей проводится в процентах или долях единицы. В соответствии с МР 2510/5716–97–32 для оценки величины потенциального риска немедленного действия предложены следующие категории: до 2 % (или до 0,02 в долях единицы) – приемлемая величина риска; от 2 до 16 % (или 0,02–0,16 в долях единицы) – удовлетворительная величина риска; от 16 до 50 % (или 0,16–0,50 в долях единицы) – неудовлетворительная величина риска; более 50 % (0,50 в долях единицы) опасная величина риска. Для оценки величины потенциального риска длительного (хронического) неспецифического воздействия в рамках данного документа предлагается использовать следующие категории риска: до 5 % (или 0,05 в долях единицы) – приемлемый риск; от 5 до 16 % (или 0,05–0,16 в долях единицы) – уровень риска, вызывающий опасение; от 16 до 50 % (или 0,16–0,50 в долях единицы) – опасный уровень риска; от 50 до 84 % (или 0,50–0,84 в долях единицы) – чрезвычайно опасный уровень риска. В том случае, если риск хронического неспецифического воздействия оказывается близким к 100 % (или к единице), то такую ситуацию предлагается оценивать как катастрофическую, так как загрязнение окружающей среды в данном случае перешло в иное качественное состояние (появление случаев хронического отравления, изменение структуры

заболеваемости, достоверная тенденция к росту смертности и пр.), которое должно оцениваться с использованием иных, более специфических моделей [7]. Предложенный показатель потенциального риска и система категорирования не могут быть использованы для достижения целей данного исследования в связи с тем, в соответствии с методикой он разработан для проведения медико-экологической оценки качества окружающей среды и не обоснован по критериям риска, в связи чем его применение в рамках ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья неправомерно.

Таким образом, для задач ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья с учётом риска, связанного с влиянием отдельных химических веществ, может быть использован коэффициент опасности. В качестве критериев ранжирования целесообразно применять следующие категории риска: < 0,1 – минимальный (целевой) уровень; 0,1–1,0 – допустимый уровень; 1,1–3,0 – настораживающий; > 3,0 – высокий уровень.

Использование коэффициента опасности позволяет охарактеризовать риски для здоровья населения, обусловленные влиянием каждого в отдельности химического вещества на орган или систему органов, установленных для него в качестве критических. Данный подход позволяет выделить приоритетные химические вещества в отношении формирования неканцерогенного риска для здоровья населения. Однако в реальных условиях на организм человека одновременно может воздействовать сразу несколько химических веществ. И даже если воздействие одного вещества не превышает допустимое, то комбинированное поступление веществ, оказывающих влияние на одну систему (орган), может приводить к возникновению нарушений в данной системе.

Как свидетельствуют результаты научных исследований, при воздействии компонентов смеси на одни и те же органы или системы организма наиболее вероятным типом их комбинированного действия является суммация (аддитивность) [20, 27]. Данное правило не учитывает возможных различий в механизмах специфического действия компонентов смеси, а также локальных негативных реакций в месте первичного контакта вещества с организмом (например, на слизистых оболочках дыхательных путей или желудка). Вместе с тем, по мнению международных и зарубежных экспертов, подобный подход, хотя и достаточно консервативен, так как может преувеличивать опасность для здоровья, однако является более предпочтительным по сравнению с независимой оценкой каждого из компонентов [6, 18, 19].

В связи с этим ранжирование неканцерогенных химических рисков для здоровья должно также учитывать категории риска комбинированного воздействия химических веществ, обладающих однонаправленным действием. Для этого целесообразно использовать индекс опасности (*HI*).

HI для условий одновременного поступления веществ одним и тем же путем (например, ингаляционным или пероральным) характеризует риск развития неблагоприятных эффектов на критический орган (систему) и представляет собой сумму *HQ* для отдельных компонентов смеси, воздействующих на критические органы и системы [9]. С использованием данного индекса могут быть выделены приоритетные органы и системы, в наибольшей степени поражаемые при воздействии химических факторов.

Данный подход, а также некоторые его модификации широко используется в практической деятельности рядом ведущих международных организаций, в том

числе US EPA (U.S. Environmental Protection Agency), ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), U.S. Consumer Product Safety Commission (CPSC), European Food Safety Authority (EFSA), EC, Norwegian Scientific Committee for Food Safety, Occupational Safety and Health Administration (OSHA) и др. [11, 16, 17, 20, 23, 28].

В зарубежных методических документах, а также в Р 2.1.10.1920–04 для характеристики *HI* используется система категорирования, основанная на величине допустимого уровня риска, составляющего *HI* = 1, то есть суммарный индекс опасности, характеризующий допустимое поступление, не должен превышать единицу [9]. В соответствии с данными ATSDR, если индекс опасности < 1,0, то «крайне маловероятно, что будут происходить значительные аддитивные или токсические взаимодействия, поэтому дальнейшая оценка не требуется», а в том случае, когда индекс опасности превышает 1,0 – «рекомендуется проведение углублённой оценки» [23]. По данным EPA, как и в случае с *HQ*, если значение *HI* ниже 1,0, то, скорее всего, это не приведет к неблагоприятным неканцерогенным эффектам для здоровья при поступлении химических веществ в течение всей жизни. Однако *HI* выше 1,0 не обязательно предполагает вероятность возникновения и развития побочных эффектов. Кроме того, *HI* не может быть переведен в вероятность возникновения неблагоприятных последствий [19, 13, 26, 27]. Применение указанных систем категорирования для задач настоящего исследования нецелесообразно в связи с тем, что данные категории позволят разделить неканцерогенные риски, формируемые в условиях комбинированного поступления химических веществ, на допустимые (приемлемые) (*HI* < 1) и недопустимые (неприемлемые) (*HI* > 1), но не позволяет провести полноценное ранжирование неканцерогенных химических рисков.

В МР 2.1.10.0156–19 предложены следующие категории для характеристики уровней риска по *HI*: < 1,0 – минимальный (целевой) уровень; 1,1–3,0 – допустимый уровень; 3,1–6,0 – настораживающий; > 6,0 – высокий уровень [8]. Исходя из области определения данных методических рекомендаций, указанные категории используются при проведении оценки качества атмосферного воздуха и анализе риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, для целей управления рисками здоровью населения в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. В связи с этим данная система категорирования *HI* может быть использована для ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья, связанных с комбинированным воздействием химических веществ, обладающих однонаправленным действием.

В соответствии с методическими подходами, изложенными в рамках МосМР 2.1.9.004–03, при действии присутствующих в воздухе химических веществ на одни и те же органы / системы организма их совместное действие может быть оценено с использованием коэффициента относительной опасности при условии совместного воздействия компонентов [6]. В качестве категорий для характеристики данных величин предлагается та же ранговая шкала, что и для характеристики величин индекса относительного условного риска, изложенная ранее. В соответствии с методикой указанные параметры сравнительной опасности идентифицируют местоположение анализируемой экспозиции на условной шкале, строящейся с учетом индивидуальных особенностей токсического действия каж-

дого химического вещества, и не являются прямыми аналогами риска для здоровья населения. В связи с этим данный показатель и соответствующая ему система категорирования не могут быть использованы для задач ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья.

Таким образом, для задач ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья с учётом риска, связанного с комбинированным воздействием химических веществ, обладающих однонаправленным действием, может быть использован индекс опасности. В качестве критериев ранжирования целесообразно применять следующие категории риска: < 1,0 – минимальный (целевой) уровень; 1,1–3,0 – допустимый уровень; 3,1–6,0 – настораживающий; > 6,0 – высокий уровень. Использование индекса опасности для поставленных задач позволяет выделить приоритетные органы и системы, в наибольшей степени поражаемые при комбинированном воздействии химических факторов.

При проведении количественной оценки неканцерогенного риска здоровью с использованием эволюционных моделей ранжирование может быть проведено с использованием приведенного индекса риска здоровью ($\tilde{R}$) [4]. Данный показатель рассчитывается на основе построения эволюционных моделей при хроническом воздействии химических веществ и предназначен для оценки накопления рисков для здоровья с учетом возраста и длительности воздействия. Он позволяет количественно оценить индивидуальный неканцерогенный риск развития конкретного ответа со стороны здоровья в условиях поступления определенного химического компонента одним из возможных путей.

Для характеристики приведённого индекса риска ($\tilde{R}$) предлагается следующая система категорий: величина $\tilde{R}$ составляет менее 0,05, что может оцениваться как риск пренебрежимо малый (приемлемый, допустимый), не отличающийся от обычных, повседневных рисков; величина $\tilde{R}$ находится в диапазоне более 0,05–0,35, что может оцениваться как умеренный риск; величина $\tilde{R}$ находится в диапазоне более 0,35–0,6, что оценивается как высокий риск; величина $\tilde{R}$ превышает уровень 0,6, что оценивается как очень высокий риск. Показатель приведенного индекса риска здоровью и предложенная для него система категорирования могут быть использованы для задач ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья в связи с тем, что в соответствии с областью применения предназначены непосредственно для количественной оценки неканцерогенных эффектов, обусловленных воздействием химического загрязнения среды обитания.

Выводы. Ранжирование неканцерогенных химических рисков для здоровья населения целесообразно проводить с использованием коэффициента опасности *HQ* (при ранжировании рисков, связанных с влиянием отдельных химических веществ на здоровье населения), индекса опасности *HI* (при ранжировании рисков, связанных с комбинированным воздействия химических веществ с однонаправленным действием) и приведенного индекса риска здоровью $\tilde{R}$ (при использовании эволюционных моделей) на основе категорий рисков.

Установлено, что в качестве критериев для ранжирования рисков на основе *HQ* целесообразно использовать следующие категории риска: < 0,1 – минимальный (целевой) уровень, 0,1–1,0 – допустимый уровень, 1,1–3,0 – настораживающий, > 3,0 – высокий уровень; для ранжирования неканцерогенных рисков с использова-

нием *HI*: < 1,0 – минимальный (целевой) уровень, 1,1–3,0 – допустимый уровень, 3,1–6,0 – настораживающий, > 6,0 – высокий уровень; при использовании показателя $\tilde{R}$: < 0,05 – пренебрежимо малый риск (приемлемый, допустимый), 0,05–0,35 – умеренный риск, 0,35–0,6 – высокий риск, > 0,6 – очень высокий риск.

Применение данных показателей и установленных для них критериев при ранжировании неканцерогенных химических рисков для здоровья позволяет выделить приоритетные химические вещества в отношении формирования неканцерогенного риска для здоровья населения, а также приоритетные органы и системы, в наибольшей степени поражаемые при комбинированном воздействии групп химических веществ с однонаправленным действием.

Список литературы

1. Лопанов А.Н., Спесивцева С.Е. Оценка рисков здоровью населения от работы предприятий по производству цемента // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Алушта, 4–8 июня, 2018 г. – Белгор. гос. технол. ун-т; отв. ред. И.В. Старостина. – Белгород, 2018. – С. 56–63. EDN: YNUWXJ.

2. Малькова И.Л., Семакина А.В. Социально-гигиенический мониторинг состояния атмосферного воздуха г. Ижевска: монография. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2018. – 122 с.

3. Модели формирования риска [Электронный ресурс]. – URL: http://www.iki.rssi.ru/ehips/RskModel.htm#Risk_Novikov (дата обращения: 07.03.2023).

4. МР 2.1.10.0062–12. Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей: Методические рекомендации 2.1.10.0062–12. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 36 с.

5. 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: Методические рекомендации 2.1.10.0156–19, утвержденные Главным государственным санитарным врачом России Г.Г. Онищенко 02.12.2019. – Официальное издание. – М.: Роспотребнадзор, 2020. – 29 с.

6. МР 2.1.9.004–03. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей природной среды и условиями проживания населения: Методические рекомендации, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Центр госсанэпиднадзора в г. Москве; [С.М. Новиков и др.]. – Изд. офиц. – Москва: [Санэпидмедиа и др.], 2003. – 56 с.

7. МР 2510/5716–97–32. Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико–экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения: Методические рекомендации, утвержденные Главным государственным санитарным врачом России Г.Г. Онищенко 30.07.1997. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200060013 (дата обращения: 07.03.2023).

8. Научно-методический подход к созданию региональных систем медико–экологического мониторинга урбанизированных территорий: опыт практической

реализации в городе Воронеже / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, Т.И. Прожорина, П.М. Виноградов // Современная экология: образование, наука, практика: материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 04–06 октября 2017 года. – Издательство "Научная книга" (Саратов), 2017. – С. 13–20. EDN: ZVUDUF.

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

10. Управление окружающей средой на основе методологии анализа риска: учебное пособие / С.Л. Авалиани, Дж. Балбус, А.А. Голуб, Н.Г. Давыдова, Е.Б. Струкова, Г.В. Сафонов. – М., 2010. – 187 с.

11. ACGIH Threshold LimitValues (TLVs) and Biological Exposure Indices (BEIs). Appendix E: Threshold limit values for mixtures. – Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2015.

12. Air contaminants. Subpart Z. Toxic and hazardous substances. Occupational Safety and Health Administration. Code of Federal Regulations 29 CFR 1910.1000. – OSHA, 2001. – URL: http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR–2001–title29–vol6/pdf/CFR–2001–title29–vol6–sec1910–1000.pdf.

13. Background on Risk Characterization: EPA [Электронный ресурс]. – URL: https://archive.epa.gov/airtoxics/nata/web/html/riskbg.html#Z8 (дата обращения: 05.03.2023).

14. Bleam W.F. Soil and Environmental Chemistry. Chapter 10 – Risk Assessment [Электронный ресурс]. – Academic Press, 2012. – P. 409–447. ISBN 9780124157972, https://doi.org/10.1016/B978–0–12–415797–2.00010–8. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124157972000108 (дата обращения: 05.03.2023).

15. Calculating Hazard Quotients and Cancer Risk Estimates: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.atsdr.cdc.gov/pha–guidance/conducting_scientific_evaluations/epcs_and_exposure_calculations/hazardquotients_cancerrisk.html (дата обращения: 02.03.2023).

16. Chronic hazard advisory panel on phthalates and phthalate alternatives (with appendices): Report to the U.S. Consumer Product Safety Commission [Электронный ресурс]. – CPSC, 2014, Bethesda, MD: U.S. Consumer Product Safety Commission. – 597 p. – URL: https://www.cpsc.gov/s3fs–public/CHAP–REPORT–With–Appendices.pdf (дата обращения: 02.03.2023).

17. Combined toxic effects of multiple chemical exposures: Norwegian Scientific Committee for Food Safety. – Oslo: Vitenskapskomiteen for mattrygghet, Norwegian Scientific Committee for Food Safety, Doc. No.: 11/005–final, 2013. – ISBN: 978–82–8259–078–5.

18. Environmental Health Risk Assessment. Guidelines for assessing human health risks from environmental hazards [Электронный ресурс]. – Department of Health and Ageing and Health Council, Australia, 2012. – 245 p. URL: https://www.eh.org.au/documents/item/916 (дата обращения: 02.03.2023).

19. EPA’s web archive [Электронный ресурс]. – URL: https://archive.epa.gov/airtoxics/nata/web/html/gloss.html#hi (дата обращения: 05.03.2023).

20. Framework for Assessing Health Impacts of Multiple Chemicals and Other Stressors (Update): U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology,

2018 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.atsdr.cdc.gov/interactionprofiles/IP–ga/ipga–p.pdf (дата обращения: 05.03.2023).

21. How to Calculate Hazard Quotient (HQ) and Risk Quotient (RQ) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.chemsafetypro.com/Topics/CRA/How_to_Calculate_Hazard_Quotients_ (HQ) _and_Risk_Quotients_ (RQ).html (дата обращения: 10.03.2023).

22. International frameworks dealing with human risk assessment of combined exposure to multiple chemicals: scientific report of EFSA // EFSA Journal. – 2013. – Vol. 11 (7). – P. 3313. DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3313

23. Public health assessment guidance manual (PHAGM) (update). – U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances Disease Registry, 2015 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.atsdr.cdc.gov/pha–guidance/index.html (дата обращения: 10.03.2023).

24. Regional Removal Management Levels (RMLs) Frequent Questions: U.S. Environmental Protection Agency [Электронный ресурс]. – URL: https://www.epa.gov/risk/regional–removal–management–levels–rmls–frequent–questions#FAQ5 (дата обращения: 02.03.2023).

25. Risk Assessment for Other Effects: U.S. Environmental Protection Agency [Электронный ресурс]. – URL: https://www.epa.gov/fera/risk–assessment–other–effects (дата обращения: 02.03.2023).

26. Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I – Human Health Evaluation Manual (Part B, Development of Risk–based Preliminary Remediation Goals) [Электронный ресурс]. – Office of Emergency and Remedial Response U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC 20460. – 68 p. – URL: https://epa–prgs.ornl.gov/radionuclides/HHEMB.pdf (дата обращения: 02.03.2023).

27. Risk Assessment. Risk characterization: U.S. Environmental Protection Agency [Электронный ресурс]. – URL: https://airknowledge.gov/Mod/Risk_Characterization/Web/story.html (дата обращения: 02.03.2023).

28. Toxicity and assessment of chemical mixtures. European Commission. Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER), Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), and Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS). – European Union, 2012. – 50 p. DOI: 10.2772/21444, ISBN 978–92–79–30700–3

29. WHO human health risk assessment toolkit: chemical hazards. Harmonization Project Document No. 8: World Health Organization & International Programme on Chemical Safety [Электронный ресурс]. – World Health Organization, 2010. – 106 p. – URL: https://apps.who.int/iris/handle/10665/44458 (дата обращения: 05.03.2023).

ПЦР-детекция содержания ГМО в пищевых продуктах категории снеков

А.В. Ярома, О.А. Казакова, О.В. Долгих

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

Проведена идентификация в 12 образцах пищевых продуктов типа «снек» (10 образцов – чипсы, 2 образца – кукурузные палочки) наличия специфических генетических вставок, указывающих на произведенные генетические модификации, с определением конкретных ГМ-линий растений методом ПЦР. Установлено, что образцы характеризовались присутствием ДНК растений и ГМ-вставок с различной частотой встречаемости: риса, картофеля, люцерны, кукурузы, сои, *35s*, *NOS*, *E9*, *nptII*, *cp4 EPSPS*, линия кукурузы MON863 (без превышения установленного в Российской Федерации норматива – не более 0,9 %).

Рекомендовано в рамках проведения мониторинга и выборочного контроля качества продуктов питания типа «снек» относительно наличия произведенных генно-модифицированных вставок использовать как наиболее патогномоничные и часто встречающиеся генетические маркеры: *35s FMV* и *CaMV*, *NOS*, *E9*, *nptII*, *cp4 EPSPS*, а также линии кукурузы MON863.

Ключевые слова: ГМО, ГМ-модификации, ГМ-линии, промоторы, терминаторы, MON863.

Производство генетически модифицированных продуктов (ГМО) выгодно для экономики. Оно позволяет снизить финансовые потери от низкой урожайности и преждевременной порчи. В России ГМО-продукты не выращиваются в продовольственных целях, а завозятся из-за рубежа [2].

В конце 2018–2019 гг. в России приняли ряд актов (Указ Президента РФ от 28.11.2018 № 680, Постановление Правительства РФ от 22.04.2019 № 479). Этими документами подразумевалось создание базы для развития генетических и геномных исследований, что противоречило принятому ранее ограничению производства ГМ-продукции в стране (использования результатов проведенных геномных исследований в сельскохозяйственной области) [7].

ГМО-содержащей не считается та продукция, которая включает менее 0,9 ГМО на каждый отдельный ингредиент, что устанавливается документами Таможенного союза и СанПиН (см. ТР ТС 021/2011, СанПиН 2.3.2.2227-07). Теми же документами подобная продукция признается включающей технически неустранимые примеси [4].

В связи с общемировым ростом использования ГМО система контроля за ГМО-оборотом выступает гарантией уровня безопасности в странах, импортирующих продовольствие [8].

За проведение исследований по оценке биобезопасности ГМО для человека и окружающей среды отвечает Роспотребнадзор и осуществляет молекулярно-генетические исследования, санитарно-эпидемиологическую экспертизу, медико-биологическую оценку безопасности. В результате соблюдения закона об обяза-

тельной маркировке ГМО доля проб, содержащих генно-модифицированные конструкции, снизилась в 8 раз по сравнению с 2019 г. и составила только 0,005 % от общего количества.

Если в продуктах все-таки обнаружены незарегистрированные линии ГМО, то они изымаются из продажи, и данная продукция по распоряжению Роспотребнадзора вносится в список рисковой [3].

Роспотребнадзор в соответствии с постановлением Правительства РФ от 13.03.2017 № 281 периодически проводит мониторинг состояния ГМО-продукции с прилавков магазинов. В связи с обилием продовольственных товаров на этапе прохождения через таможенные службы выявление продукции, не соответствующей допустимым нормативам, в том числе по содержанию ГМ-элементов, является затруднительным. Так, в 2019 г. в Россию был приостановлен ввоз папайи и содержащих ее продуктов из Китая из-за обнаружения в 22 пробах из 16 тысяч проб незарегистрированных линий ГМО.

В случае присоединения России в 2023 г. к Картахенскому протоколу по биобезопасности к конвенции о биологическом разнообразии среди завозимой в страну сельскохозяйственной продукции доля незарегистрированных ГМО-продуктов значительно уменьшится, а вывозимые из страны сельскохозяйственный культуры приобретут устойчивую положительную репутацию [1].

Продукты, в которых содержится ГМО, делят на три типа. Первый – выступающие как подсластители окрашивающие элементы (трансгенная соя или кукуруза). Второй – полученные в конце переработки генетически модифицированного материала (чипсы, кукурузные хлопья). Третий – непосредственно трансгенные фрукты и овощи [9].

Многочисленные опыты, проводимые на живых организмах, в большинстве своем говорят об отсутствии вредного влияния на организм испытуемых. Так, трансгенные растения картофеля, содержащие ген *Cry1Ab*, устойчивый к картофельной клубневой моли, были использованы для изучения стойкости рекомбинантной ДНК и белков в тканях пищеварительного тракта (ЖКТ) и внутренних органах крыс в 90-дневном испытании на кормление. Нативная ДНК растений (ген хлоропласта, ср) и фрагменты *Cry1Ab*, *nptII* и промотор *NOS* отслеживались в органах и тканях крыс с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР). Хотя проглоченная нативная и рекомбинантная ДНК и белок не полностью деградировали в ЖКТ, можно сказать, что вредного воздействия не наблюдалось [11].

В опыте с пищевыми аллергиками испытуемым предлагались обычная кукуруза и кукуруза линии MON863. В результате аллергии не наблюдалось в обеих группах [10].

Актуальной темой является выявление и определение наиболее значимых ГМ-маркеров, формирование списка индикаторных ГМ-показателей, а также выявление ГМ-линий растений для продуктов питания типа «снек» с целью применения в рамках лабораторного контроля на соответствие установленным требованиям СанПиН и ТР ТС.

Цель исследования – выполнение ПЦР-детекции в матричном формате ГМО растительного происхождения в пищевых продуктах типа «снек» с идентификацией видоспецифичных генов растений и регуляторных генетических элементов.

Материалы и методы. В настоящем исследовании в 12 исследуемых образцах снеков (чипсы – 10 образцов, кукурузные палочки – 2 образца) в соответствии с МУК 4.2.3390-16 «Детекция и идентификация ГМО растительного происхождения методом полимеразной цепной реакции в матричном формате» проверялось наличие в продукции растительной ДНК сои, кукурузы, риса, картофеля, гороха, пшеницы, люцерны и рапса, а также проводился анализ на присутствие специфических вставок регулирующих экспрессию – промоторных областей (*35s CaMV*, *35s FMV*, *SsuAra*), терминаторов (*NOS*, *E9*), маркерного гена устойчивости к антибиотикам неомицин фосфотрансферазы (*nptII*), целевых генов устойчивости к гербициду глюфосинату (*Pat*, *Bat*), к гербициду глюфосату (*cp4 EPSPS*), эндотоксина против жесткокрылых насекомых (*Cry3A*).

Выделение генетического материала из исследуемых продуктов питания выполнено согласно инструкции набора реагентов для выделения ДНК из растительного материала, продуктов питания, пищевого сырья растительного и животного происхождения, кормов для животных и семян «Сорб-ГМО-А», комплект № 1 на 50 выделений компании «Синтол» (г. Москва).

Определение наличия растительной ДНК, специфических генетических вставок, а также полуколичественный анализ конкретных линий сои, кукурузы и риса выполнены при помощи ПЦР в режиме реального времени на приборе BioRAD CFX96 (Singapore) с последующей оценкой числа копий ДНК на конечном цикле амплификации относительно контроля с целью оценки процентного содержания ГМ-линии в единице объема.

Было использовано 13 скрининговых наборов реагентов компании «Синтол» (г. Москва): Кукуруза идентификация скрин 10 (MON810, NK603, Bt11, MON863, MIR604, GA21, T25, 3272, TC1507, MZHG0JG); Соя/*35s+FMV/NOS* скрининг; Соя MON87705 скрининг; Соя MON87769 скрининг; Соя идентификация скрин 9 (GST40-3-2, A2704-12, A5547-127, MON87708, BPS-CV127-9, MON89788, MON87701, SYHT0H2, FG72); Кукуруза/*35s/NOS* скрининг; Рис; Рис *LLRICE62*; Горох/Люцерна/Пшеница; Картофель/*Cry3A* скрининг; Рапс/*Pat*/*EPSPS*/*NOS* скрининг; Растение/*nptII* скриниг; *Pat*/*EPSPS*/*Bar* скрининг.

Полученные результаты ПЦР-анализа были перенесены и сформированы в базе данных MS Excel (Microsoft), систематизированы и оценены при помощи электронной базы данных ГенБит, содержащей информацию по всем существующим зарегистрированным ГМО-линиям мира на присутствие разрешенных в РФ линий ГМО сои, кукурузы и риса, определяемых в настоящем исследовании.

Результаты. Оценка состава 10 изделий (чипсы) позволила выявить в составе данных продуктов перечень и распространенность следующих трансформирующих событий: ДНК риса, картофеля, люцерны, кукурузы, сои, регуляторные генетические элементы – промоторные области *35s CaMV* и *35s FMV* идентифицированы в 10 % образцов, промотор *E9* – в 20 % и терминатор NOS выявлены в 20 % образцов (рис. 1, 2).

Маркерный ген устойчивости к антибиотикам *nptII* и целевой ген устойчивости к глюфосату *cp4 EPSPS* выявлены в 50 % образцов. По результатам полуколичественного анализа на присутствие трансформирующих событий в виде конкретных линий сои, риса и кукурузы установлено, что один образец снеков содержал линию кукурузы MON863 на уровне, не превышающем допустимое значение в 0,9 % на единицу объема (рис. 3).

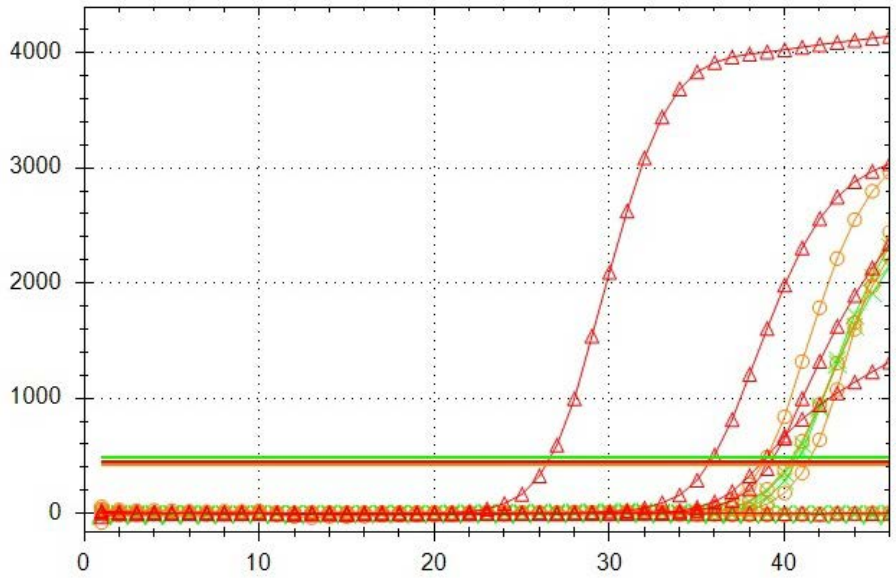


Рис. 1. Результаты амплификации образцов, содержащие ДНК сои, и специфические регулирующие экспрессию гена вставки – промотор *35S CaMV* и терминатор *NOS*: ось ординат – число копий ДНК; ось абсцисс – циклы амплификации; Δ – флуоресценция по HEX каналу ДНК сои; ○ – флуоресценция по ROX каналу – промотор *35s CaMV*; × – флуоресценция по FAM каналу – терминатор *NOS*

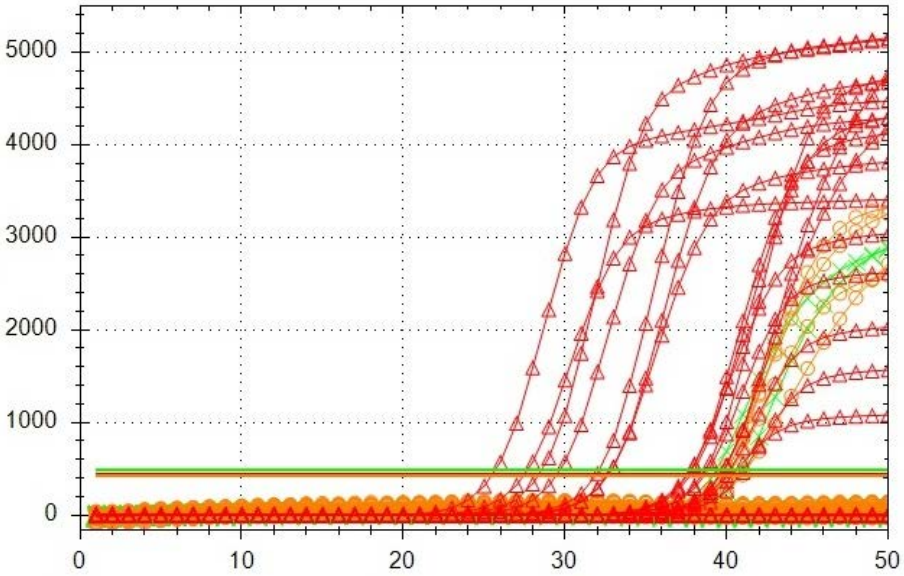


Рис. 2. Результаты амплификации образцов, содержащие ДНК кукурузы, и специфические регулирующие экспрессию гена вставки – промотор *35S FMV* и терминатор *NOS*: ось ординат – число копий ДНК; ось абсцисс – циклы амплификации; Δ – флуоресценция по HEX каналу ДНК кукурузы; ○ – флуоресценция по ROX каналу – промотор *35s FMV*; × – флуоресценция по FAM каналу – терминатор *NOS*

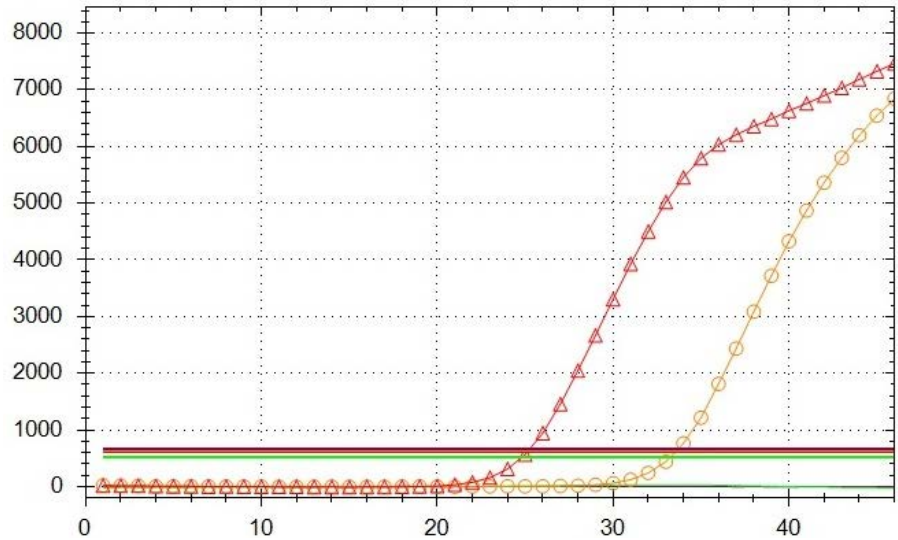


Рис. 3. Результаты амплификации образца, содержащего линию кукурузы MON863: ось ординат – число копий ДНК; ось абсцисс – циклы амплификации; Δ – флуоресценция по HEX каналу ДНК кукурузы; ○ – флуоресценция по ROX каналу линии кукурузы MON863; × – флуоресценция по FAM каналу – отрицательный контроль

Также дополнительно было исследовано 2 образца (кукурузные палочки), в которых была определена ДНК кукурузы, картофеля и люцерны, однако трансгенные вставки (промоторы, гены, терминаторы) были не выявлены.

Таким образом, установлено, что исследуемые образцы продуктов питания при использовании матричного формата идентификации характеризовались присутствием ДНК растений и ГМ-вставок с различной частотой встречаемости в снеках: риса, картофеля, люцерны, кукурузы, сои, *35s*, *NOS* и *E9*, *nptII* и *cp4 EPSPS*, а количественный анализ линии кукурузы MON863 не выявил превышения 0,9 %. Ранее проведенными рядом авторов исследованиями установлено, что наиболее распространенными ГМ-модификациями, независимо от типа продукта питания, за несколько лет исследований остаются: маркерный ген неомицинфосфотрансферазы *nptII* и целевой ген устойчивости к гербициду глюфосату *Cp4 EPSPS,* что подтверждается представленными в работе результатами [5, 12].

Выводы. Несмотря на наличие ГМ-элементов в пробах, а также нахождение конкретной линии MON863, кодирующей инсектицидный белок и ген устойчивости к антибиотикам [6], все образцы соответствуют установленным нормам ТР ТС и СанПиН и не превышают 0,9 %.

В качестве алгоритма, отражающего выполнение матричного подхода к идентификации перечня генетических элементов в различных сочетаниях, при проведении лабораторного контроля снеков на наличие генно-модифицированных вставок рекомендуется последовательное определение ДНК-элементов: линий растений, специфичных регуляторных генетических элементов, сопряженных с конкретной ГМ-линией растений – промоторов, терминаторов, маркерных и целевых генов (*35s, NOS, E9, nptII, cp4 EPSPS*).

Список литературы

1. Биотехнологические методы улучшения урожайности растениеводческих культур / О.Е. Кротова, В.С. Петренко, С.М. Челбин, Г.А. Урбан // Научная жизнь. – 2022. – Т. 17, № 2 (122). – С. 225–230. DOI: 10.35679/1991-9476-2022-17-2-225-230

2. Бородкина Е.А., Оттева Е.Е., Реховская Е.О. Роль генетически модифицированных организмов в современном мире // Молодой ученый. – 2020. – № 41 (331). – С. 220–222.

3. Важность разработки современных методов контроля для определения безопасности пищевой продукции при таможенном оформлении / Л. Пулатова, Ш. Ташмухамедова, Ш. Муратова [и др.]. // Европейский журнал экономических наук и управления. – 2020. – № 1. – С. 59–67. DOI: 10.29013/EJEMS-20-1-59-67

4. Выпханова Г.В. Совершенствование информационно-правового обеспечения экологической и биологической безопасности генетических технологий // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА). – 2022. – № 5 (93). – С. 146–155. DOI: 10.17803/2311-5998.2022.93.5.146-155

5. Долгих О.В., Кривцов А.В., Мазунина А.А. Особенности контаминации продуктов детского питания генетически-модифицированными организмами // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 15–16 мая 2019 г. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2019. – С. 317–321.

6. Картавцев Ю.Ф. Краткий обзор изучения генетически модифицированных организмов и оценка потенциальных рисков их использования для природных видов // Морской биологический журнал. – 2021. – Т.6, № 3. – С. 50–59. DOI: 10.21072/mbj.2021.06.3.06

7. Новикова Р.Г. Правовое регулирование в области оборота генно-модифицированных организмов (ГМО) в России и зарубежных государствах // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Юридические науки. – 2021. – Т. 25, № 1. – С. 32–66. DOI: 10.22363/2313-2337-2021-25-1-32-66

8. Тышко Н.В. Контроль за генно-инженерно-модифицированными организмами растительного происхождения в пищевой продукции: научное обоснование и методическое обеспечение // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 5. – С. 29–33.

9. Умаров А.Р., Собиров С.М. Чтобы обеспечить безопасность пищевых продуктов исследование структурного анализа добавок и продуктов генно-выделенных органов (ГМО) // Academic research in educational sciences. – 2021. – Vol. 2, Special Issue 2. – С. 87–94.

10. Confirmation of a predicted lack of IgE binding to Cry3Bb1 from genetically modified (GM) crops / O. Nakajima, S. Koyano, H. Akiyama [et al.]. // Regul. Toxicol. Pharmacol. – 2010. – Vol. 56, № 3. – P. 306–311. DOI: 10.1016/j.yrtph.2009.09.020

11. Detection of genetically modified food in digesta and organs of rats fed transgenic potato / A. Sattarzadeh, H. Rahnama, M. Nikmard, B. Ghareyazie // Journal of Animal and Feed Sciences. – 2018. – Vol. 27, № 2. – P. 163–172. DOI: 10.22358/jafs/86717/2018

12. Immune analysis of *cry1Ab*-genetically modified potato by in-silico analysis and animal model / H. Rahnama, M. Nikmard, M. Abolhasani [et al.]. // Food Sci. Biotechnol. – 2017. – Vol. 26, № 5. – P. 1437–1445. DOI: 10.1007/s10068-017-0181-4

Авторский указатель

Аброськина Н.В. 81
Андришунас А.М. 302
Барг А.О. 201
Батракова Г.М. 268
Безгодов И.В. 341
Бекеева С.А. 131
Белышева Л.Л. 272
Бобкова Е.В. 84
Богданова О.Г. 341
Боев В.М. 179
Боева Т.В. 179
Борисова Д.С. 32
Бузинов Р.В. 237
Винокурова И.Г. 243
Вольдшмидт Н.Б. 38
Воробьева А.А. 136
Воронова А.В. 90
Гилева К.О. 360
Глебова Л.А. 96
Глухих М.В. 100
Голева О.И. 48
Горбушина О.Ю. 136
Гореленкова Н.А. 9
Горяев Д.В. 110
Гусев Ю.С. 187
Давлетнуров Н.Х. 115
Девятков М.Ю. 38
Диконская О.В. 346
Додина Н.С. 9, 168
Долгих О.В. 68, 381, 405
Дребенкова И.В. 309
Дроздова Е.В. 272
Егоров И.А. 312
Енин А.В. 15
Еремин Г.Б. 32, 258
Ефимик В.Е. 126
Ефимова Н.В. 131, 341
Журихина Л.Н. 272
Зайцева Н.В. 21, 136, 297
Заколодкин К.А. 145
Зеленкин С.Е. 320, 391
Зорина А.С. 175
Зубарев А.В. 149
Зубарева О.В. 81
Зубцовская Н.А. 367
Игнатьев А.В. 325
Ижевский П.В. 154
Итпаева-Людчик С.Л. 272
Казак А.А. 115
Казакова О.А. 381, 405
Камалтдинов М.Р. 330
Карманова Д.С. 179
Карнажицкая Т.Д. 160
Кельн А.Г. 325
Кислицин В.А. 9, 168
Клепиков О.В. 52
Книжникова Н.Н. 272
Князев Д.К. 81
Ковшов А.А. 277
Козубская В.И. 346
Колчин А.С. 243
Кольдибекова Ю.В. 336
Кондрескул И.В. 272
Константинова А.А. 222
Копытенкова О.И. 237
Корнилицына М.Д. 201
Коротков В.В. 9
Кошелева И.С. 187
Крига А.С. 243
Крутская К.В. 264
Крылов А.А. 175
Крымская Т.П. 272
Кряжев Д.А. 179
Кузмичев М.К. 52
Кузовкова А.А. 309
Кузьмин С.В. 9, 14
Кузьмина М.В. 341
Кузянов Д.А. 187
Кышов А.М. 193
Лаврентьева С.М. 386
Лебедева-Несевря Н.А. 201
Лукьянова А.Н. 96
Мажаева Т.В. 346
Мазунина М.Ю. 208
Май И.В. 297, 354
Мальцева О.А. 55, 374
Маркова О.Л. 32
Марченко Б.И. 60, 214
Механтьев И.И. 15
Механтьева Л.Е. 15
Мозжухина Н.А. 258
Молок О.А. 249
Мыльникова И.В. 341
Мясников И.О. 277
Назарянц А.А. 60
Нгуен Тхи Хонг Нго 391
Недошитова А.В. 360
Ненахов И.Г. 222
Нестерова О.А. 60
Никифорова Н.В. 208, 232
Николаева А.Е. 360
Новикова И.И. 367
Новикова Ю.А. 237
Нурисламова Т.В. 41, 55, 374
Образцова А.Д. 68
Овчинникова Е.Л. 243
Огудов А.С. 367
Отавина Е.А. 381

Панов В.Г. ... 346
Пермякова Т.С. ... 374
Петров М.С. ... 264
Плешак Е.М. ... 272
Позднякова М.А. ... 386
Пономарев А.Л. ... 249
Попова Н.А. ... 374
Пушкарева М.В. ... 32
Пшеничникова Е.А. ... 48
Растокина Т.Н. ... 254
Ревяко Ю.С. ... 110
Репин Т.М. ... 38
Русаков В.Н. ... 14
Рыжаков Н.Н. ... 168
Савицкая Н.Н. ... 386
Седусова Э.В. ... 354
Семенов А.В. ... 312
Семисынов С.О. ... 386
Синицына О.О. ... 32
Синицына С.В. ... 346
Славнова Е.А. ... 126
Смирнова С.С. ... 312
Старчикова М.О. ... 160
Степанян А.А. ... 258
Степкин Ю.И. ... 222
Степовая Д.А. ... 264
Субботина Д.Ю. ... 41
Суворов Д.В. ... 320, 391
Судьин С.А. ... 74
Сухих Е.А. ... 175
Тарабара А.В. ... 268
Тарасенко К.С. ... 214
Татянюк Т.К. ... 9
Тихонова И.В. ... 110
Тихонова Н.А. ... 237
Тран Трунг Тхан ... 391
Турбинский В.В. ... 32
Унгуряну Т.Н. ... 254
Устинова О.Ю. ... 21, 136
Федоренко Е.В. ... 272
Федоров В.Н. ... 277
Фокин В.А. ... 320
Харыбин В.Г. ... 386
Хасанова А.А. ... 395
Хохлачёв И.В. ... 285
Черкашина М.Н. ... 243
Четверкина К.В. ... 290
Чинько Т.В. ... 55
Шашина Т.А. ... 9, 168
Шварц А.А. ... 258
Шелунцова Н.Г. ... 346
Шилов В.В. ... 258
Шинетова Л.Е. ... 131
Ширяева М.А. ... 32
Шляпугина Н.А. ... 154
Шпилевая А.С. ... 222
Шукевич В.А. ... 272
Шутова Т.В. ... 38
Эйсфельд Д.А. ... 21
Ярома А.В. ... 405

Содержание

Раздел I. Анализ риска здоровью населения в решении актуальных стратегических задач современного этапа

С.В. Кузьмин, Н.С. Додина, Т.А. Шашина, В.А. Кислицин, Т.К. Татянюк, Н.А. Гореленкова, В.В. Коротков
Научно-методическое обеспечение задач социально-гигиенического мониторинга при реализации национального проекта «Экология».....9

С.В. Кузьмин, В.Н. Русаков
Анализ состояния питания населения Российской Федерации в 2021 г. 14

Л.Е. Механтьева, И.И. Механтьев, А.В. Енин
Национальный проект «Демография» и ранжирование территорий Воронежской области по степени риска для различных возрастных групп 15

Д.А. Эйсфельд, Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова
Сравнительный анализ и оценка риска потенциальной опасности воздействия факторов образовательной среды на состояние здоровья учащихся общеобразовательных школ 21

О.О. Синицына, Г.Б. Еремин, В.В. Турбинский, М.В. Пушкарева, М.А.Ширяева, Д.С. Борисова, О.Л. Маркова
Микропластик в воде – новый фактор риска здоровью 32

Т.М. Репин, М.Ю. Девятков, Н.Б. Вольдшмидт, Т.В. Шутова
Вакцинопрофилактика новой коронавирусной инфекции: от индивидуальной защиты к снижению популяционного риска.....38

Д.Ю. Субботина, Т.В. Нурисламова
Изучение международного опыта определения микропластика в окружающей среде и биологических средах.....41

О.И. Голева, Е.А. Пшеничникова
Риски здоровью в контексте экономической оценки эффективности программ развития туристской отрасли территорий РФ 48

О.В. Клепиков, М.К. Кузмичев
Радон как канцерогенный фактор 52

Т.В. Нурисламова, Т.В. Чинько, О.А. Мальцева
Анализ отечественного и зарубежного опыта определения фурана и метилфурана в биологических средах (обзор и оценка) 55

Б.И. Марченко, А.А. Назарянц, О.А. Нестерова
Фармацевтические средства и их дериваты в водных объектах как фактор эколого-гигиенического риска 60

А.Д. Образцова, О.В. Долгих
Условия мышьяковистой геохимической провинции как фактор риска формирования вреда здоровью 68

С.А. Судьин
Здоровьесбережение как часть семейной культуры: исследовательские перспективы нового контекста 74

Раздел II. Технологии, методы и результаты социально-гигиенического мониторинга: общие и региональные аспекты

Н.В. Аброськина, О.В. Зубарева, Д.К. Князев
Оценка рисков влияния химических характеристик питьевой воды на здоровье населения Волгоградской области 81

Е.В. Бобкова
Оценка зависимости смертности населения Иркутской области от уровня системы здравоохранения 84

А.В. Воронова
Расчет долгопериодной экспозиции при оценке риска по данным мониторинга атмосферного воздуха 90

Л.А. Глебова, А.Н. Лукьянова
Анализ отравлений спиртсодержащей продукцией взрослого населения Кемеровской области – Кузбасса 96

М.В. Глухих
Анализ медико-демографической ситуации регионов РФ с разными уровнями урбанизации в связи с социально-экономическим статусом населения 100

Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, Ю.С. Ревяко
Оценка риска для здоровья населения от загрязнения питьевой воды на территориях Красноярского края 110

Н.Х. Давлетнуров, А.А. Казак
Анализ динамики заболеваемости различных групп населения Республики Башкортостан злокачественными новообразованиями, а также смертности от них по данным социально-гигиенического мониторинга за 2018–2022 гг. 115

В.Е. Ефимик, Е.А. Славнова
Оценка обилия и зараженности иксодовых клещей Черняевского леса (г. Пермь) 126

Н.В. Ефимова, Л.Е. Шинетова, С.А. Бекеева
Сравнительная оценка ртутной опасности для жителей экспонированных территорий России и Казахстана (на примере фокус-группы рыбаков) 131

Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, А.А. Воробьева, О.Ю. Горбушина
Анализ состояния здоровья населения субъекта Восточно-Сибирского экономического района 136

К.А. Заколодкин
Автотранспорт как источник загрязнения атмосферного воздуха и рисков для здоровья населения 145

А.В. Зубарев
К проблеме оценке потенциальной опасности выбросов предприятий нефтехимии и нефтепереработки для здоровья населения 149

П.В. Ижевский, Н.А. Шляпугина
Частота рождений детей с врожденными пороками развития в городах-спутниках Росатома 154

Т.Д. Карнажицкая, М.О. Старчикова
Анализ результатов мониторинга полициклических ароматических углеводородов в крови для оценки риска воздействия на здоровье 160

В.А. Кислицин, Н.С. Додина, Т.А. Шашина, Н.Н. Рыжаков
Подходы к гигиенической оценке воздействия на здоровье выбросов пылевых частиц 168

А.А. Крылов, А.С. Зорина, Е.А. Сухих
Определение мелкодисперсных фракций взвешенных частиц в атмосферном воздухе городов Восточной Сибири 175

Д.А. Кряжев, В.М. Боев, Д.С. Карманова, Т.В. Боева
Гигиеническая оценка риска развития ожирения в условиях комплексного воздействия дизрапторов, содержащихся в питьевой воде 179

Д.А. Кузянов, И.С. Кошелева, Ю.С. Гусев
Использование программного обеспечения для оценки изменения санитарно-гигиенических показателей источников питьевого водоснабжения 187

А.М. Кышов
О взаимодействии Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю с региональной властью по реализации федерального проекта «Чистая вода» на территории Пермского края 193

Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг, М.Д. Корнилицына
Подходы к оценке и эмпирические индикаторы удовлетворенности населения качеством атмосферного воздуха 201

М.Ю. Мазунина, Н.В. Никифорова
Анализ результатов исследования микробной безопасности пищевой продукции животного происхождения на потребительском рынке Российской Федерации 208

Б.И. Марченко, К.С. Тарасенко
Антропогенная техногенная нагрузка на среду обитания по результатам социально-гигиенического и экологического мониторинга в г. Таганроге Ростовской области 214

И.Г. Ненахов, Ю.И. Стёпкин, А.А. Константинова, А.С. Шпилевая
Обоснование необходимости гигиенической оценки продуктов здорового питания, реализуемых среди населения Воронежской области 222

Н.В. Никифорова
Уровень безопасности рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов на потребительском рынке России: анализ результатов санитарно-эпидемиологического контроля 2013–2020 гг. 232

Ю.А. Новикова, Н.А. Тихонова, Р.В. Бузинов, О.И. Копытенкова
Качество питьевой воды централизованных систем питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения Российской Арктики 237

Е.Л. Овчинникова, А.С. Крига, А.С. Колчин, М.Н. Черкашина, И.Г. Винокурова
О некоторых промежуточных результатах реализации федерального проекта «Чистый воздух» с учетом новых гигиенических нормативов 243

А.Л. Пономарев, О.А. Молок
Особенности подготовки к проведению измерений шума для целей научных исследований 249

Т.Н. Растокина, Т.Н. Унгуряну
Влияние загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость болезнями системы кровообращения в г. Архангельске 254

А.А. Степанян, Г.Б. Еремин, В.В. Шилов, А.А. Шварц, Н.А. Мозжухина
Антропогенные и природно-обусловленные показатели качества воды подземных источников централизованного водоснабжения Ленинградской области 258

Д.А. Степовая, М.С. Петров, К.В. Крутская
Анализ химической безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, произведенных на территории Архангельской области 264

А.В. Тарабара, Г.М. Батракова
Экологические обследования территорий ликвидированных ракетных комплексов в Пермском крае 268

Е.В. Федоренко, Е.В. Дроздова, И.В.Кондрескул, В.А. Шукевич, С.Л. Итпаева-Людчик, Л.Л. Белышева, Т.П. Крымская, Л.Н. Журихина, Е.М. Плешак, Н.Н. Книжникова
Мониторинг стойких органических загрязнителей в пищевых продуктах и питьевой воде в Республике Беларусь за период 2021–2022 гг. 272

В.Н. Федоров, А.А. Ковшов, И.О. Мясников
Анализ организации мониторинга качества атмосферного воздуха населенных мест в Арктической зоне Российской Федерации 277

И.В. Хохлачёв
Автозаправочные станции как источники загрязнения атмосферного воздуха и рисков для здоровья населения 285

К.В. Четверкина
Обзор современных методических подходов к определению степени неопределенности при обосновании гигиенических нормативов и стандартов содержания химических веществ в атмосферном воздухе на этапе оценки зависимости «экспозиция – ответ» 290

Раздел III. Риск-ориентированный надзор: общие подходы и методическая поддержка

Н.В. Зайцева, И.В. Май
К задачам интеграции риск-ориентированной модели надзора и социально-гигиенического мониторинга 297

А.М. Андришунас
Предприятия теплоэнергетики как источники потенциального риска причинения вреда здоровью населения (сравнительный и пространственно-динамический анализ).....302

И.В. Дребенкова, А.А. Кузовкова
Методика измерений уровней миграции токсичных элементов из упаковки в модельные среды, имитирующие пищевую продукцию.....309

И.А. Егоров, С.С. Смирнова, А.В. Семенов
Риск-ориентированный подход к профилактике инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, у персонала инфекционных госпиталей.....312

С.Е. Зеленкин, Д.В. Суворов, В.А. Фокин
Основные проблемы оценки риска здоровью населения при установлении санитарно-защитных зон предприятий.....320

А.В. Игнатьев, А.Г. Кельн
Обеспечение прав потребителей на безопасную парфюмерно-косметическую продукцию.....325

М.Р. Камалтдинов
Постановка задачи распределения трудовых ресурсов для составления ежегодных планов проведения проверок территориальными органами и организациями Роспотребнадзора в рамках риск-ориентированной модели 330

Ю.В. Кольдибекова
Комбинированное действие химических веществ: актуальность и ограничения исследования 336

М.В. Кузьмина, Н.В. Ефимова, И.В. Безгодов, О.Г. Богданова, И.В. Мыльникова
Оценка риска, связанного с химическим загрязнением пищевых продуктов (на примере мужчин трудоспособного возраста) 341

Т.В. Мажаева, С.В. Синицына, В.И. Козубская, Н.Г. Шелунцова, О.В. Диконская, В.Г. Панов
Подходы к управлению рисками деятельности предприятий пищевой отрасли в сфере новых требований российского законодательства 346

И.В. Май, Э.В. Седусова
Совершенствование порядка отнесения объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска 354

А.Е. Николаева, К.О. Гилева, А.В. Недошитова
Аналитические возможности спектральных методов при разработке методики определения меди и цинка в атмосферном воздухе 360

И.И. Новикова, А.С. Огудов, Н.А. Зубцовская
Гигиеническая оценка эмиссий в атмосферный воздух серосодержащих веществ объектами размещения отходов переработки сульфидных руд 367

Т.В. Нурисламова, О.А. Мальцева, Н.А. Попова, Т.С. Пермякова
Обоснование маркеров пероральной экспозиции для доказательной базы негативного воздействия источников химической опасности среды обитания на здоровье населения 374

Е.А. Отавина, О.А. Казакова, О.В. Долгих
Матричный подход к оценке качества пищевой продукции на содержание генетически модифицированных компонентов 381

М.А. Позднякова, С.О. Семисынов, С.М. Лаврентьева, Н.Н. Савицкая, В.Г. Харыбин
К вопросу об употреблении спиртных напитков взрослым населением современного мегаполиса (на примере г. Нижнего Новгорода) 386

Д.В. Суворов, С.Е. Зеленкин, Нгуен Тхи Хонг Нго, Тран Трунг Тхан
Обоснование приоритетных потенциально опасных химических веществ, идентифицированных в детских мясных и мясорастительных консервах 391

А.А. Хасанова
Критерии ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья населения 395

А.В. Ярома, О.А. Казакова, О.В. Долгих
ПЦР-детекция содержания ГМО в пищевых продуктах категории снеков 405

Авторский указатель 411

Научное издание

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ – 2023

Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023

Десятилетию науки и технологий в России посвящается

Материалы
XIII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(Пермь, 17–19 мая 2023 г.)

В двух томах

Том 1

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

Корректор *М.Н. Афанасьева*

Подписано в печать 17.05.2023. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 33,80. Тираж 200. Заказ № 110/2023.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.